

REVISTA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGROECOLÓGICOS

GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE AGROFORESTERIA UNILLANOS



VOLUMEN 9 NÚMERO 1 AÑO 2018

EDITORIAL

La producción de alimentos, evolución de modalidades de vida y progreso socioeconómico, se deben en buena medida al desarrollo de la agricultura, factores en los cuales los animales de trabajo agrícola se han integrado a labores de cultivo, plantación y transporte, además de aportar estiércol para abonar el suelo. A pesar de los cambios en la agricultura, la tracción animal con bueyes, caballos, búfalos y otros, aunque antigua, sigue contribuyendo significativamente en la labor agrícola, permitiendo mejorar condiciones socioeconómicas de pequeñas familias campesinas. La energía de los animales de tiro se ha utilizado para el arado, siembra, aporque y deshierbe, facilitando la circulación, distribución y comercialización de productos, siendo también utilizada, para el bombeo de agua, molienda de granos, trabajos de excavación, construcción de caminos y colaborando con la prevención de erosión. Actualmente el uso de la tracción animal es variable en función del país, los que están industrializados están utilizando maquinaria e implementos tecnológicos en reemplazo de los animales; mientras que, en otros países menos industrializados, la tracción animal sigue siendo relevante y presenta incluso soluciones a futuro para los pequeños agricultores que aún utilizan el trabajo manual. La industrialización y el inicio de la explotación del petróleo, además de la intensa emigración hacia las ciudades incrementó la demanda de alimentos, lo que provocó el desarrollo de una agricultura intensiva, utilizando de manera desmedida máquinas, abonos artificiales, medicamentos y otros productos químicos; aunque con todo esto, fue posible aumentar los rendimientos y la extensión cultivada, este sistema productivo es fuertemente dependiente de productos, servicios y mercado de origen urbano a favor de intereses políticos y económicos que benefician a unos pocos; por otro lado, el daño del medio ambiente, que ha afectado los recursos naturales, por el uso desmedido de estas sustancias químicas que degradan la flora y fauna del suelo afectando los procesos de mineralización y disponibilidad de nutrientes para las plantas. Lo anterior indica que es necesario racionalizar el uso de estos productos, buscando alternativas para el trabajo agrícola, en las cuales se puede considerar los animales de trabajo.

Z. MSc. Esp. MARÍA LIGIA ROA VEGA

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS GRUPO DE INVESTIGACION DE AGROFORESTERIA

Dos métodos de fertilización en el cultivo de piña (*Ananas sativus*) híbrido MD2

Two methods of fertilization in the cultivation of hybrid pineapple (*Ananas sativus*) MD2

Dois métodos de fertilização no cultivo de piña (*Ananas sativus*) híbrido MD2

Urrea González Leidy Alejandra¹, Ospina Rodríguez Yeisson Esmith¹ y Bastidas López Harold²

¹IA, Universidad de los Llanos y ² IA, MSc, Docente Universidad de los Llanos

hbastidas@unillanos.edu.co

Recibido 22 de Noviembre 2017, Aceptado 30 de Abril 2018

RESUMEN

El cultivo de piña tiene una alta producción en Latinoamérica y ha incrementado su producción en los últimos años en países como Uruguay, Brasil, Ecuador, Costa Rica y Colombia, de la mano de procesos de desarrollo social, lo que ha logrado beneficiar a muchos agricultores. Este experimento se realizó en San Martín, Meta, Colombia, donde fue sembrada la piña variedad MD2 en distancias de 30 cm entre plantas por 40 cm entre líneas en cama y de un metro entre camas; se realizó evaluación de dos metodologías de aplicación: T1 = fertilización dirigida al suelo, T2 = fertilizante aplicado en la axila de la planta, ambos casos con dosis exacta; y se compararon con un testigo (T3) en donde no se aplicó ningún fertilizante. En este proyecto se estableció un diseño en bloques completos al azar, con tres tratamientos y cinco repeticiones, cada repetición estuvo constituida por 120 plantas por cama (600 plantas por tratamiento), que correspondió a una unidad experimental, evaluando cada 15 días (15, 30, 45 y 60 días) cinco plantas/cama/repetición, bajo un análisis de varianza con prueba de comparación de Duncan. A los 15 y 30 días de evaluación T1 y T2 presentaron las mayores de alturas de la planta ($P < 0.05$) con valores de 15.18 y 43.60. y 16.24 y 53.20 cm respectivamente, en comparación con el testigo T3 (13.93 y 39.44 cm). A los 45 y 60 días T2 mostró una altura superior ($P < 0.05$) con valores de 77.90 y 94.66 cm

en comparación con T1 66.52 y 88.30; y T3 68.26 y 79.90 cm respectivamente; aunque a los 45 días T1 y T3 mostraron un comportamiento similar ($P>0.05$). Según los métodos de fertilización evaluados, el de aplicación directa al suelo evidenció mejor respuesta por parte de la planta en su sistema radicular y foliar, en comparación con los tratamientos de fertilización axilar y sin aplicación de productos (testigo), puesto que las plantas sometidas a fertilización directa en el suelo (T2) presentaron características de desarrollo más eficientes para la absorción de nutrientes.

Palabras clave: Fertilizante, fruta, sistema radicular, hojas.

ABSTRACT

Pineapple cultivation has a high production in Latin America and has increased its production in recent years in countries such as Uruguay, Brazil, Ecuador, Costa Rica and Colombia, from the hand of processes of social development, which has benefited many farmers. This experiment was carried out in San Martín, Meta, Colombia, where the pineapple variety MD2 was planted at distances of 30 cm between plants by 40 cm between lines in bed and one meter between beds; evaluation of two application methodologies was carried out: both cases with exact dose; and were compared with a control (T3) where no fertilizer was applied. In this project a randomized complete block design was established, with three treatments and five repetitions, each repetition was constituted by 120 plants per bed (600 plants per treatment), which corresponded to an experimental unit, evaluating every 15 days (15, 30, 45 and 60 days) five plants/bed/repetition, under an analysis of variance with Duncan's comparison test. At 15 and 30 days of evaluation T1 and T2 presented the highest plant heights ($P < 0.05$) with values of 15.18 and 43.60, and 16.24 and 53.20 cm respectively, in comparison with the control T3 (13.93 and 39.44 cm). At 45 and 60 days T2 showed a higher height ($P < 0.05$) with values of 77.90 and 94.66 cm compared with T1 66.52 and 88.30; and T3 68.26 and 79.90 cm respectively; although at 45 days T1 and T3 showed a similar behavior ($P > 0.05$). According to the fertilization methods evaluated, the direct application to the soil showed better response by the plant in its root and leaf

system, compared with axillary fertilization treatments and without application of products (control), because the plants subjected to direct fertilization in the soil (T2) presented more efficient development characteristics for the absorption of nutrients.

Keywords: Fertilizer, fruit, root system, leaves.

RESUMO

O cultivo de piña tem uma alta produção na América Latina e aumentou sua produção nos últimos anos em países como Uruguai, Brasil, Equador, Costa Rica e Colômbia, da mão de processos de desenvolvimento social, que beneficiaram muitos agricultores. Este experimento foi realizado em San Martin, Meta, Colômbia, onde a variedade de piña MD2 foi plantada a distâncias de 30 cm entre plantas por 40 cm entre linhas no leito e um metro entre leitos; avaliação de duas metodologias de aplicação: ambos os casos com dose exata; e foram comparados com um controle (T3) onde nenhum fertilizante foi aplicado. Neste projeto foi estabelecido um delineamento em blocos ao acaso, com três tratamentos e cinco repetições, cada repetição consistiu de 120 plantas por cama (600 plantas por tratamento), o que correspondeu a uma unidade experimental, avaliando cada 15 dias (15, 30, 45 e 60 dias) cinco plantas/cama/repetição, sob uma análise de variância com o teste de comparação de Duncan. Aos 15 e 30 dias de avaliação T1 e T2 apresentaram as maiores alturas de plantas ($P < 0.05$) com valores de 15.18 e 43.60. e 16.24 e 53.20 cm, respectivamente, em comparação com o controle T3 (13.93 e 39.44 cm). Aos 45 e 60 dias, T2 apresentou maior estatura ($P < 0.05$), com valores de 77.90 e 94.66 cm, comparados aos T1 66.52 e 88.30; e T3 68.26 e 79.90 cm respectivamente; embora aos 45 dias T1 e T3 mostraram um comportamento semelhante ($P > 0.05$). De acordo com os métodos de fertilização avaliados, a aplicação direta ao solo mostrou melhor resposta da planta em seu sistema radicular e foliar, em comparação com tratamentos de fertilização axilar e sem aplicação de produtos (controle), porque as plantas submetidas à adubação direta no solo (T2) apresentaram características de desenvolvimento mais eficientes para a absorção de nutrientes.

Palavras-chave: Adubo, frutas, sistema radicular, folhas.

INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas sativus* (Lindl) Schult), es un cultivo propio de países de la zona tropical, esta fruta que proporciona beneficios porque es conocida por sus propiedades diuréticas y su acción en la limpieza del tracto digestivo, como fruta es consumida en fresco y en bebidas preparadas en conserva sola o en conjunto, también se utiliza como postre y como ingrediente dulce en ciertos preparados de la comida oriental (García y Rodríguez, 2011; Aragón *et al.*, 2012); el cultivo tiene una alta producción en Latinoamérica y se ha incrementado su producción en los últimos años en países como Uruguay, Brasil, Ecuador, Costa Rica y Colombia, de la mano de procesos de desarrollo social, lo que ha logrado beneficiar a muchos agricultores. Por características de calidad y sabor la piña es altamente demandante en el país y por sus exigencias como cultivo, son pocas las zonas que pueden y brindarle las condiciones adecuadas para su óptimo desarrollo (Maglianesi, 2013; Gratani, 2014).

El cultivo de piña se considera semi-perenne, desde el punto de vista comercial lo recomendable son hasta dos cosechas por ciclo productivo, siendo la primera cosecha a los 12 meses y una segunda de los 26 o 30 meses de edad. La piña es de la familia *Bromeliaceae*, es una planta vivaz con una base formada por la unión compacta de varias hojas formando una roseta, de las axilas de las hojas pueden surgir retoños con pequeñas rosetas basales, que facilitan su reproducción vegetativa, las flores dan fruto sin necesidad de fecundación y del ovario hipógino que desarrolla unos frutos en forma de baya, que conjuntamente con el eje de la inflorescencia y las brácteas, dan lugar a una infrutescencia carnosa (sincarpio) (Batagin *et al.*, 2009; MAG, 2010). El fruto maduro se obtiene 135 días después la floración que se prolonga de 30 a 70 días, del tallo central brotan los diferentes tipos de materiales que se pueden utilizar para propagar la piña, como por ejemplo, las hojas se forman en la base del fruto, hijuelos de tallo que se desarrollan en las yemas axilares y retoños que se desarrollaron en el tallo (Acosta, 2008).

La piña necesita un suelo fértil para poder crecer y producir el fruto, pero si el objetivo principal de los productores es exportar, se deben mantener niveles nutricionales acordes a la calidad que exige el mercado internacional. A partir de ese nivel hay que aplicar fertilizantes para suplir el nutriente faltante que la planta necesita para producir el fruto esperado; como medidas de apoyo para manejar la nutrición de la piña, se deben realizar análisis foliares y de suelo para medir la cantidad de nutrientes que requiere la plantación. El nitrógeno y el potasio son los nutrimentos más importantes para la piña, el primero influye sobre el rendimiento y el segundo sobre la calidad de la fruta, pero para los primeros estados de desarrollo del cultivo se recomienda la aplicación de fósforo para contribuir a un buen desarrollo de la raíz (Maglianesi, 2013; Gratani, 2014). La fertilización se efectúa mediante varias aplicaciones parciales durante el período de crecimiento; la primera aplicación de nutrientes se realiza al suelo y al follaje aproximadamente dos meses después de la siembra, cuando ya están desarrolladas las raíces, por medios de abonos granulados; sin embargo, la piña, como todas las Bromeliáceas, presenta una absorción foliar más eficaz (Cubero y Sandí, 2013).

Mediante la hibridación, que es un cruce de dos variedades diferentes, se incorporan aquellas características sobresalientes de cada una en la nueva planta, como es el caso del híbrido MD2, que se caracteriza, entre otros aspectos por su madurez temprana (Jiménez, 1999; Valverde, 2004; Aravena, 2005). Esta variedad de piña es de color amarillo, crece sin espinas y sobre todo tiene tolerancia a ciertas plagas y enfermedades, sus flores son de color amarillo con peso promedio de 1.8 a 2 kg por fruto. También es conocida como “Golden Ripe”, “Extra Sweet”, y “Maya Gold”, es un híbrido desarrollado por el Instituto de Investigaciones de Hawai y por la multinacional Del Monte; ha sido muy bien recibida en el mercado europeo, por su buena coloración y sabor, por su presentación y aroma está catalogada como una fruta de lujo en los mercados externos comparada con otras variedades tradicionalmente comercializadas (Pac, 2005).

La radiación solar, influye en la formación de carbohidratos y consecuentemente en el desarrollo de la planta y su producción; con poca luminosidad el fruto llega a la madurez con aspecto opaco, con adecuada radiación se observa brillante, mientras que elevada intensidad de irradiación sobre el fruto provoca una disminución en su calidad ("quema de sol"), haciéndola inaceptable en mercados fundamentalmente de exportación, la duración óptima de brillo solar es en promedio de 1500 horas por año (Flores *et al.*, 2010).

El suministro de nutrientes a las plantas se puede realizar mediante fertilización granulada al suelo o en forma foliar, es importante conocer la capacidad nutritiva del suelo para aportar los requerimientos del cultivo. A primera cosecha se están recomendado dos fertilizaciones al suelo y catorce foliares, sin embargo en caso de conveniencia se puede aplicar nutrientes foliares mezclados con los fungicidas o insecticidas que se asperjan para el control de plagas y prevención de enfermedades (Fonseca, 2010).

Para cultivar piña se requiere tener en cuenta los siguientes factores ambientales (Flores *et al.*, 2010):

- 1- Humedad relativa superior al 80% y temperatura entre 25 y 32°C
- 2- Luminosidad adecuada.
- 3- El suelo debe contener suficiente nitrógeno, P₂O₅, K₂O, CaO y MgO, de no contar con estos minerales, es necesario adicionarlos en plan de fertilización.
- 4- pH del suelo alrededor de 5.5.
- 5- Los fertilizantes se aplican directamente al suelo y no al fruto.

Existen dos maneras para aplicar los fertirriego, mediante nutrición axilar con bomba de espalda conocida como aplicación directa o por medio del sistema de riego por goteo, ambos métodos tienen experiencias de respaldo que proporcionan confianza a los agricultores, pero no se ha establecido cuál de las dos tiene un mejor rendimiento, por tanto este trabajo se encamino a comparar estos dos métodos de aplicación de fertilizantes, para lo cual fue necesario

observar el comportamiento de la zona radicular, y otras partes de la planta puesto que su desarrollo está condicionado a la calidad y suministro de nutrientes

METODOLOGÍA

El presente experimento se realizó en San Martín, Meta, Colombia, que está a una altitud de 420 msnm, su temperatura media es 25 a 29°C, con una humedad relativa promedio de 86%, y la precipitación media anual es 2822 mm (IDEAM, 2016).

La piña variedad MD2 fue sembrada con distancias de 30 cm entre plantas por 40 cm entre líneas de la cama y un metro entre camas, siguiendo las costumbres y condiciones de la siembra del agricultor de la zona; se realizó evaluación de dos metodologías comparadas con testigo, que fueron considerados como tratamientos, cada uno con una densidad de 600 plantas, T1 = fertilización dirigida al suelo, T2 = fertirriego dirigido a la axila de la planta y T3 = testigo sin ninguna aplicación; los productos fueron aplicados con bomba de espalda y sin boquillas con dirección de acuerdo al método, bien sea en el suelo o en la axila directamente, aclarando que se empleó un producto de fertirriego inicial, con características de disolución totales, lo que permitió manejar dosis exactas (Cuadro 1, Figura 1).

Cuadro 1. Cantidad de productos utilizados en los tratamientos por planta

Días	Fertilización
1	Dos gr fertirriego mezclado con 0.08 g de una hormona para enraizamiento para T1 y T2
15	Dos g de fertirriego para T1 y T2
30	Tres g de fertirriego para T1 y T2
45	Cuatro g de fertirriego para T1 y T2
60	Cinco g de fertirriego para T1 y T2

T1= producto dirigido a la axila. T2 = producto dirigido al suelo T3= Testigo sin ninguna aplicación

Cada repetición estuvo constituida por cinco plantas evaluadas por cama, que constituyó una unidad experimental con medidas de 1x10 m, en donde había un

número de 120 plantas, el total del área para cada tratamiento fue de 5x10 m, para un total de 600 plantas por tratamiento; se evaluaron 25 plantas por tratamiento cada 15 días (cinco plantas por cama por repetición); para las medidas de las longitudes se utilizaron reglas y para los pesajes una balanza electrónica, la cual estaba debidamente calibrada.



Este proyecto se estableció bajo un diseño experimental en bloques completos al azar, tres tratamientos, cuatro periodos de muestreo, cinco repeticiones, cinco unidades experimentales, para un total de 300 muestras evaluadas, realizando un análisis de varianza con un nivel de significancia del 5%, y pruebas de comparación de medias por el método de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera evaluación de número de hojas no se observó efecto de tratamiento, los valores oscilaron entre 9.60 hojas y 11.40 hojas ($P>0.05$). En la segunda, tercera y cuarta evaluación (30, 45 y 60 días) T2 presentó los mayores valores en número de hojas ($P<0.05$) con 31.80, 29.60 y 33.8 respectivamente en comparación con los otros tratamientos evaluados, aclarando que a los 60 días los valores fueron similares a T1 (Tabla 1). El peso seco de las hojas fue mayor

($P < 0.05$) en todos los cuatro periodos (15, 30, 45 y 60 días) para T2 en comparación con T1 y T3: 18.48, 28.46, 36.78 y 61.67 vs 15.27 y 17.08; 24.0 y 23.99; 30.58 y 27.57; 44.5 y 40.67 respectivamente, siendo a los 60 días superior T2 en 27.8 con respecto T1 y 34.0% para T3 (Figura 1).

Tabla 1. Efecto de dos tipos de aplicación de fertilizantes en el número de hojas del cultivo de la piña variedad MD2

Tratamientos	15 Días	30 Días	45 Días	60 Días
1	9.60 ^a	24.60 ^a	23.40 ^a	32.20 ^{ab}
2	9.60 ^a	31.80 ^b	29.60 ^b	33.80 ^b
3	11.40 ^a	22.00 ^a	21.80 ^a	27.40 ^a

T1= producto dirigido a la axila. T2 = producto dirigido al suelo T3= Testigo sin ninguna aplicación. Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P > 0.05$)

Se puede deducir que a mayor número de hojas la planta va estar mejor debido a que las hojas de la piña tienen una gran actividad fotosintética, y frente a las variaciones del medio ambiente presentan alta plasticidad morfológica y fisiológica, por lo tanto esta parte de la planta sirve para evaluar su crecimiento y estado nutricional, generando inclusive modificaciones fisiológicas, ante situaciones climatológicas adversas, lo cual incide directamente en el crecimiento, desarrollo y productividad de las plantas de piña (Aragón *et al.*, 2012). El concepto conocido como plasticidad fenotípica, comprende los cambios expresados en el fenotipo por un genotipo en diferentes condiciones (Gratani, 2014). Estudios realizados en Bromeliáceas han demostrado que, en términos generales estas especies presentan cierta variabilidad cuando crecen en ambientes contrastantes (Batagin *et al.*, 2009; Cavallero *et al.*, 2011).

El comportamiento de la variable número de raíces, fue similar al de número de hojas, presentando T2 los mayores valores ($P < 0.05$) a los 30, 45 y 60 días (51.4, 81.8 y 90.6 respectivamente) en comparación con T1 (39.20, 69.0 y 75.2) y T3 (33.4, 69.2 y 80.2 respectivamente) (Figura 2). En la evaluación de longitud y peso seco de raíz, a los 15 días no se observó efecto de los tratamientos, mientras que a los 30, 45 y 60 días en T2 fueron mayores ($P < 0.05$) en comparación con T1 y T3, siendo a los 60 días superiores estas variables en T2 28.5 y 31.52% en

longitud de raíz, y 29.65 y 21.72% en peso seco de la raíz respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto de dos tipos de aplicación de fertilizantes en el largo de la raíz (LR) y peso seco de raíz (PRS) del cultivo de la piña variedad MD2

Tratamiento	15 Días		30 Días		45 Días		60 Días	
	LR (cm)	PRS (g)	LR (cm)	PRS (g)	LR (cm)	PRS (g)	LR (cm)	PRS (g)
T1	10.68 ^a	6.83 ^a	20.56 ^a	16.52 ^a	34.54 ^a	30.37 ^a	41.84 ^a	32.84 ^a
T2	11.16 ^a	9.49 ^a	25.54 ^b	26.30 ^b	47.84 ^b	38.53 ^b	58.50 ^b	46.63 ^b
T3	9.08 ^a	3.79 ^a	22.74 ^{ab}	13.50 ^a	29.94 ^a	27.03 ^a	40.06 ^a	36.50 ^a

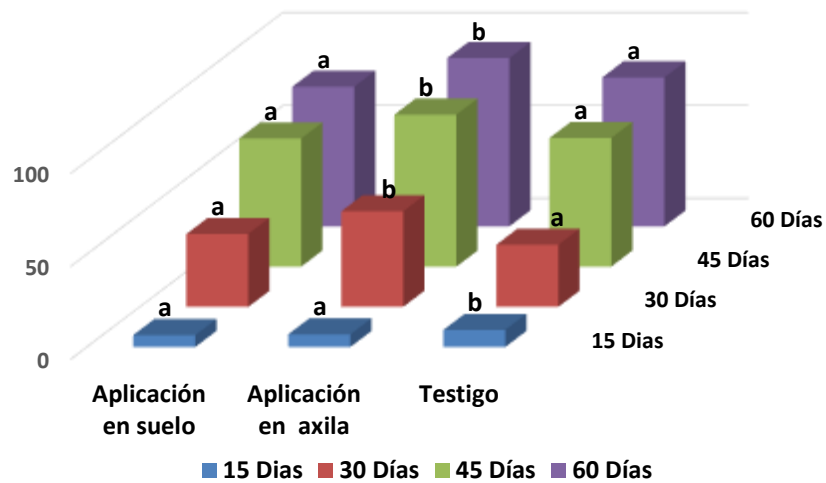
T1= Producto dirigido a la axila. T2 = Producto dirigido al suelo T3= Testigo sin ninguna aplicación. Letras iguales no presentan diferencias significativas ($P < 0.05$)

La función de la raíz es fundamentalmente absorción de agua y sales minerales del suelo por medio de sus pelos absorbentes, hasta la raíz donde son conducidos hacia el tallo y las hojas, donde son transformadas en compuestos orgánicos durante la fotosíntesis. En el interior del tallo y la raíz de la piña se encuentran los meristemas en las yemas situadas en la axila de la hoja (Azcón y Talon, 2000). En la piña se da el brote de raíz por debajo del suelo, siendo sus hojas generalmente más grandes y de mayor peso (Valverde, 2004).

De acuerdo a lo anterior, se puede argumentar que la aplicación del fertirriego en el suelo fue superior, evidenciado en un mejor desarrollo de sistema radicular y foliar, debido a que los nutrimentos son absorbidos con mayor eficiencia por los pelos absorbentes de la raíces que por las axilas, puesto que los meristemas que se encuentran en el interior de la raíz toman con mayor facilidad los nutrientes; mientras que en el fertirriego en las axilas, es posible que la raíz, que es también formadora foliar, no se beneficie de estos compuestos tan importantes para su desarrollo (Figura 2 y Tabla 2).

A los 15 y 30 días de evaluación T1 y T2 presentaron las mayores alturas de la planta ($P < 0.05$) con valores de 15.18 y 43.60. y 16.24 y 53.20 cm en comparación con el testigo (T3) 13.93 y 39.44, respectivamente. A los 45 y 60 días T2 mostro

una altura superior ($P < 0.05$) con valores de 77.90 y 94.66 cm con relación a T1 66.52 y 88.30 cm, y T3 68.26 y 79.90 cm respectivamente; aunque a los 45 días T1 y T2 mostraron un comportamiento similar ($P > 0.05$) (Figura 3).



Gráfica 2. Efecto de dos tipos de aplicación de fertilizantes en el número de raíces del cultivo de la piña variedad MD2

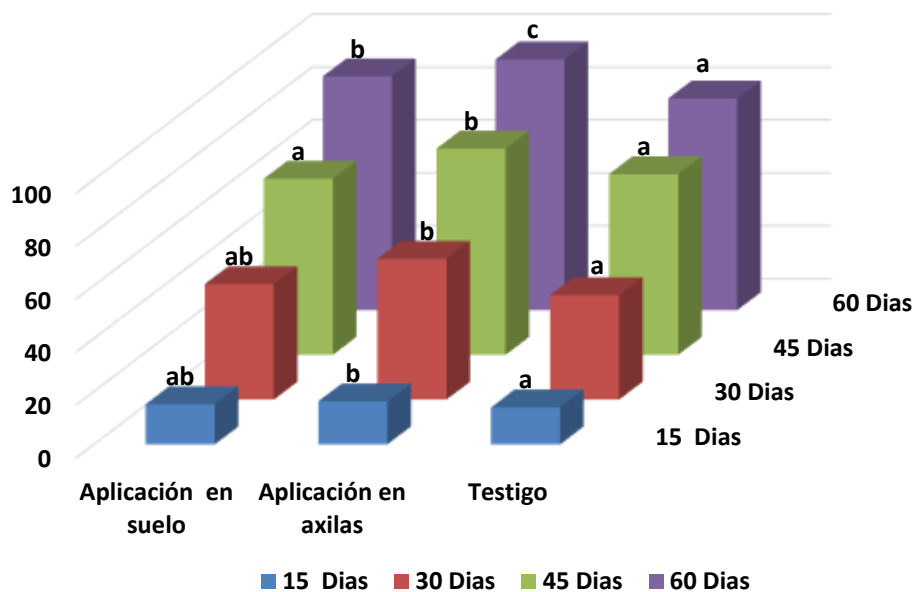


Figura 3. Efecto de dos tipos de aplicación de fertilizantes en altura (cm) del cultivo de la piña variedad MD2

Las plantas de piña producen un fruto entre los 16 a 24 meses, para lo cual desarrolla un tallo erecto central sobre el que crece el pedúnculo floral que, al madurar origina el fruto múltiple característico. En ese eje central, pedicelos y frutos se unen formando una masa dulce y jugosa, de gran tamaño y sin semillas; la altura de las plantas adultas puede alcanzar 1 a 1.5 m. Bergen, (2005) y Fonseca, (2010) al hacer la comparación con el tamaño del cultivo del experimento, las plantas no alcanzaron el metro de altura, en donde la máxima fue 94.66 cm con las aplicaciones de fertirriego al suelo, mientras que cuando se realizó en la axila la mayor altura fue 79.9 cm, lo cual difiere a lo hallado en el presente estudio, donde la fertilización aplicada en la axila de la planta presentó el mejor resultado (Figura 3).

CONCLUSIONES

Según los métodos de fertilización evaluados la aplicación axilar evidenció mejor respuesta por parte de la planta en su sistema radicular y foliar, en comparación con la aplicación directa al suelo y al testigo (sin aplicación de productos), porque las plantas bajo el T1 presentaron características de desarrollo más eficientes para la absorción de nutrientes.

Las plantas del T2 (fertirriego aplicado en axila) presentaron una respuesta fenotípica positiva, evidenciada en número y tamaño de hojas y raíces, manifestándose mejores características fisiológicas relacionadas con el crecimiento y vigor respecto a las plantas de los demás tratamientos

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acosta E. La producción piñera en Costa Rica: Un análisis integral de sus implicaciones en el Cantón de Guácimo, Limón, Tesis de Ingeniero Agrónomo con Licenciatura en Ciencias Agrícolas. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, (EARTH), Guácimo, Limón, Costa Rica. 117 p. 2008.
2. Aragón C., Carvalho L., González J., Escalona M., Amâncio S. The physiology of ex vitro pineapple (*Ananas comosus* L. Merr. var MD-2) as CAM or C3 is regulated by the environmental conditions. *Plant Cell Reports*. 31 (4): 757-769. 2012.
3. Aravena J. La expansión piñera en Costa Rica: La realidad de los perdedores de la agroindustria exportadora de la piña. Asociación de Comunidades Ecologistas la Ceiba, San José, Costa Rica. 56 p. 2005.

4. Azcón J., Talon M. Fundamentos de fisiología vegetal. Ed McGraw-Hill Interamericana, Madrid, España. 522 p. 2000.
5. Batagin K.D., Vieira C., Ossamu F.A., de Almeida M. Alterações morfológicas foliares em piñazeiros cv. IAC Gomo-de-mel micropropagados e aclimatizados em diferentes condições de luminosidade. *Acta Botânica Brasílica*. 23 (1): 85-92. 2009.
6. Bergen J.A. La expansión piñera en Costa Rica. Asociación de Comunidades Ecologistas la Ceiba, San José, Costa Rica. 56 p. 2005.
7. Cavallero L., Galetti L., López D., McCargo J., Barberis I.M. Morphological variation of the leaves of *Aechmea distichantha* Lem. plants from contrasting habitats of a Chaco forest: a trade-off between leaf area and mechanical support. *Revista Brasileira de Biociencias*. 9 (4): 455-464. 2011.
8. Cubero D., Sandí V. Técnicas agroambientales para el manejo del cultivo de piña. Ministerio de Agricultura e Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José, Costa Rica. 109 p. 2013.
9. Flores E., Camacho B., Quintero A., Duran D. Presencia de *Thielaviopsis paradoxa* y *Penicillium* spp. en frutos de piña en Pampán, estado Trujillo, Venezuela, *Comp. Fac. Agron. (LUZ)*, 2010. Recuperado 07 Jun 2017. Disponible En: <http://www.revfacagronluz.org.ve/Compendio%20Digital/jornadas2010/PDF/fi-21.pdf>
10. Fonseca R. Fertilización mediante el método de Stroller en el cultivo de piña (*Ananas comosus*) (L.) Merr. Híbrido MD-2, en la finca el Tremedal S.A, Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela de Agronomía, Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica. 81 p. 2010.
11. García A., Rodríguez M. Proyecto "Colombia, Costa Rica, Nicaragua: Reduciendo el escurrimiento de plaguicidas al mar Caribe". Manual de Buenas Prácticas Agrícolas para la producción de piña en Costa Rica, BANACOL, Departamento de Asistencia Técnica y Agricultura de, 66 p. 2011. Recuperado 18 Julio 2017. Disponible En: <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-demostrativos/costa-rica-1/publicaciones-banacol/Manual%20BPA%20Banacol.pdf>
12. Gratani L. Plant phenotypic plasticity in response to environmental factors. *Advances in botany*. 2014 (Article ID 208747): 1-17. 2014.
13. IDEAM, Anuario climatológico. Grupo de Climatología y Agro-climatología. Ministerio del medio Ambiente, MINAMBIENTE, Bogotá, Colombia. 356 p. 2016.
14. Jiménez J.A. Manual práctico para el cultivo de piña de exportación. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 224 p. 1999.
15. MAG, Ministerio de Agricultura y Ganadería. Manual de buenas prácticas agrícolas para la producción de piña. MAG, Servicio Fitosanitario del Estado, San José, Costa Rica. 136 p. 2010.
16. Maglianesi M.A. Desarrollo de las piñeras en Costa Rica y sus impactos sobre ecosistemas naturales y agro-urbanos. *Biocenosis*. 27 (1-2): 62-70. 2013.
17. Pac P.J. Experiencias en el cultivo de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) con el híbrido MD2 en la finca La Plata, Coatepeque, Quetzaltenango, Tesis Ingeniero Agrónomo. Instituto de Investigaciones Agronómicas. Facultad de Agronomía, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. 48 p. 2005.
18. Valverde R. Comportamiento agronómico del cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr) híbrido MD-2 en la localidad del arado, la chorrera, Panamá, Tesis Ingeniero Agrónomo. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, Costa Rica. 63 p. 2004.

Influencia del uso de carbonato de calcio en la fertilización de *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria dictyoneura*

Influence of the use of calcium carbonate in the fertilization of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria dictyoneura*

Influência do uso de carbonato de cálcio na fertilização de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria dictyoneura*

Morera Perilla Niyer Obed¹, Riaño Peña Diego Mauricio¹ y Silva Parra Amanda²

¹I.A., Universidad de los Llanos y

²I.A., MSc., PhD., Docente Universidad de los Llanos

asilvap@unillanos.edu.co

Recibido 18 de Octubre de 2017, Aceptado 26 de Mayo 2018

RESUMEN

Este experimento se realizó en una región de clima cálido húmedo con precipitaciones entre 2700 y 3000 mm/año, con suelos ácidos y de baja fertilidad, cuyo objetivo fue evaluar la aplicación de carbonato de calcio (CaCO_3) y fertilizantes en dos tipos de gramíneas para establecer interacciones entre las propiedades químicas del suelo y producción de forraje. El cálculo de la cantidad de cal a aplicar (dosis total (DT)) se realizó con base en el porcentaje de aluminio tolerable, por lo cual los tratamientos fueron: E1= 0 ton/ha (testigo), E2 = 0.74 ton/ha (1/3 de DT), E3 = 1.49 ton/ha (2/3 de DT) y E4 = 2.24 ton/ha (3/3 de DT) de CaCO_3 aplicado en todos los tratamientos después de la recuperación de la pastura a los 45 días. El diseño fue bloques completos al azar con arreglo factorial por tipo de gramínea (*Brachiaria decumbens* y *Brachiaria dictyoneura*), dosis de cal aplicada (4 enmiendas) y tres componentes de fertilización (N, P, y K), con tres repeticiones para un total de 72 unidades experimentales (2x4x3x3), cada una de 16 m², factores que se relacionaron con materia orgánica (MO), fósforo (P), pH, aluminio (Al), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na). Las variables analizadas fueron: producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS). El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA con significancia del 95%, y

comparación de medias con el test de Tukey. El Al intercambiable en *B. decumbens* aumentó conforme incrementó la dosis de encalado, puesto que en E3 y E4 fue mayor a 2.2 cmol_c/kg de suelo; en tanto que con *B. dictyoneura* la dosis de cal 1/3 del total lo disminuyó siendo menor a 1.98, aunque ambos valores seguían siendo altos en el suelo, indicando que las dosis aplicadas no lograron reducir el exceso de Al, siendo diferentes entre sí ($P < 0.05$). *B. decumbens* presentó mayor producción de FV y MS que *B. dictyoneura* ($P < 0.05$), la diferencia entre las producciones de biomasa fresca y seca en ambas especies de pastos, estuvo relacionada con las características propias de las pasturas y la tolerancia de *B. decumbens* a las condiciones de acidez y poca influencia de los factores limitantes como el exceso de Al; bajo pH y contenido de MO y P. La dosis de cal más alta con urea en E3 mejoró la eficiencia del P disponible en el suelo de las pasturas, igualmente generó una mayor producción de biomasa bajo condiciones de suelos ácidos. Potencializar los factores de producción de *B. dictyoneura* en la zona sería importante para mejorar su producción, puesto que con esta especie se incrementa la MO, el P disponible, y se reduce el Al intercambiable y el pH; en comparación con *B. decumbens*, cuando se fertiliza con N se mejoran los contenidos de MO, por otra parte, con todas las dosis de encalado evaluadas se redujo el Al intercambiable del suelo.

Palabras clave: Gramínea, suelos ácidos, producción de biomasa, pasturas, ganadería.

ABSTRACT

This experiment was carried out in a humid warm climate region with rainfall between 2700 and 3000 mm/year, with acid and low fertility soils, whose objective was to evaluate the application of calcium carbonate (CaCO_3) and fertilizers in two types of grasses to establish interactions between soil chemical properties and forage production. The calculation of the amount of lime to be applied (total dose (TD)) was made based on the percentage of tolerable aluminum, for which the treatments were: E1 = 0 ton/ha (control), E2 = 0.74 ton/ha (1/3 of TD), E3 = 1.49 ton/ha (2/3 of TD) and E4 = 2.24 ton/ha (3/3 of TD) of CaCO_3 applied in all

treatments after the recovery of the pasture at 45 days. The design was randomized complete blocks with factorial arrangement by type of grass (*Brachiaria decumbens* and *Brachiaria dictyoneura*), applied dose of lime (4 amendments) and three components of fertilization (N, P, and K), with three repetitions for a total of 72 experimental units (2x4x3x3), each one of 16 m², factors that were related to organic matter (OM), phosphorus (P), pH, aluminum (Al), calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K) and sodium (Na). The variables analyzed were: green forage production (FV) and dry matter (DM). The statistical analysis was performed using ANOVA with 95% significance, and comparison of means with the Tukey test. The Al exchangeable in *B. decumbens* increased as the liming dose was increased, because in E3 and E4 it was greater than 2.2 cmol/kg of soil; while with *B. dictyoneura* the dose of lime 1/3 of the total decreased it being less than 1.98, although both values remained high in the soil, indicating that the doses applied did not manage to reduce the excess of Al, being different from each other ($P < 0.05$). *B. decumbens* showed higher production of FV and MS than *B. dictyoneura* ($P < 0.05$), the difference between the production of fresh and dry biomass in both pasture species, was related with the own characteristics of the pastures and the tolerance of *B. decumbens* to the conditions of acidity and little influence of the limiting factors such as the excess of Al, low pH and content of OM and P. The highest dose of lime with urea in E3 improved the efficiency of the P available in the soil of the pastures, it also generated a higher biomass production under acid soil conditions. Potentializing the production factors of *B. dictyoneura* in the area would be important to improve its production, because with this species is increased the MO, the P available, and the exchangeable Al and pH are reduced; in comparison with *B. decumbens*, when is fertilized with N, the OM contents are improved; on the other hand, with all the liming doses evaluated, the exchangeable Al of the soil was reduced.

Keywords: Grass, acid soils, biomass production, pastures, livestock.

RESUMO

Este experimento foi realizado em uma região de clima quente úmido, com precipitações entre 2700 e 3000 mm/ano, com solos ácidos e de baixa fertilidade, cujo objetivo foi avaliar a aplicação de carbonato de cálcio (CaCO_3) e fertilizantes em dois tipos de gramíneas para estabelecer interações entre propriedades químicas do solo e produção de forragem. O cálculo da quantidade de cal a aplicar (dose total (DT)) foi feito com base na percentagem de alumínio tolerável, pelo qual os tratamentos foram: E1 = 0 ton/ha (controle), E2 = 0.74 ton/ha (1/3 do DT), E3 = 1.49 ton/ha (2/3 do DT) e E4 = 2.24 ton/ha (3/3 do DT) de CaCO_3 aplicado em todos os tratamentos após a recuperação do pasto aos 45 dias. O delineamento experimental foi blocos completos casualizados com arranjo fatorial por tipo de grama (*Brachiaria decumbens* e *Brachiaria dictyoneura*), dose aplicada de cal (4 emendas) e três componentes de fertilização (N, P e K), com três repetições para um total de 72 unidades experimentais (2x4x3x3), cada uma com 16 m², fatores que foram relacionados com a matéria orgânica (MO), fósforo (P), pH, alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na). As variáveis analisadas foram: produção de forragem verde (FV) e matéria seca (MS). A análise estatística foi realizada por meio da ANOVA, com significância de 95%, e comparação de médias com o teste de Tukey. O Al trocável em *B. decumbens* aumentou com o aumento da dose de cal aplicada, já que em E3 e E4 foi maior a 2.2 cmol_c/kg de solo; enquanto que com *B. dictyoneura* a dose de cal 1/3 do total diminuiu sendo menor que 1.98, embora ambos os valores permanecessem elevados no solo, indicando que as doses aplicadas não conseguiram reduzir o excesso de Al, sendo diferentes um do outro (P<0.05). *B. decumbens* apresentou maior produção de FV e MS que *B. dictyoneura* (P<0.05), a diferença entre a produção de biomassa fresca e seca em ambas as espécies de pastagem, estava relacionada com características próprias das pastagens e a tolerância de *B. decumbens* a condições de acidez e pouca influência de fatores limitantes, como o excesso de Al, baixo pH e conteúdo de MO e P. A maior dose de calcário com uréia em E3 melhorou a eficiência do P disponível no solo das pastagens, também gerou uma maior produção de biomassa em condições de solo ácido.

Potencializar os fatores de produção de *B. dictyoneura* na área seria importante para melhorar sua produção, já que com esta espécie aumenta o MO, o P disponível, e o Al e pH trocáveis são reduzidos; em comparação com *B. decumbens*, quando é fertilizado com N, o conteúdo de MO é melhorado; por outro lado, com todas as doses de cal avaliadas, o Al trocável do solo foi reduzido.

Palavras-chave: Grama, solos ácidos, produção de biomassa, pastagens, gado.

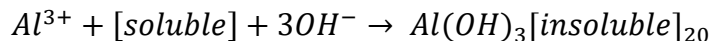
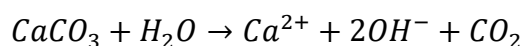
INTRODUCCIÓN

Las pasturas que son la base de la alimentación de los bovinos, se han introducido posterior a la evaluación y selección por su adaptación en suelos con alta saturación de aluminio (Al); se ha demostrado que *Brachiaria decumbens*, tiene capacidad de acumular altas concentraciones de este mineral en las raíces lo que favorece la síntesis de malato, aunque se disminuye su rendimiento (Hartwig *et al.*, 2007). Es importante señalar que el Al puede afectar a la planta, interfiriendo en su absorción de nutrientes esenciales como calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K), además en niveles altos es tóxico para las raíces (Sanchez y Salinas, 2008). El desarrollo de genotipos de pastos tolerantes al aluminio ha contribuido al incremento de la producción de biomasa en los suelos ácidos de los trópicos.

El Al^{+3} en la solución del suelo es el principal responsable de la disminución en el rendimiento de las plantas, debido a que inhibe el desarrollo de las raíces (Zapata, 2004). Altos niveles de saturación de Al^{+3} también reducen su crecimiento, absorción de agua y nutrimentos, inhibiendo así su elongación y penetración en el suelo, dificultando que las raíces lleguen al subsuelo, y por lo tanto se obstaculiza la translocación de nutrimentos a la parte aérea, los cuales se manifiestan principalmente como deficiencias de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) (Li y Johnson, 2016).

Los fertilizantes son insumos de elevado valor que representan un importante porcentaje en los costos de establecimiento y mantenimiento de las praderas, porque la corrección de la acidez de los suelos con el uso de carbonato de calcio ($CaCO_3$) puede ayudar a mejorar su eficiencia y disponibilidad de los nutrientes en

el suelo para alcanzar mayores rendimientos. El uso de esta sustancia correctiva como complemento de la fertilización puede ser también una práctica que da muy buenos resultados en praderas de *Brachiaria decumbens* ya establecidas en suelos ácidos (Anchão *et al.*, 2003; Rincón *et al.*, 2010), pero esta práctica es poco frecuente entre los ganaderos por lo que no hay un resultado claro y visible de su efecto cuando se combina con fertilizantes. Castro y Munevar, (2013) reportan que el CaCO_3 es el principal componente de la piedra caliza, y se utiliza como enmienda para neutralizar la acidez del suelo y suministrar calcio (Ca) para la nutrición de las plantas. Este componente reduce el Al soluble por dos reacciones:



Jiménez *et al.*, (2010) afirman que la pastura se utiliza como base de alimentación de los bovinos y que el retorno de nutrientes al suelo se realiza de manera natural a través de hojarasca producida por el pastizal y por las excretas de animales; sin embargo, altas intensidades de pastoreo, reducen la acumulación de hojarasca y el reciclaje de nutrientes se produce solamente a través de las excretas animales, lo cual no es suficiente (Rodríguez *et al.*, 2001), por lo tanto se requiere aportar al suelo los nutrientes necesarios para mantener de manera constante la producción de biomasa, puesto que la fertilización afecta la composición química del pasto, haciendo más disponible el elemento que se aplica.

La acelerada acidificación de muchos suelos bajo el esquema del mejoramiento de las pasturas, que son fertilizadas con nitrógeno en varias partes del mundo, elemento que en gran parte, se lixivia en forma de nitrato y no puede ser utilizado por la planta, participa en una amplia proporción en la acidificación de los suelos, estimándose que entre 14 a 80 kg de nitrógeno en forma de nitrato puede ser lixiviado por hectárea al año, aun cuando los requerimientos pueden alcanzar hasta 400 kg de N/ha en pasturas de alta producción, aunque tienen elevadas pérdidas (hasta 200 kg N/ha) (Arias *et al.*, 2004; Civeira y Rodríguez, 2011)

El fósforo, es un mineral, que se afecta en su disponibilidad por la acidez del suelo, que desde el punto de vista agronómico y de producción vegetal, cumple funciones como: estimulación del crecimiento y expansión foliar, promoción del crecimiento de las raíces y mejoramiento de la calidad nutricional de la pastura, por lo tanto, el fósforo es un macronutriente esencial para el crecimiento y desarrollo de las praderas (Rincón *et al.*, 2012). También se ha demostrado la escasa respuesta de la pradera natural establecida en suelos ácidos a las aplicaciones de potasio desde el primer que se aumenta a través de los diferentes cortes (Castro y Gómez, 2010). Diferentes estudios han demostrado que los suelos ácidos limitan la disponibilidad y absorción de N, K⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ y P (Quintero *et al.*, 2013), con respecto a esto, existen reportes sobre el uso benéfico de materiales como CaCO₃ para elevar el pH de los suelos ácidos (Auclerc *et al.*, 2012).

METODOLOGÍA

Este experimento se realizó en una zona del Piedemonte Llanero ubicado en la región de la Orinoquia de Colombia, con alturas que van desde los 200 a 700 msnm, la altitud en la zona es de 430 msnm (CORPOICA, 2007). De acuerdo con el sistema de clasificación de Koeppen, el clima es tropical húmedo y seco (clima de sabana), con épocas bien definidas de lluvia y de sequía, con promedios de precipitación de 2700 a 3000 mm/año, temperatura de 28°C y humedad relativa del 85%.

Los tratamientos se establecieron de acuerdo con el factor tipo de pastura: B1= *Brachiaria decumbens* y B2= *Brachiaria dictyoneura*; tres componentes de fertilización: N, P y K, siendo N= urea (46% de N), P= (46% P₂O₅), K= KCl (65% K₂O), y cuatro dosis CaCO₃ (cal), las cuales se determinaron mediante la metodología de Cochrane *et al.*, (1980) teniendo en cuenta que el Al intercambiable fue de 1.90 cmol_c/kg, Ca 0.55 cmol_c/kg, Mg 0.05 cmol_c/kg, K 0.09 cmol_c/kg, la sumatoria da como resultado la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), 2.61 cmol_c/kg, porcentaje de aluminio tolerable por el cultivo 25%, y se realizó el encalado así: E1= cero ton/ha (testigo); E2= 0.74 ton/ha (1/3 de la

dosis total (DT)); E3= 1.49 ton/ha (2/3 de la DT) y E4= 2.24 ton/ha (3/3 de la DT de CaCO₃). Estas dosis se definieron con base en un análisis inicial de suelo realizado en laboratorio, donde 2.74 ton/ha es la dosis de cal (encalado) recomendada (Salinas, 1989), aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Toneladas de CaCO}_3 \text{ (ton/ha)} = 1.8 X (\text{Al} - \text{RAS}(\text{Al} + \text{Ca} + \text{Mg}))/100 \text{ g de suelo}$$

Donde RAS es el máximo porcentaje de aluminio intercambiable tolerado por el cultivo. Todos los tratamientos se evaluaron en un solo corte después de la recuperación de la pastura a los 45 días. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con arreglo factorial, donde el primer factor correspondió a los tipos de pasturas, el segundo a las cuatro dosis de cal y el tercero a los tres componentes de fertilización: N, P, y K; factores que se relacionaron con el contenido de materia orgánica (MO), P, pH, Al, Ca, Mg, K y Mg. El total de unidades experimentales fue el resultado de las interacciones entre tres estos factores: dos pastos, cuatro dosis de CaCO₃, tres componentes de fertilización y tres repeticiones (2x4x3x3), para un total de 72 unidades experimentales, cada una de 16 m², que corresponde a un total de 1.152 m² de área experimental, siendo el área útil de cada parcela 12 m², evitando así el efecto de bordes.

Las variables analizadas fueron producción de forraje verde (FV) y materia seca (MS), para lo cual a los 45 días post-aplicación de tratamientos se realizaron aforos en cada unidad experimental con marcos cuadrados de 40 cm, y posteriormente se extrapolaron los datos a ton/ha. Las submuestras de FV se secaron a 65°C durante 72 horas en estufa de ventilación forzada, para estimar el porcentaje de materia seca parcial por diferencia de peso antes y después del secado (Posada *et al.*, 2007). El análisis estadístico de los datos se realizó mediante ANOVA con un nivel de significancia del 95%, y en la comparación de medias se aplicó el test de Tukey (P<0.05), utilizando el paquete estadístico INFOSSTAT versión 2017 (Di Renzo *et al.*, 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de suelo evidencia bajos niveles de MO, indicando que la actividad de los organismos del suelo (biota), incluyendo los microorganismos, es reducida, afectando la descomposición de los residuos que son posteriormente forman la MO, en consecuencia nutrientes como nitrógeno, fósforo y azufre no son liberados dentro del suelo en formas que pueden ser usadas por las plantas, afectando así la disponibilidad de nutrientes, por lo cual el contenido de minerales es bajo, haciendo que estos suelos tengan una baja fertilidad. Este suelo tiene una reacción ácida, con pH inferior a 5.5, siendo la acidificación una de las causas más importantes de degradación de los suelos, porque es un proceso químico en el que aumentan los hidrogeniones (H^+), al mismo tiempo que se disminuye la concentración de cationes básicos como calcio (Ca^{2+}), magnesio (Mg^{2+}), sodio (Na^+) y potasio (K^+) con un alto contenido de aluminio que se solubiliza y se convierte en su catión trivalente Al^{3+} , que en altas cantidades es tóxico para la planta. La acidez del suelo hace que las raíces estén siempre expuestas al aluminio lo cual afecta su producción.

Tabla 1. Análisis de suelo de las parcelas establecidas con *Brachiaria dictyoneura* y *B. decumbens*

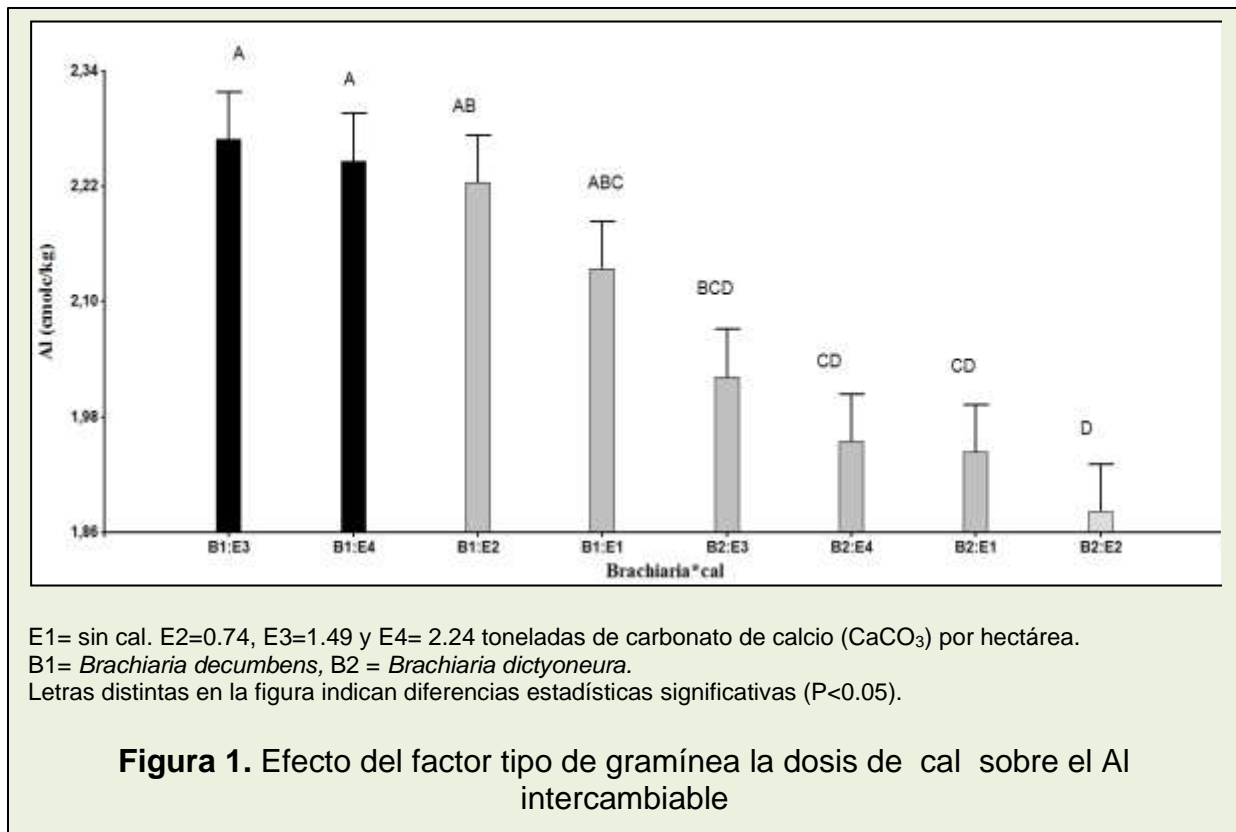
Parámetros			
MO %	1.7	P (pmm)	2.9
pH	4.6	Cu (ppm)	1.8
Al (mq/100gr de suelo)	1.90	Fe (ppm)	163.37
Ca (mq/100gr de suelo)	0.55	Mn (ppm)	31.25
Mg (mq/100gr de suelo)	0.05	Zn (ppm)	0.55
K(mq/100gr de suelo)	0.09	B (ppm)	0.18
Na(mq/100gr de suelo)	0.02	S (ppm)	4.78

MO=Materia orgánica. Tipo de suelo: Franco arcilloso

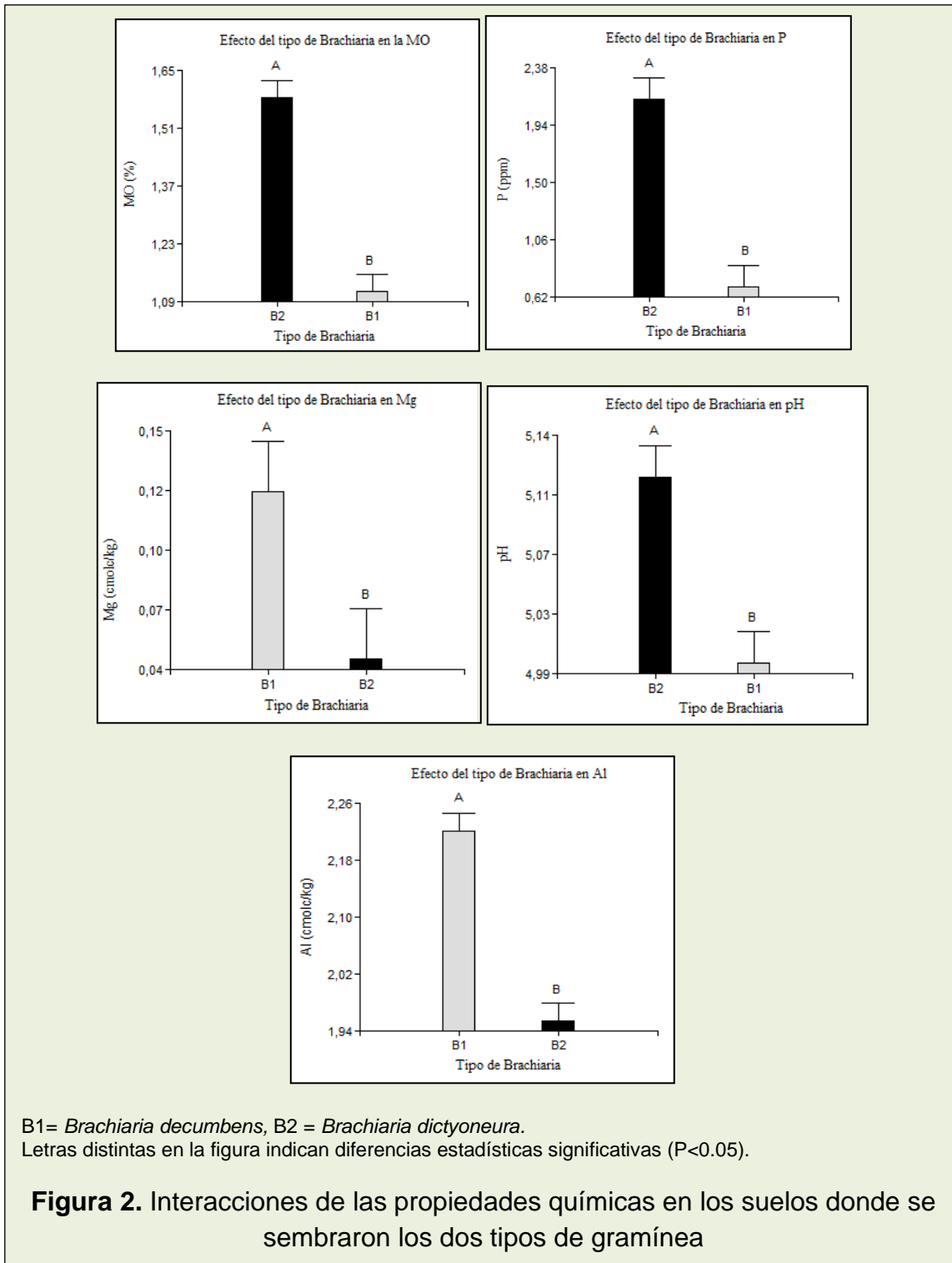
Metodología: MO: Walkley black. S: Fosfato monobásico de Calcio. Cationes: $ACNH_4$, 1N, pH 7,0.

Elementos menores DIPA. Al: HC 1N. B: en frio HCL, 0,03M. P: Bray II. PH: 1:1 suelo: agua

El Al intercambiable en *B. decumbens* aumentó con las dosis de encalado más altas, E3 y E4 (mayor de 2,2 cmolc/kg de suelo), en tanto que con *B. dictyoneura* la dosis de cal 1/3 del total lo disminuyó siendo menor a 1.98, ambos valores siguen siendo altos en el suelo (Figura 1), lo que indica que las dosis aplicadas no lograron reducir el Al, aunque la respuesta si fue diferente en función de la cantidad aplicada ($P < 0.05$).

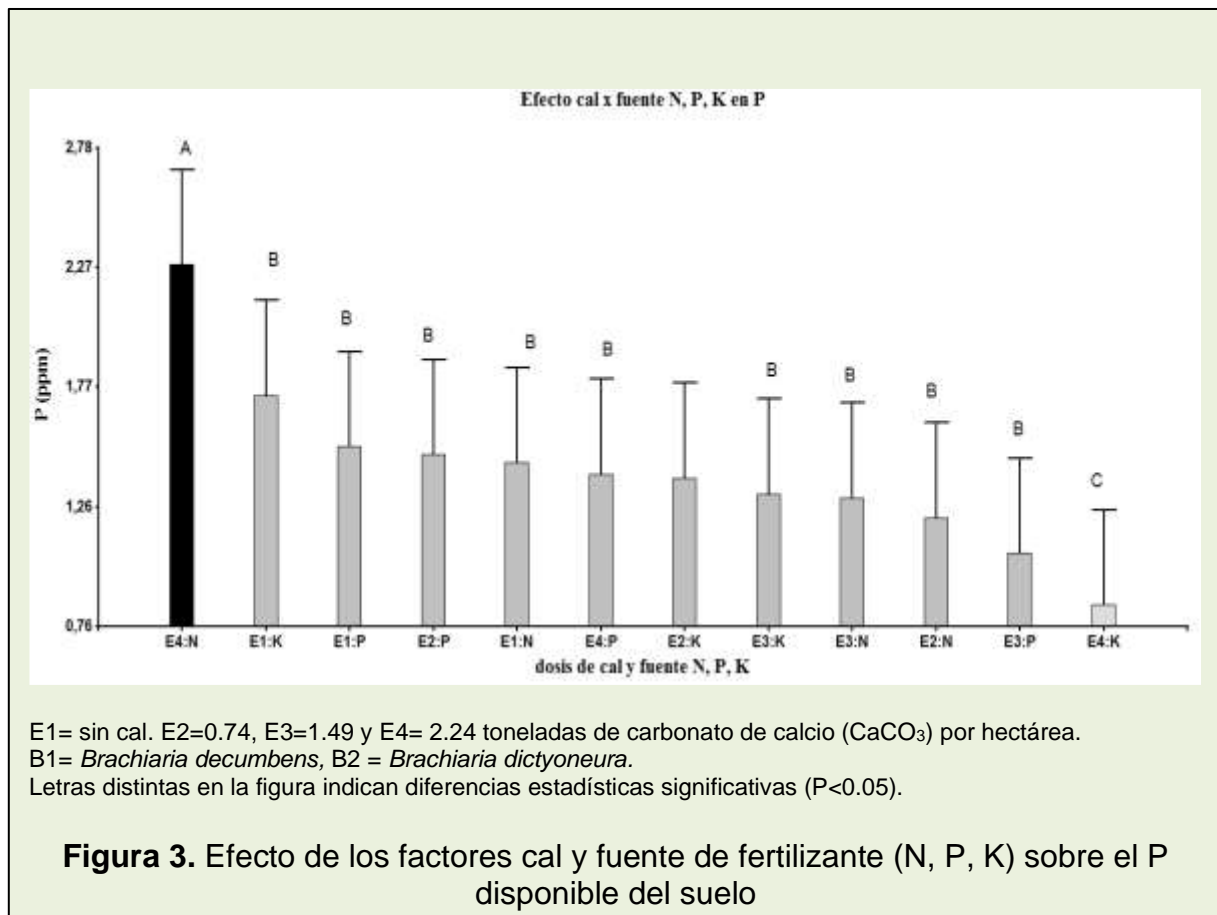


Las comparaciones entre *B. decumbens* y *B. dictyoneura* con relación a las propiedades químicas del suelo presentaron efectos ($P < 0.05$) en MO, P, pH, Al y Mg. En *B. dictyoneura* los promedios de MO, P y pH fueron 1.58%, 2.13 ppm y 5.12, mayores que en *B. decumbens* 1.11%, 0.70 ppm y 5.0 respectivamente; (Figura 2), en ambos casos los contenidos están clasificadas según el IGAC, (2003) como bajos para la zona. En *B. decumbens* se encontraron mayores contenidos de Al intercambiable (2.22 cmolc/kg de suelo) en comparación con la otra gramínea (1.95 cmolc/kg de suelo) ($P < 0.05$) (Figura 2).



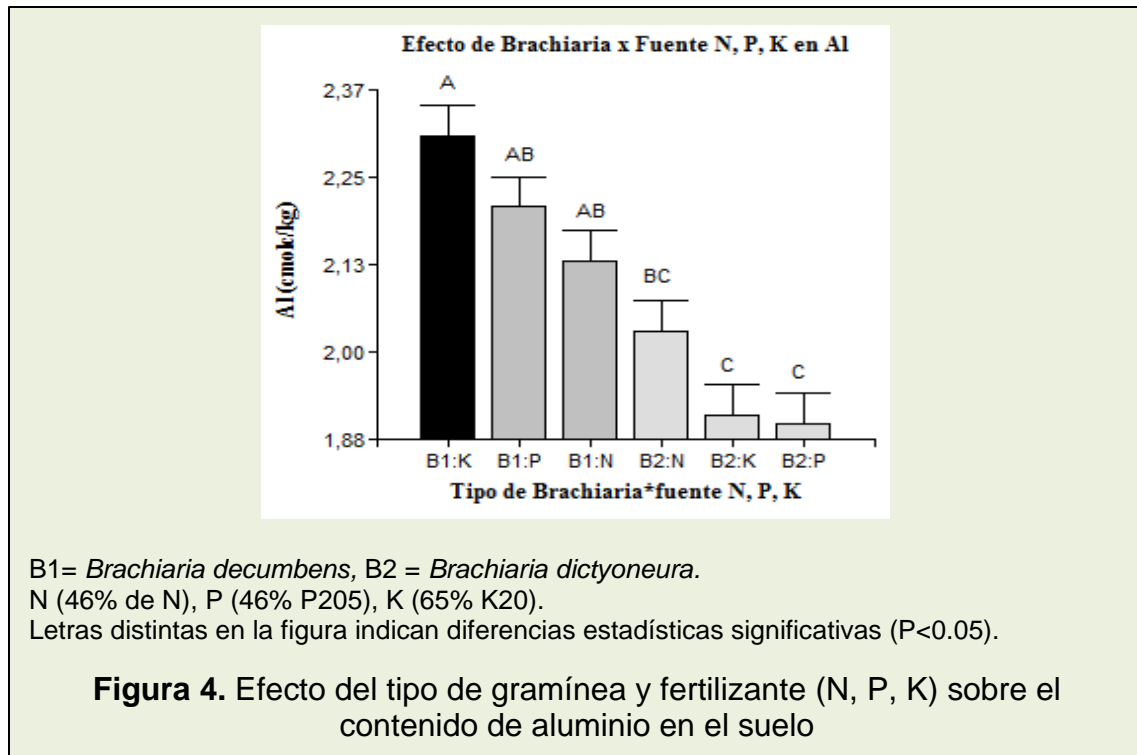
Según el IGAC, (2003) estos valores tipifican a los suelos con alta acidez intercambiable puesto que son mayores a 1 cmol_c/kg de suelo; el Mg fue superior a 0.10 cmol_c/kg de suelo en *B. decumbens* (0.12) (P<0.05) y menor a 0.07 en *B.*

dictyneura (0.05), considerados como bajos ($P < 0.05$), siendo menores 1.5 cmol_c/kg de suelo, que es lo estipulado para que un suelo sea adecuado en el contenido de este mineral. Por otro lado, la dosis de cal más alta junto con nitrógeno mejoró la eficiencia del fósforo en el suelo con valores que oscilaron entre 1.77 a 2.27 ppm, a diferencia del caso en que se utilizó potasio, donde dicho contenido fue menor a 1.26 ppm, siendo diferentes a las otras interacciones evaluadas ($P < 0.05$) (Figura 3).

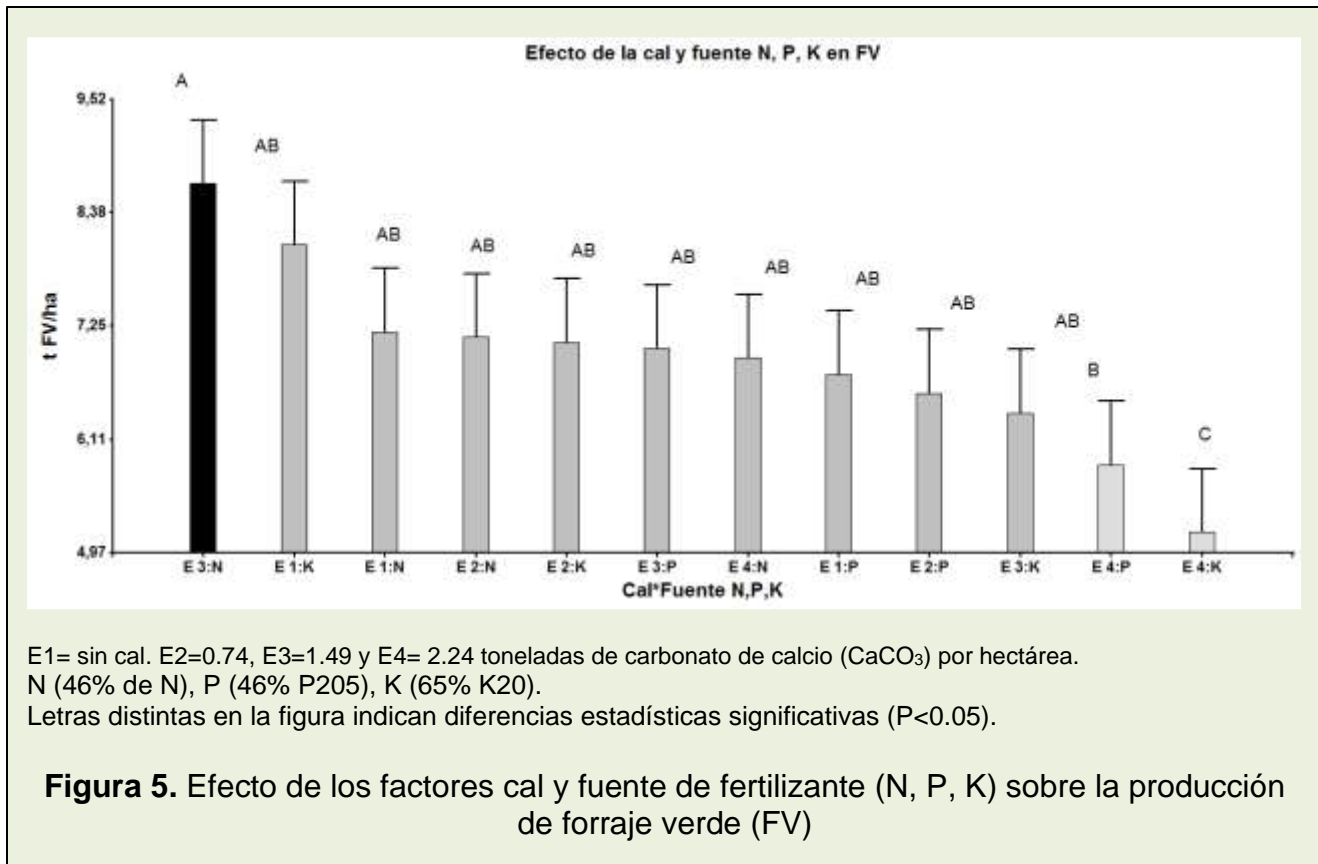


Se observó que el efecto en los contenidos de Al estuvo influenciado por el tipo de gramínea y no por las dosis crecientes de cal, puesto que en *B. decumbens* este mineral aumentó con las dosis más altas de cal en E3 y E4, con valores medios que oscilaron entre 2.22 y 2.34 cmol_c/kg de suelo respectivamente ($P < 0.05$), siendo diferente a *B. dictyoneura* que presentó un menor contenido de Al intercambiable con la dosis de cal más baja E2, entre 1.86 y 1.98 cmol_c/kg de

suelo ($P<0.05$). Por lo tanto no hubo una relación directa entre los aumentos en las dosis de cal con la disminución del Al intercambiable del suelo (Figura 4).

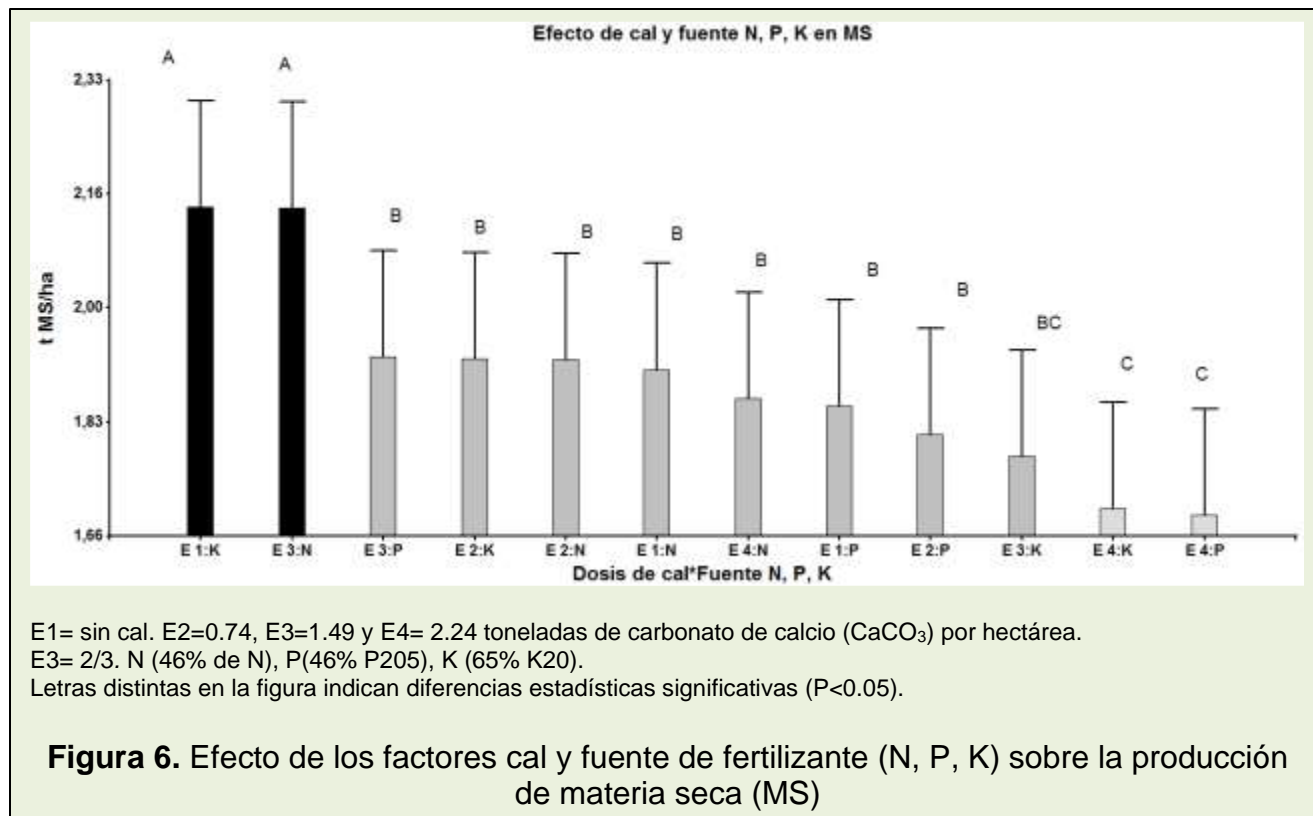


La producción de forraje verde (FV) (Figura 5) respondió positivamente a la aplicación de cal (E3) con nitrógeno (mayor a 8.38 toneladas de FV por hectárea), pero fue menor a E4 con fósforo y potasio, que presentaron valores inferiores a 6.11 ton FV/ha, por lo cual fueron diferentes entre sí ($P<0.05$). Así mismo la tendencia con la producción de materia seca (MS) (Figura 6) fue similar a la encontrada en FV, donde la dosis de cal E1 y E3 con potasio y nitrógeno mostraron los mayores contenidos con valores que oscilaron entre 2.0 y 2.16 toneladas de MS/ha, pero las dosis más altas de cal E4 con potasio y fósforo presentaron los menores contenidos de MS con valores entre 1.66 y 1.83 toneladas de MS/ha ($P<0.05$).



Los valores de aluminio y pH están relacionados, presentando una variación notable del Al entre las pasturas (Figura 1). De acuerdo al análisis de suelo (Tabla 1), en *B. decumbens* hubo mayor contenido de Al con las dosis más altas de cal E3 y E4, contrario a *B. dictyoneura*. Según Primavesi *et al.*, (2005) con la aplicación de dosis más altas de calcio, éste puede ser lixiviado reduciéndose su efecto en la neutralización del aluminio; posiblemente se precipita en la forma iónica de nitrato de calcio, pudiendo aumentar en tres años la concentración de calcio intercambiable en 10 veces a una profundidad de un metro, principalmente en suelos con 25 a 30% de arcilla. Esta afirmación puede explicar el comportamiento obtenido en *B. decumbens*, en donde las precipitaciones superaron los 3000 mm/año. Una de las grandes preocupaciones relacionadas con el uso de altas cantidades de cal para neutralizar el aluminio en suelos ácidos dominados por arcillas 1:1 es el posible efecto que puede traer sobre la oxidación intensa de la materia orgánica en su proceso de mineralización, puede ocurrir

formación de moléculas orgánicas de pequeño peso molecular y haber acomplejamiento del calcio, que así puede ser lixiviado en profundidad (Ziglio *et al.*, 1995).



Por otra parte *B. dictyoneura* respondió mejor a la dosis de cal más baja E2 en la reducción de aluminio (Figura 1), dicho resultado podría ser interesante a la hora de recomendar el tipo de pastura y la dosis de cal más apropiada en la zona de estudio para la reducción de la fitotoxicidad de este elemento, aunque este no haya sido neutralizado en su totalidad. Según Paulino *et al.*, (1994) los contenidos de aluminio son disminuidos con las dosis crecientes de cal, no ocurriendo neutralización total del aluminio intercambiable.

En suelos con *B. dictyoneura* se generaron mayores valores de pH y menores de aluminio intercambiable, al contrario de lo sucedido en la otra gramínea (Figura 2), lo cual fue corroborado por Paulino y Teixeira, (2010) debido a la tolerancia que tienen estas plantas a la acidez de los suelos y una relativa adaptación a las

condiciones de baja fertilidad, más sin embargo este grado varía entre ellas, dependiendo de sus características genéticas. Grundy *et al.*, (2001) encontraron que *B. decumbens* es tolerante a la toxicidad de aluminio, lo cual es ratificado por los resultados de este experimento. Se observó que *B. dictyoneura* presentó mayores contenidos de materia orgánica debido al mayor incremento en pH y disminución de los contenidos de aluminio, aunque siguen estando en un rango considerado como alto. Según Hartwig *et al.*, (2007) los mecanismos fisiológicos de este tipo de pasturas pueden resultar en la activación de aniones de ácidos orgánicos como citrato que actúan como quelantes del aluminio y el secuestro de estos complejos por las vacuolas, disminuyendo su efecto nocivo en los suelos y favoreciendo un mayor desarrollo de las plantas. Por su parte el efecto de un mayor contenido de aluminio en los suelos pudo haber influido en menores contenidos de fósforo disponible en el caso de *B. decumbens*, porque el Al inhibe el crecimiento radicular de las plantas, reduciendo los cationes (Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+) y la disponibilidad de fósforo en los suelos y su consecuente absorción, siendo la principal limitante en los suelos en donde sembraron estas dos gramíneas.

La ausencia de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio en la fase de establecimiento de la pastura y la reposición de nutrientes extraídos por las pasturas tropicales, pueden ser los principales factores incidentes en la degradación de éstas (Anchão *et al.*, 2003). A pesar de la baja disponibilidad de fósforo, el uso de fertilizantes fosfatados se complica debido al hecho de que éstos suelos presentan alta capacidad de fijación de fosfatos transformándolos en formas no disponibles para la planta como el fosfato de aluminio que es favorecido por la alta acidez intercambiable (Macedo, 2004; Castro y Gómez, 2010) por lo tanto, este factor incide posiblemente en un menor desarrollo radicular de las pasturas, lo que se tradujo en menores contenidos de materia orgánica. Las pasturas respondieron bien a las fertilizaciones con nitrógeno (Figura 4) lo que aumentó el contenido de materia orgánica del suelo, puesto que la principal deficiencia es dicho elemento, manifestándose con un bajo contenido de proteína en los forrajes. La eficiencia del uso de N disminuye con el aumento de sus dosis y tiende a incrementarse a través de los años, por el efecto del N residual y su

liberación cuando esta inmovilizado (Primavesi *et al.*, 2005; de Pinho *et al.*, 2009). Según Rincón *et al.*, (2008) los pastos adaptados a las condiciones de estos suelos ácidos han presentado buena respuesta a la aplicación de nitrógeno, fósforo, calcio, potasio, magnesio y azufre.

B. decumbens presentó mayor producción de FV y MS que *B. dictyoneura* (Figuras 5 y 6), como claramente fue demostrado por Ferreira *et al.*, (2007) quienes confirman que la producción de forraje de especie *Brachiaria* es muy variable. La diferencia entre las producciones de biomasa fresca y seca en ambas especies de pastos, estuvo relacionada por las características propias de las pasturas y la tolerancia de *B. decumbens* a las condiciones de acidez, en adición a que no fue influenciado por los factores limitantes como el alto nivel de Al, bajos pH y contenido de MO y P (Reyes *et al.*, 2009).

Rosas *et al.*, (2017) demostraron que las barreras apoplásticas podrían determinar la resistencia al aluminio entre especies de *Brachiaria*. La eficiencia en la absorción de fósforo se refiere a la habilidad de las gramíneas para tomar gran cantidad del elemento por unidad de longitud de raíz cuando se siembran en condiciones de baja disponibilidad de dicho elemento (Carvalho *et al.*, 2002). *B. decumbens* pudo presentar una mayor producción que la otra gramínea bajo las mismas condiciones ambientales y de cultivo. Referente a esto Rao *et al.*, (1995) reportaron mayor eficiencia de uso de fósforo en *B. decumbens* que en otros cultivares de la misma especie, mientras que Correa y Haag, (1993) encontraron mayor eficiencia en *B. decumbens* con *B. brizantha* y *P. maximun* y en términos generales su mayor eficiencia de uso permite que la especie persista en suelos con bajo contenido de fósforo. De acuerdo con Navajas, (2011) este pasto muestra una gran capacidad de absorción de fósforo, que es un mineral esencial en el desarrollo del sistema radicular y su aporte se ve reflejado en la producción de biomasa (Rincón *et al.*, 2008), estos mismos sustentan que la producción de materia seca de *B. decumbens* se estabiliza en 1.89 toneladas por hectárea, con un período de descanso de 26 días, y evaluado a los 45 días supera las 2 ton/ha, coincidiendo con los resultados de este trabajo.

CONCLUSIONES

Brachiaria decumbens mostró mejores características de producción de biomasa, lo cual es de especial interés para el sector ganadero, a pesar de comprobar que la alta acidez y aluminio intercambiable son factores limitantes porque determinan bajos contenidos de materia orgánica y fósforo.

La dosis alta de cal y urea mejoró la eficiencia del fósforo disponible en el suelo de las pasturas, lo cual generó mayor producción de biomasa de la pradera bajo condiciones de suelos ácidos.

Potencializar los factores de producción de *B. dictyoneura* en la zona sería importante para mejorar su producción, puesto que con esta especie se incrementa la materia orgánica, el fósforo disponible, al tiempo que se reduce el aluminio intercambiable y el pH. Además, cuando se fertiliza con nitrógeno se mejoran en mayor medida que con el *B. decumbens*, los contenidos de MO y pH

Con todas las dosis de encalado evaluadas se redujo el aluminio intercambiable del suelo. Aunque no se mostró por sí solo el efecto de la cal en las propiedades químicas del suelo y la planta, si se observó que en combinación con fertilizantes de nitrógeno, fósforo y potasio, la incorporación de nutrientes y cal evitó el deterioro de las pasturas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anchão P.P., Boaretto A.E., Ocheuze P.C., Salles W., Corsi M. Liming and fertilization to restore degraded *Brachiaria decumbens* pastures grown on an entisol. *Scientia Agricola*. 60 (1): 125-131. 2003.
2. Arias S.C., Pérez J.C., Rueda O.M. Lixiviación de nitratos en dos suelos al alterar sus propiedades físicas. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia*. (2): 35-40. 2004.
3. Auclerc A., Nahmani J., Aran D., Baldy V., Callot H., Gers C., Iorio E., Lapied E., Lassauce A., Pasquet A. Changes in soil macroinvertebrate communities following liming of acidified forested catchments in the Vosges Mountains (North-eastern France). *Ecological engineering*. 42 (2012): 260-269. 2012.
4. Carvalho V., Netto S., Vasconcellos C.A., Gilson E., de Moura C. Cinética de absorção de fósforo e crescimento do sistema radicular de genótipos de milho contrastantes para eficiência a fósforo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*. 1 (1): 85-92. 2002.
5. Castro H., Gómez M. Fertilidad de suelos y fertilizantes. *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Bogotá, Colombia*. 27-303 p. 2010.

6. Castro H., Munevar O. Mejoramiento químico de suelos ácidos mediante el uso combinado de materiales encalantes. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*. 16 (2): 409-416. 2013.
7. Civeira G., Rodríguez M.B. Nitrógeno residual y lixiviado del fertilizante en el sistema suelo-planta-zeolitas. *Ciencia del suelo*. 29 (2): 285-294. 2011.
8. Cochrane T., Salinas J., Sanchez P. An equation for liming acid mineral soils to compensate crop aluminium tolerance. *Tropical Agriculture*. 57 (2): 133-140. 1980.
9. CORPOICA, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Fundamentos biofísicos y socioeconómicos para la formulación de propuestas productivas para la Orinoquia alta colombiana. Convenio MADR-CORPOICA, Villavicencio, Colombia. 206 p. 2007.
10. Correa L.d.A., Haag H. Níveis críticos de fósforo para o estabelecimento de gramíneas forrageiras em Latossolo vermelho-amarelo, Alicó: I: Ensaio em casa de vegetação. *Embrapa Pecuária Sudeste-Artigo em periódico indexado (ALICE)*. 50 (1): 99-108. 1993.
11. de Pinho K.A., Pereira I., Faquin V., Pereira G., da Costa E. Produção de massa seca e nutrição nitrogenada de cultivares de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf sob doses de nitrogênio Dry mass production and nitrogen nutritional value of *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf cultivars under nitrogen doses. *Ciência e Agrotecnologia*. 33 (6): 1578-1585. 2009.
12. Di Renzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. *InfoStat versión 2017*. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. 2017. Recuperado 05 Jun 2017. Disponible En: <http://www.infostat.com.ar>
13. Ferreira A., Vieira A.J., Pinto G., Ferreira F., Silva R., Mattos C. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 36 (5): 1240-1246. 2007.
14. Grundy S., Jones D., Godbold D. Organic acid root-tip tissue-concentration in *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis*. *Developments in Plant and Soil Sciences*. Springer, p 506-507. 2001.
15. Hartwig I., Costa A., Irajá F., Bertan I., Gonzalez J.A., Mallmann D.A., Valério I.P., Maia L.C., Robe D.A., Sacramento C. Mecanismos associados à tolerância ao alumínio em plantas. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*. 28 (2): 219-228. 2007.
16. IGAC, Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Métodos analíticos del laboratorio de suelos. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Bogotá, Colombia. 2003.
17. Jiménez O., Granados L., Oliva J., Quiroz J., Barrón M. Calidad nutritiva de *Brachiaria humidicola* con fertilización orgánica e inorgánica en suelos ácidos. *Archivos de Zootecnia*. 59 (228): 561-570. 2010.
18. Li W., Johnson C.E. Relationships among pH, aluminum solubility and aluminum complexation with organic matter in acid forest soils of the Northeastern United States. *Geoderma*. 271 (1): 234-242. 2016.
19. Macedo M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região do Cerrado. *Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, Piracicaba, Brasil*, p 359-396. 2004.
20. Navajas V. Efecto de la fertilización sobre la producción de biomasa y la absorción de nutrientes en *Brachiaria decumbens* y *Brachiaria* híbrido Mulato, Magister en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía, Escuela de Posgrados, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 57 p. 2011.
21. Paulino V.T., Costa N., Cardelli L., Schammas E., Ferrari E. Resposta de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a calagem e a fertilização fosfatada em um solo ácido. *Pasturas Tropicales (CIAT)*. 16 (2): 34-40. 1994.

22. Paulino V.T., Teixeira E.M.d.L.C. Sustentabilidade de pastagens—manejo adequado como medida redutora da emissão de gases de efeito estufa. PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia. 4 (24, Ed 129): Art. 878, 18 p. 2010.
23. Posada S., Angulo J., Restrepo L. Validación de métodos de secado para la determinación de materia seca en especies forrajeras. Livestock Research for Rural Development. 19 (3): Art. 42. 2007.
24. Primavesi O., Primavesi A.C., de Almeida L., Armelin M.J. Calagem em pastagem degradada de capim-braquiária ("Brachiaria Decumbes") intensamente adubada com nitrogênio em latossolo vermelho amarelo distrófico. En: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, p 1-6. 2005.
25. Quintero M.A., Furtado A.-A., Schramm M., Pinto F., Viana M., Virupax C. Aluminum effects on growth, photosynthesis, and mineral nutrition of cacao genotypes. Journal of plant nutrition. 36 (8): 1161-1179. 2013.
26. Rao I.M., Ayarza M.A., García R. Adaptive attributes of tropical forage species to acid soils I. Differences in plant growth, nutrient acquisition and nutrient utilization among C4 grasses and C3 legumes. Journal of plant nutrition. 18 (10): 2135-2155. 1995.
27. Reyes A., Bolaños E., Hernández D., Aranda E., Izquierdo F. Producción de materia seca y concentración de proteína en 21 genotipos del pasto humidícola Brachiaria humidicola (Rendle) Schweick. Universidad y ciencia. 25 (3): 213-224. 2009.
28. Rincón Á., Baquero J., Hernando F. Manejo de la nutrición mineral en sistemas ganaderos de los Llanos Orientales de Colombia. CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Villavicencio, Meta, Colombia. 164 p. 2012.
29. Rincón Á., Bueno G., Mauricio Á., Pardo O., Pérez O., Caidedo S. Establecimiento, manejo y utilización de recursos forrajeros en sistemas ganaderos de suelos ácidos CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria), Villavicencio, Meta, Colombia. 251 p. 2010.
30. Rincón Á., Ligarreto G., Garay E. Producción de forraje en los pastos Brachiaria decumbens cv. Amargo y Brachiaria brizantha cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias ya dos intensidades de defoliación en condiciones del Piedemonte llanero colombiano. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 61 (1): 4336 - 4346. 2008.
31. Rodríguez I., Crespo G., Fraga S. Efecto de las excreciones del ganado vacuno en el rendimiento y composición mineral del pasto y en la composición química del suelo. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. 2001.
32. Rosas G., Puentes Y.J., Menjivar J.C. Relación entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para cacao en un entisol de la Amazonia colombiana. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 18 (3): 529-541. 2017.
33. Salinas J.G. Fertilización de pastos en suelos ácidos de los trópicos. Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 215 p. 1989.
34. Sánchez A.P., Salinas J.G. Suelos ácidos: estrategias para su manejo con bajos insumos en América tropical. Bogotá, Colombia. 93 p. 2008.
35. Zapata R.D. Química de la acidez del suelo. Ed Cargraphics, Cali, Colombia. 208 p. 2004.
36. Ziglio C.M., Miyazawa M., Pavan M.A. Mecanismo de deslocamento de cálcio no solo. En: Congresso brasileiro de ciência do solo. Viçosa, Brasil. 1995. Recuperado 05 Junio 2017. Disponible En: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=364333&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22MIYAZAWA,%20M:%20PAVAN,%20M.A.%22&qFacets=autoria:%22MIYAZAWA,%20M:%20PAVAN,%20M.A.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

Efecto de extractos vegetales sobre la incidencia de hongos y germinación de semillas de soya (*Glycine max*)

Effect of plant extracts on the incidence of fungi and germination of soybeans (*Glycine max*)

Efeito de extratos vegetais na incidência de fungos e germinação de soja (*Glycine max*)

Fonseca Rozo Ruth Viviana¹ y Bastidas López Harold²

¹Ingeniera Agrónoma, Universidad de los Llanos y

²Ingeniero Agrónomo, MSc., Docente Universidad de los Llanos

hbastidas@unillanos.edu.co

Recibido 27 de Octubre de 2017, Aceptado 30 de Abril 2018

RESUMEN

El tratamiento de semillas de soya (*Glycine max*) está orientado a controlar los agentes que ocasionan las enfermedades que interfieren en la productividad de las plantas cultivadas, puesto que se disminuye notablemente el porcentaje de daños causados por plagas que pueden impedir el buen desarrollo inicial de las plantas, actualmente el control se realiza con productos químicos, pero estos componentes afectan la salud, por lo tanto se están planteando alternativas menos nocivas para el efecto. Por lo anterior, el objetivo principal fue determinar si los extractos vegetales (EV) que contienen metabolitos secundarios, se podrían convertir en sustancias para el control de los hongos de las semillas de soya en almacenamiento, para lo cual se identificaron microorganismos presentes durante la aplicación de los tratamientos. Los extractos de plantas evaluados fueron: T1: verbena (*Verbena officinalis*), T2: yopo (*Anadenanthera peregrina*), T3: cámara (*Lantana camara*) y T4: caléndula (*Calendula officinalis*), comparadas con un testigo sin tratamiento T5. En el laboratorio se realizó la obtención de los extractos, se licuó el material sólido fresco de la planta y al 30% de su peso se le adiciono agua, haciendo un ajuste al 100%, los extractos se filtraron y se conservaron en un frasco oscuro almacenados en una nevera convencional. Por

observaciones anteriores, se determinó que la dilución a usar para este tipo de ensayos fue 4 ml de extracto vegetal con 10 ml de agua por cada kilo de semilla. Para el diagnóstico de patógenos, a los ocho días post-aplicación, se realizaron observaciones por triplicado sobre la semilla tratada; para las pruebas de germinación se utilizaron servilletas con cinco repeticiones, las observaciones del comportamiento de las semillas se realizaron a los cinco y ocho días después de ser sembradas. Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar: cinco tratamientos, dos bloques: semillas tratadas únicamente con extracto vegetal (EV) y semillas tratadas con fungicidas químicos (FQ) más EV, se aplicó ANOVA y pruebas de comparación múltiple de Duncan. El diagnóstico que se realizó determinando los hongos de almacenamiento presentes durante la germinación fueron: *Aspergillus spp.*, *Geotrichum spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.*, y *Rizophus spp.* El extracto de *Verbena officinalis* presentó 94.33% de control sobre los hongos y el tratamiento con *Anadenanthera peregrina* presento un 91%, con estos dos extractos también se observó el mayor porcentaje de germinación a los cinco y ocho días.

Palabras clave: Semillas, hongos, metabolitos vegetales, soya.

ABSTRACT

The treatment of soybean seeds (*Glycine max*) is aimed at controlling the agents that cause diseases that interfere in the productivity of the cultivated plants, since the percentage of damage caused by pests that can impede the initial good development of plants is significantly reduced, currently the control is carried out with chemical products, but these components affect the health, therefore less harmful alternatives for the effect are being considered. Therefore, the main objective was to determine whether plant extracts (PE) that contain secondary metabolites, could be converted into substances for the control of the fungi of the soybeans in storage, for which microorganisms were identified during the application of the treatments. The evaluated plant extracts were: T1: verbena (*Verbena officinalis*), T2: yopo (*Anadenanthera peregrina*), T3: chamber (*Lantana camara*) and T4: calendula (*Calendula officinalis*), compared with a control without

treatment T5. The extracts were obtained in the laboratory, the fresh solid material of the plant was liquefied and 30% of its weight was added to water, making a 100% adjustment, the extracts were filtered and stored in a dark bottle stored in a conventional refrigerator. From previous observations, it was determined that the dilution to be used for this type of tests was 4 ml of plant extract with 10 ml of water per kilo of seed. For the diagnosis of pathogens, at eight days post-application, observations were made in triplicate on the treated seed; for germination tests napkins with five repetitions were used, the observations of the behavior of the seeds were made five and eight days after being sown. A completely randomized block design was used: five treatments, two blocks: seeds treated only with plant extract (PE) and seeds treated with chemical fungicides (CF) more PE, ANOVA and Duncan's multiple comparison tests were applied. The diagnosis that was made determining the storage fungi present during germination were: *Aspergillus spp.*, *Geotrichum spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.*, and *Rizophus spp.* The extract of *Verbena officinalis* presented 94.33% of control over the fungi and the treatment with *Anadenanthera peregrina* presented 91%, with these two extracts the highest germination percentage was also observed at five and eight days.

Keywords: Seeds, fungi, vegetable metabolites, soybeans.

RESUMO

O tratamento das sementes de soja (*Glycine max*) visa controlar os agentes causadores de doenças que interferem na produtividade das plantas cultivadas, sendo que a porcentagem de danos causados por pragas que podem impedir o bom desenvolvimento inicial das plantas é significativamente reduzida, atualmente o controle é realizado com produtos químicos, mas esses componentes afetam a saúde, portanto alternativas menos nocivas para o efeito estão sendo consideradas. Portanto, o principal objetivo foi determinar se os extratos vegetais (EV) que contêm metabólitos secundários, poderiam ser convertidos em substâncias para o controle dos fungos da soja em armazenamento, para isso, foram identificados microrganismos presentes durante a aplicação dos tratamentos. Os extratos vegetais avaliados foram: T1: verbena (*Verbena*

officinalis), T2: yopo (*Anadenanthera peregrina*), T3: câmara (*Lantana camara*) e T4: calêndula (*Calendula officinalis*), comparados com um controle sem tratamento T5. Os extratos foram obtidos em laboratório, o material sólido fresco da planta foi liquefeito e 30% de seu peso foi adicionado à água, fazendo um ajuste de 100%, os extratos foram filtrados e armazenados em um frasco escuro preservados em um refrigerador convencional. A partir de observações anteriores, determinou-se que a diluição a ser utilizada para este tipo de testes foi de 4 ml de extrato vegetal com 10 ml de água por quilo de semente. Para o diagnóstico de patógenos, aos oito dias pós-aplicação, foram realizadas observações em triplicado sobre a semente tratada; para testes de germinação utilizaram-se guardanapos com cinco repetições, as observações do comportamento das sementes foram feitas cinco e oito dias após serem semeadas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, dois blocos: sementes tratadas somente com extrato vegetal (EV) e sementes tratadas com fungicidas químicos (FQ) mais EV, ANOVA e testes de comparação múltipla de Duncan foram aplicados. O diagnóstico que foi feito determinando os fungos de armazenamento presentes durante a germinação foram: *Aspergillus spp.*, *Geotrichum spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.* e *Rizophus spp.* O extrato de *Verbena officinalis* apresentou 94.33% de controle sobre os fungos e o tratamento com *Anadenanthera peregrina* apresentou 91%, com esses dois extratos, a maior porcentagem de germinação também foi observada em cinco e oito dias.

Palavras-chave: Sementes, fungos, metabolitos vegetais, soja.

INTRODUCCIÓN

La soya (*Glycine max*) es una planta anual que se cultiva durante la estación cálida, su semilla se recolecta cuando la vaina esta amarilla, cada una puede contener cuatro habas de pequeño tamaño y diferentes colores según la variedad: amarillas, siendo las más frecuentes la amarilla y también la más apreciada, ya que es la que normalmente se utiliza para obtener de ella el aceite (Maldonado *et al.*, 2007). La semilla de soya es como la mayoría de las leguminosas, no posee

endospermas, lo cual consiste en una cubierta seminal con un embrión muy grande; su peso oscila entre 10 a 20 gramos (Toledo y Moya, 2008).

Se considera que la germinación inicia cuando el embrión comienza a crecer hasta que se ha formado una pequeña planta que puede vivir por sí misma, pero durante el almacenamiento de las semillas de soya, se pueden contaminar con hongos como *Aspergillus* y *Penicillium* causantes de pérdidas económicas debido a que reducen el porcentaje de germinación. Se han utilizado fungicidas que se mezclan con otros productos químicos como los insecticidas para el tratamiento de semillas, lo que ha permitido reducir la proliferación de los hongos y a la vez controlar el ataque de insectos; estos tratamientos favorecen el desarrollo de la semilla, sin embargo, en el marco de las buenas prácticas agrícolas, y en la producción de alimentos inocuos, se debe garantizar la no existencia de estas sustancias que afectan la salud humana (Formento *et al.*, 2005).

El tratamiento de las semillas está orientado, de manera casi exclusiva, a controlar a los agentes que ocasionan las enfermedades que interfieren en la productividad de las plantas cultivadas, además de disminuir notablemente el porcentaje de daños causados por plagas que puedan impedir el buen desarrollo inicial de las plantas, lo que a su vez afectaría directamente al estado de la densidad de plantas ideal en el cultivo (Bays *et al.*, 2007; Gonçalves *et al.*, 2011). La actividad cumple varias funciones: erradicación de diferentes patógenos, protección en la siembra contra hongos en pre y post emergencia, porque cuando la plántula emerge, controla por tiempo limitado hongos que causan enfermedades foliares; además, el tratamiento garantiza un buen establecimiento del cultivo y disminución de las pérdidas, puesto que se evita la diseminación de plagas y enfermedades. La calidad "integral" de la semilla de soya, está determinada por los índices que expresan a la misma como: poder germinativo, peso de 1000 semillas, vigor, sanidad y pureza genética. Por otra parte la principal causa del deterioro durante su desarrollo o formación son daños físicos ambientales por chinches y mal almacenamiento (Stewart y Rodríguez, 2013).

Por los motivos anteriormente descritos se buscan alternativas para el tratamiento de la semilla de soya, como los extractos vegetales, que son sustancias obtenidas a partir de hojas, tallos, flores o semillas, según sea la parte que contiene el ingrediente activo que actúa contra las plagas. Para obtenerla, en algunos casos se macera (muele o machaca) la parte seleccionada, pero lo más común es la cocción o la infusión, al que se le agrega generalmente alcohol como agente extractor y perseverante (IPES y FAO, 2010; Hammami *et al.*, 2011).

Los extractos vegetales han sido usados para investigaciones de control de hongos en banano (*Musa paradisiaca*) y fresa (*Fragaria spp*) almacenados, y en la germinación de semillas de chile (*Capsicum annuum L.*) bajo condiciones salinas, donde los mejores resultados se observaron en los ensayos con extractos vegetales de *Verbena officinalis*, *Anadenanthera peregrina*, *Lantana cámara* y *Calendula officinalis* (Fang *et al.*, 2011).

La verbena (*Verbena officinalis*) es una planta herbácea perenne, crece hasta los 100 cm o más de altura, su tallo es erecto, obtuso, cuadrangular y muy ramificado, y está marcado por dos surcos longitudinales; las hojas son opuestas, pecioladas, rudas, pinnadas, lanceoladas y con lóbulos profundos de color azul púrpura, sésiles, y se agrupan en espigas paniculosas axilares y terminales, la corola tiene forma de embudo y el fruto es una cápsula con cuatro semillas (Giraldo *et al.*, 2009).

Como hierba medicinal se utiliza su flor, siendo el principio activo de la verbena un heterósido que estimula el sistema nervioso parasimpático, además contiene mucílagos, glucósidos, aceites esenciales (terpenos), saponina, ácido silícico, taninos entre otros compuestos. Por su actividad sedante se utiliza para combatir el insomnio provocado por estados de nerviosismo que no permiten conciliar el sueño y su extracto acuoso ha mostrado efectos neuroprotectores frente a la enfermedad de Alzheimer; los taninos controlan diarreas y actúan como hemostáticos locales favoreciendo la coagulación de las heridas, y los mucílagos disminuyen las inflamaciones además de unir una capacidad demulcente que relaja, suaviza y protege la piel y las mucosas (Guzmán *et al.*, 2004).

Se ha demostrado que los metabolitos secundarios de la *Verbena officinalis* poseen actividad tóxica contra los insectos, interfiriendo en el desarrollo o en el comportamiento de los mismos, y contribuyen a la regulación de poblaciones de plagas, puesto que se ha comprobado que puede controlar hasta un 50% el *Sitophilus granarius* en maíz almacenado (Arango y Vásquez, 2008).

El yopo (*Anadenanthera peregrina*) tiene la corteza delgada, corchosa, rugosa y de color café o gris, sus hojas miden de 12 a 30 cm de largo, son bipinnadas y tienen 10 a 40 folíolos; el fruto es una vaina con forma de cinta de 1 a 5 cm de largo, las semillas son aplanadas de color café amarillento y tienen un diámetro de 1 a 3 mm. Las semillas de esta especie contienen alcaloides y otros principios narcóticos que son la base de un polvo inhalable N,N-dimetiltriptamina (Calle *et al.*, 2010). Además de ser muy apreciado por su leña y carbón vegetal, el yopo es útil en cercas vivas, barreras rompevientos, como árbol disperso en potreros, árbol cultivado en líneas en sistemas silvopastoriles y agroforestales, y algunos indígenas elaboraban rapé con las semillas del yopo (Acero, 2007).

Lantana cámara es un arbusto perennifolio de 2-3 m de altura, con tallos largos, espinosos, hirsutos, hojas opuestas, pubescentes, ovadas. En las islas de Cabo Verde se produce muy fácilmente (Duarte *et al.*, 2007). La familia *verbenaceae*, a cual pertenece este arbusto, tiene propiedades antimaláricas, y los extractos de sus raíces y flores se ha utilizado como repelentes e insecticidas en contra mosquitos del género *Aedes* (*Diptera: Culicidae*); los metabolitos secundarios tienen interacciones ecológicas por lo que se determinó que dichos componentes cumplen funciones de defensa contra predadores y patógenos, y además actúan como agentes alelopáticos o atrayentes de polinizadores y dispersores de semillas (Dua *et al.*, 1996; Ghisalberti, 2000).

La caléndula (*Calendula officinalis*) es una planta herbácea de unos 30 a 50 cm de altura originaria del sur de Europa y de Oriente próximo (Zitterl *et al.*, 1997). La parte utilizada son los capítulos florales, y en menor medida, las hojas. La planta contiene calendulina, sustancia insípida de color amarillento y consistencia mucilaginoso, y también se han encontrado otros metabolitos como: flavonoides,

carotenoides, terpénos, colessterínicos, minerales, azúcares, vitaminas, ácido salicílico y taninos (Yoshikawa *et al.*, 2001). También se destaca en las flores de calendula un aceite esencial, del cual se plantea un rendimiento de 0.2%. En relación con su composición se determinó la presencia de pedunculatina, oxido-transcariofileno, carvona, cariofileno, 2 cardinolos, geranil acetona, β -ionona-5,6-epóxido, dihidroactinidiolido, oplopanona, γ -mouroleno, α -cardineno, guaiol y torryol (Hamburger *et al.*, 2003).

METODOLOGÍA

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología vegetal en la Universidad de los Llanos, la zona presenta las siguientes características: humedad relativa 75%, precipitación anual 3250 mm, 465 msnm y temperatura promedio de 27 °C (IDEAM, 2016).

Los extractos de plantas evaluados fueron: T1: verbena (*Verbena officinalis*), T2: yopo (*Anadenanthera peregrina*), T3: cámara (*Lantana cámara*) y T4: caléndula (*Calendula officinalis*), comparados con un testigo sin tratamiento T5. Para la elaboración de los extractos vegetales, en todos los tratamientos se utilizó material sólido fresco de la planta (70%) con agua (30%), y para el tratamiento de un kg de semilla (con peso promedio de 47 g), se utilizaron 10 ml de agua mezclados con 4 ml de extracto vegetal (Tabla 1). El procedimiento de extracción vegetal se realizó en el laboratorio, para lo cual se licuó el material sólido fresco de la planta en una solución acuosa al 30% en la relación peso-volumen (Tabla 1); posteriormente los extractos se filtraron y se almacenaron en frascos ámbar conservados en una nevera convencional. En cada tratamiento se usaron de 100 semillas, con un peso promedio de 47 g; por observaciones anteriores a este experimento, se determinó que la dilución a usar para este tipo de ensayos es 4 ml de extracto vegetal con 10 ml de agua por cada kg de semilla. Posteriormente se realizó la identificación de los patógenos presentes en las semillas de soya.

Tabla 1. Extractos de plantas utilizadas y dosis de los tratamientos

Tratamiento	Elaboración extracto		Dilución extracto por Kg de semilla	
	Material Fresco (%)	Agua (%)	Extracto (ml)	Agua (ml)
T1: <i>Verbena officinalis</i>	70	30	4	10
T2: <i>Anadenanthera peregrina</i>	70	30	4	10
T3: <i>Lantana cámara</i>	70	30	4	10
T4: <i>Calendula officinalis</i>	70	30	4	10
T5: Testigo	0	100	0	0

Se hicieron comparaciones de las semillas tratadas únicamente con extracto vegetal (EV) con semillas tratadas con fungicidas químicos (FQ) más EV

La evaluación de los tratamientos se realizó mediante cultivo por triplicado del material tratado en cajas de Petri para posterior diagnóstico de patógenos, los cultivos para las observaciones se hicieron a los ocho días de aplicados los tratamientos; para las pruebas de germinación se utilizaron servilletas con cinco repeticiones, las observaciones del comportamiento de las semillas se realizaron a los cinco y ocho días después de ser sembradas (Figura 1). Para la identificación de patógenos con las incubaciones en cajas de Petri por triplicado, se utilizaron 20 semillas por repetición.



Figura 1. Evaluación de la germinación en servilletas: cinco días (izquierda) y ocho días (derecha)

Las variables medidas fueron: incidencia de patógenos y germinación de la semilla de soja, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completamente al azar: cinco

tratamientos, dos bloques: semillas tratadas únicamente con extracto vegetal (EV) y semillas tratadas con fungicidas químicos (FQ) más EV, cinco repeticiones, se colocaron 100 semillas por repetición. Se aplicó análisis de varianza y prueba de comparación múltiple de Duncan con un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los hongos encontrados en la germinación de las semillas fueron *Aspergillus spp*, *Geotrichum spp*, *Mucor spp*, *Penicillium spp* y *Rhizopus spp*; la identificación se realizó utilizando un microscopio de luz, con un aumento de 40X (Figura 2).

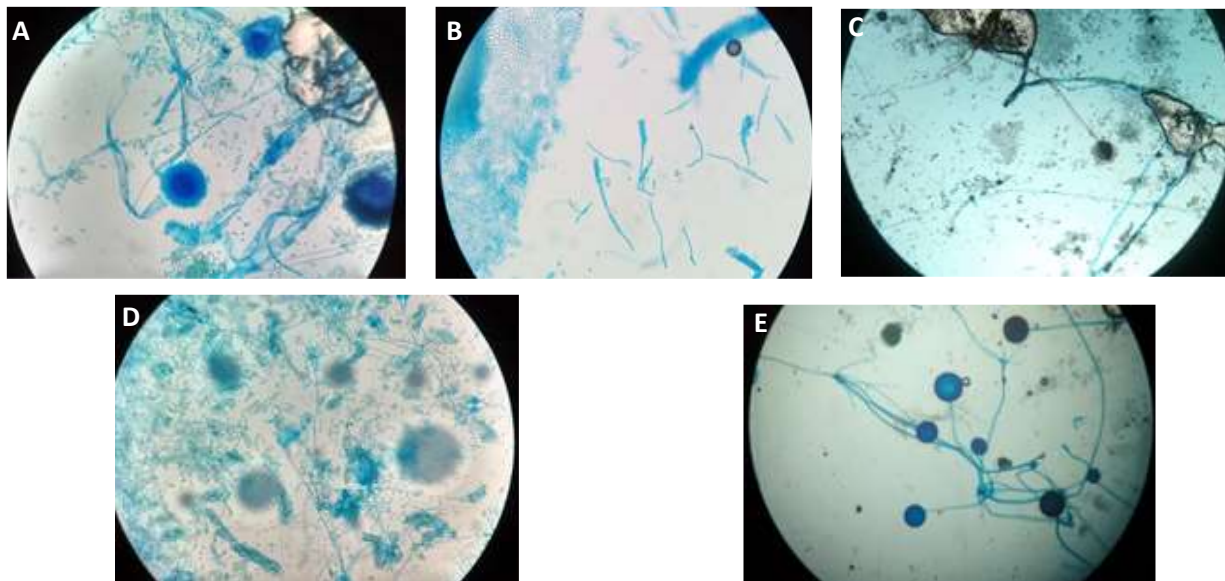


Figura 2. Hongos identificados en las semillas de soja: *Aspergillus spp* (A), *Geotrichum spp* (B), *Mucor spp* (C), *Penicillium spp* (D) y *Rhizopus spp* (E).

Aspergillus tiene diferentes especies dentro del género: *A. niger*, *A. flavus*, *A. ochraceus*, *A. clavatus*, *A. terreus*, *A. parasiticus*, *A. versicolor*, *A. oryzae*, *A. nidulans*, *A. niveus*. Es un hongo filamentoso hialino, saprofita, se encuentra formado por hifas hialinas septadas y puede tener reproducción sexual con formación de ascosporas en el interior de ascas, y asexual con formación de conidios (Pontón *et al.*, 2002).

Las aflatoxinas producidas por *Aspergillus* son inmunosupresores, carcinogénicos, teratogénicos y en ocasiones producen desórdenes hormonales, lo cual depende de la dosis y tiempo de exposición, entre otros factores (Carvajal, 2013). Las aflatoxinas son acumulativas, una vez contaminan el grano o el producto agrícola en campo persisten hasta el consumidor porque resisten a la cocción y/o congelamiento; son ingeridas por los seres humanos no sólo a través de granos, semillas o frutos, sino que también se presentan en la leche o la carne de animales criados con alimentos contaminados (Requena *et al.*, 2005).

Geotrichum spp es un microorganismo oportunista que puede causar infecciones en condiciones climáticas tropicales, es decir temperatura de 30°C y 90% de humedad relativa, se reproduce sobre las semillas destruyéndolas y esto ocurre porque el hongo se alimenta del carbono y el nitrógeno lo cual le permite reproducirse fácilmente. El tratamiento tradicional de control es a base de fungicidas sintéticos, sin embargo, se ha documentado ampliamente sobre la aparición de cepas resistentes a varios ingredientes activos (Liu *et al.*, 2009) por lo que la búsqueda de alternativas ha llevado a experimentar con el uso de otros agentes de control biológico como los aceites orgánicos (Cerioni *et al.*, 2009; Abraham *et al.*, 2010). Por otra parte, la demanda del consumidor por adquirir alimentos libres de residuos tóxicos ha llevado a la restricción en el uso de una gran diversidad de agroquímicos. Además, en materia de fitosanidad e inocuidad alimentaria se han establecido lineamientos generales para la búsqueda de alternativas de control que incluyan ser inocuas y ecológicamente sustentables.

Mucor spp es un género de hongos de la familia *Mucoraceae*, que forman delicados filamentos tubulares blancos y esporangios negros esféricos, su crecimiento es rápido, y se encuentra ubicuo en la naturaleza, por lo que es muy común que contamine las semillas o cualquier otro medio de cultivo, y puede llegar a producir infecciones en seres humanos inmunocomprometidos o inmunosuprimidos (Rojas y Hormaza, 2014). Las cepas de *Mucor spp* son termotolerantes, ocasionan decoloraciones a las semillas y las que están infectadas pueden actuar como medio de supervivencia, como fuente de inóculo

capaz de infectar al nuevo cultivo cuando es sembrado e incluso, introducir patógenos en áreas donde no existían. La falta de síntomas no significa que se encuentren libres de patógenos y más de uno puede infectar la misma semilla mostrando variedad de ellos (Ulacio *et al.*, 2002).

Penicillium spp pertenece a la familia *Trichomaceae*, los miembros del género son hongos filamentosos y están ampliamente distribuidos en la naturaleza y se hallan en suelo, vegetación, aire y suelo. Son considerados contaminantes habituales en el laboratorio, pero pueden causar infecciones, en hospederos inmunocomprometidos como pacientes con VIH, y su aislamiento de la sangre es considerado como un marcador de SIDA en las áreas endémicas. Además de su potencial patogenicidad, esta especie produce micotoxinas en alimentos y granos almacenados (Brochard y Le Bacle, 2009).

Penicillium spp, son hongos cosmopolita asociados a materia orgánica en contacto con el suelo, se han encontrado en manzanas, peras y uvas almacenadas a 0°C (Barkai, 2001), dificultando la conservación y comercialización en los mercados de exportación de estas frutas (Latorre *et al.*, 2002; Franck *et al.*, 2005). En los últimos años este hongo años ha causado importantes pérdidas fundamentalmente de la uva de mesa “Red Globe” conservada por largo tiempo en frío, este patógeno invade internamente la pulpa, desintegrando los tejidos, en forma muy similar al síndrome descrito como maceración interna (internal breakdown), lo cual fue observado en Sudáfrica (Witbooi y Fourie, 2002).

Rhizopus spp. es un hongo filamentosos cosmopolita de suelo, frutas y verduras en descomposición, excrementos de animales, por lo cual son especies contaminantes comunes y causales de infecciones oportunistas en los humanos y plantas. Las especies más frecuentes son *Rhizopus oryzae*, *R. rizopodimorfis*, *R. stolonifer*, *R. microsporas* y *R. nigricans*. Establecen colonias de rápido crecimiento, las especies patógenas tienden a crecer mejor a 37°C (Larone, 2011). Son de tamaño ilimitado de color blanco, alcanzan la madurez al cuarto día de cultivo y comienzan a adquirir una tonalidad gris oscura, la cual es debida al

desarrollo de las estructuras de reproducción asexual, las endosporas (Bonifaz, 2012).

Para el control de este hongo se ha utilizado un polímero derivado de la quitina, que tiene sustancias que inmovilizan enzimas y efectos floculantes, siendo empleado como modificador de suelos, fungicida, inductor de resistencia y en el recubrimiento de frutos para prevenirlos de enfermedades postcosecha (Bautista *et al.*, 2006). Estas enfermedades han sido controladas durante muchos años mediante el uso de fungicidas químicos, los cuales debido a su intensa utilización han generado problemas de contaminación en el medio ambiente, complicaciones en la salud de los seres humanos y resistencia en los microorganismos patógenos (Tripathi y Dubey, 2004).

La incidencia de hongos fue menor ($P < 0.05$) cuando las semillas de soya fueron tratadas con verbena y yopo, siendo la más alta la del testigo, con lo cual se deduce que las semillas requieren tratamiento para evitar el ataque de estos hongos; en los últimos años, el control biológico de estas enfermedades ha contemplado el uso de microorganismos antagónicos, destacando diversos tipos de levaduras, las cuales tienen la capacidad de colonizar y sobrevivir en la superficie de las semillas por largos periodos de tiempo (Lahlali *et al.*, 2011), al comparar los resultados de este trabajo se observa que los extractos vegetales son una posibilidad, principalmente los de verbena y yopo, con sus principios activos como los heterósidos que tienen efecto deletéreo sobre los hongos y por tanto son una opción natural para el control de estas enfermedades, puesto que su comportamiento en incidencia fue similar a los fungicidas químicos comerciales utilizados (Tabla 2).

En la evaluación del porcentaje de germinación de las semillas tratadas con los extractos de verbena y yopo, se observó que fueron superiores ($P < 0.05$) a 52% y 58% a los cinco y ocho días respectivamente, inclusive en este caso las semillas que recibieron FQ solamente alcanzaron hasta el 42% de germinación (Tabla 3); se puede intuir que los EV, no solamente sirven para el control de hongos, sino que también actúan como promotores de germinación, debido su contenido de

metabolitos secundarios, lo cual sería una temática interesante para futuras investigaciones. Es de anotar que los hongos ocasionan pudriciones en las semillas y dejan heridas en las cuales otros agentes patógenos pueden actuar generando enfermedades en el futuro cultivo o para el consumo humano, es de anotar que las aflatoxinas son ingeridas por los seres humanos a través de granos, semillas o frutos (Requena *et al.*, 2005).

Tabla 2. Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre incidencia de hongos (%) en semilla de Soya

Tratamiento	Extracto	Incidencia tratamiento EV*	Incidencia tratamiento EV y FQ**
1	<i>Verbena officinalis</i>	5.67 ^{aA}	1.67 ^{aB}
2	<i>Anadenanthera peregrina</i>	9.00 ^{aA}	6.00 ^{aA}
3	<i>Lantana cámara</i>	21.33 ^{bA}	23.03 ^{bA}
4	<i>Calendula officinalis</i>	31.33 ^{cA}	31.67 ^{cA}
5	Testigo	100.00 ^{dA}	99.67 ^{dA}

*Semillas tratadas únicamente con extracto vegetal (EV).

**Semillas tratadas con fungicidas químicos (FQ) más EV.

Letras minúsculas diferentes en la misma columna indican una diferencia significativa ($P < 0.05$).

Letras mayúsculas diferentes en la misma fila indican una diferencia significativa ($P < 0.05$).

En las plantas algunos de estos hongos producen pudriciones de raíces, incluso otros cultivos se pueden contaminar, pero poco se conoce acerca de estas interrelaciones. Otros factores que se asocian al aumento de patógenos son las cosechas tardías, además los daños por insectos como chinches, incrementan las posibilidades de ataque por hongos aumentado también el número de especies dañinas, como las encontradas en este experimento.

Tabla 3. Efecto de la aplicación de extractos vegetales sobre la germinación de la semilla de Soya (%)

Tratamiento	Semillas tratadas EV*		Semilla tratado con EV y PQ**	
	Germinación a los 5 días	Germinación a los 8 días	Germinación a los 5 días	Germinación los 8 días
<i>Verbena officinalis</i>	54.00 ^{cB}	60.20 ^{dC}	36.00 ^{bcA}	42.00 ^{cA}
<i>Anadenanthera peregrina</i>	52.80 ^{cB}	58.40 ^{cB}	35.00 ^{bcA}	38.00 ^{bcA}
<i>Lantana cámara</i>	14.80 ^{aA}	16.80 ^{aAB}	16.00 ^{aAB}	19.00 ^{aB}
<i>Calendula officinalis</i>	44.40 ^{bB}	46.20 ^{bB}	31.00 ^{bA}	35.00 ^{bA}
Testigo	50.00 ^{cB}	53.20 ^{cB}	38.00 ^{cA}	42.00 ^{cA}

*Semillas tratadas únicamente con extracto vegetal (EV).

** Semillas tratadas con fungicidas químicos (FQ) más EV

Letras minúsculas diferentes en la misma columna indican una significancia (P<0.05).

Letras mayúsculas diferentes en la misma fila indican una significancia (P<0.05).

CONCLUSIONES

El diagnóstico que se realizó para determinar los hongos contaminantes en el almacenamiento presentes durante la germinación de semillas de soya en todos los tratamientos fueron: *Aspergillus spp.*, *Geotrichum spp.*, *Mucor spp.*, *Penicillium spp.*, y *Rizophus spp.*

El experimento demostró que los extractos de plantas pueden ser usados como sustancias de uso alternativo en tratamiento de semillas de soya (*Glycine max*), para controlar hongos de almacenamiento que pueden afectar la futura germinación.

El extracto de *Verbena officinalis* presentó un 94.33% de control sobre los hongos y el tratamiento con *Anadenanthera peregrina* presentó un 91%. Con estos dos extractos también se observó el mayor porcentaje de germinación a los cinco y ocho días.

RECOMENDACIONES

Se recomienda profundizar en el estudio de los extractos vegetales en lo relacionado a sus metabolitos secundarios, que pueden ser utilizados para controlar plagas y enfermedades, puesto que conociendo la estabilidad y concentración de los principios activos de cada una de las especies, se puede llegar a sustituir o remplazar el método de control químico que presenta efectos nocivos sobre la salud pública, como por ejemplo la generación de resistencia de las especies fitófagas; adicionalmente los agroquímicos se vuelven ineficientes, causando daños a la salud de las personas que los manipulan y presentando efectos irreversibles al ecosistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abraham A.O., Laing M.D., Bower J.P. Isolation and in vivo screening of yeast and *Bacillus* antagonists for the control of *Penicillium digitatum* of citrus fruit. *Biological control*. 53 (1): 32-38. 2010.
2. Acero L. Plantas útiles de la cuenca del Orinoco. BP Exploration Company, Bogotá, Colombia. 605 p. 2007.
3. Barkai R. Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control. Elsevier Science BV, Amsterdam, Holanda. 418 p. 2001.
4. Bautista S., Hernández A.N., Velázquez M.G., Hernández M., Barka E.A., Bosquez E., Wilson C. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. *Crop protection*. 25 (2): 108-118. 2006.
5. Bays R., Baudet L., Henning A.A., Lucca O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, 29 (2): 60-67. 2007.
6. Bonifaz J.A. *Micología Médica Básica*. Cap 5: Hongos Contaminantes. McGraw-Hill, México. 63 p. 2012.
7. Brochard G., Le Bacle C. Mycotoxines en milieu de travail. I. Origine et Propriétés Toxiques des Principales Mycotoxines. INRS, Documents pour le *Medicin Du Travail*. N. 119, p 299-302. 2009.
8. Calle Z., Galindo A., Murgueitio E. El yopo: Árbol llanero vital para los sistemas silvopastoriles de la cuenca del Orinoco. *Carta FEDEGAN* N. 19, p 80-87. 2010.
9. Carvajal M. Transformación de la aflatoxina B1 de alimentos, en el cancerígeno humano, aducto AFB1-ADN. *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*. 16 (2): 109-120. 2013.
10. Cerioni L., Rapisarda V.A., Hilal M., Prado F.E., Rodríguez L. Synergistic antifungal activity of sodium hypochlorite, hydrogen peroxide, and cupric

- sulfate against *Penicillium digitatum*. Journal of food protection. 72 (8): 1660-1665. 2009.
11. Dua V., Gupta N., Pandey A., Sharma V. Repellency of *Lantana camara* (Verbenaceae) flowers against *Aedes* mosquitoes. Journal of the American Mosquito Control Association. 12 (3 Pt 1): 406-408. 1996.
 12. Duarte C., Fernandes C., Romeiras M. Alien flora of Cape Verde Islands: taxonomical, biological and biogeographic traits. En: Abstracts of the Botany & Plant Biology 2007 joint Congress. 7-11 Jul, 2007. Chicago, Illinois. 2007.
 13. Fang X., Li Z., Wang Y., Zhang X. In vitro and in vivo antimicrobial activity of *Xenorhabdus bovienii* YL002 against *Phytophthora capsici* and *Botrytis cinerea*. Journal of applied microbiology. 111 (1): 145-154. 2011.
 14. Formento N., De Sousa J., Velázquez J.C., Vicentin I., Gieco I. Guía práctica de identificación Roya Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*= *Malupa sojae*) enfermedades foliares de la soja. EEA INTA, Paraná, Argentina. 39 p. 2005.
 15. Franck J., Latorre B., Torres R., Zoffoli J. The effect of preharvest fungicide and postharvest sulfur dioxide use on postharvest decay of table grapes caused by *Penicillium expansum*. Postharvest biology and Technology. 37 (1): 20-30. 2005.
 16. Ghisalberti E. *Lantana camara* L.(verbenaceae). Fitoterapia. 71 (5): 467-486. 2000.
 17. Giraldo D., Baquero E., Bermúdez A., Oliveira-Miranda M.A. Caracterización del comercio de plantas medicinales en los mercados populares de Caracas, Venezuela. Acta Botánica Venezuelica. 32 (2): 267-301. 2009.
 18. Gonçalves S.A., Baudet L., Teichert S., Ludwig M.P., Anhaia G., Lopes R., de Oliveira S. Armazenamento de sementes de soja tratadas com fungicida, inseticida e micronutriente e recobertas com polímeros líquido e em pó. Ciência Rural. 41 (10): 1719-1725. 2011.
 19. Guzmán S.P., Tróchez A., Correa L., Zúñiga M. Efecto insecticida y residual de tres extractos de *Limpia alba* para el control de *Acanthoscelides obtectus* en frijol Diacol Calima. Revista Científica Guillermo de Ockam. 7 (1): 187-199. 2004.
 20. Hamburger M., Adler S., Baumann D., Förg A., Weinreich B. Preparative purification of the major anti-inflammatory triterpenoid esters from Marigold (*Calendula officinalis*). Fitoterapia. 74 (4): 328-338. 2003.
 21. Hammami I., Kamoun N., Rebai A. Biocontrol of *Botrytis cinerea* with essential oil and methanol extract of *Viola odorata* L. flowers. Archives of Applied Science Research. 3 (5): 44-51. 2011.
 22. IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Tiempo y clima. 2016. Recuperado 16 de Diciembre 2016. Disponible En: <http://www.ideam.gov.co/>
 23. IPES, FAO, Promoción del Desarrollo Sostenible y Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. 93 p. 2010.
 24. Lahlali R., Hamadi Y., El guilli M., Jijakli M.H. Efficacy assessment of *Pichia guilliermondii* strain Z1, a new biocontrol agent, against citrus blue mould in

- Morocco under the influence of temperature and relative humidity. *Biological control*. 56 (3): 217-224. 2011.
25. Larone D.H. *Medically important fungi: A guide to identification*. ASM Press, Washington, DC, USA. 2011.
 26. Latorre B., Franck J., Zoffoli J., Viertel S. Pudrición ácida de la vid. *Revista Frutícola (Chile)*. 23 (2): 53-58. 2002.
 27. Liu X., Wang L., Li Y., Li H., Yu T., Zheng X. Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citri-aurantii* in vitro and in vivo. *Journal of applied microbiology*. 107 (5): 1450-1456. 2009.
 28. Maldonado N., Ascencio G.L., Ávila J., Guía para cultivar soja en el sur de Tamaulipas. Folleto para Productores N. 2. CIRNE-INIFAP Altamira, México. 83 p. 2007.
 29. Pontón J., Moragues M.D., Gené J., Guarro J., Quindós G. Hongos y actinomicetos alergénicos. *Revista Iberoamericana de Micología*, Bilbao, España. 46 p. 2002.
 30. Requena F., Saume E., León A. Micotoxinas: Riesgos y prevención. *Zootecnia tropical*. 23 (4): 393-410. 2005.
 31. Rojas J., Hormaza A. Evaluación del crecimiento y compatibilidad de hongos de la podredumbre blanca. *Revista Ciencia en Desarrollo*. 5 (2): 197-205. 2014.
 32. Stewart S., Rodríguez M. Manual de identificación de enfermedades de la soja. INIA, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Salto, Uruguay. 69 p. 2013.
 33. Toledo R., Moya G. Respuesta diferenciada de grupos de madurez de soja según fecha de siembra. *Información de actualización técnica*. N. 10. EEA Marcos Juárez, p 32-34. 2008.
 34. Tripathi P., Dubey N. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. *Postharvest biology and Technology*. 32 (3): 235-245. 2004.
 35. Ulacio D., Salas J., Querales P., Sanabria M.E. Microbiota del suelo de zonas productoras de papa del estado Mérida y su relación con *Rhizoctonia solani*. *Bioagro*. 14 (1): 11-16. 2002.
 36. Witbooi W., Fourie J. Soft tissue breakdown in cold stored Red Globe table grapes. *SA Fruit Journal (South Africa)*. 2002.
 37. Yoshikawa M., Murakami T., Kishi A., Kageura T., Matsuda H. Medicinal flowers. III. Marigold (1): hypoglycemic, gastric emptying inhibitory, and gastroprotective principles and new oleanane-type triterpene oligoglycosides, calendasaponins A, B, C, and D, from Egyptian *Calendula officinalis*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 49 (7): 863-870. 2001.
 38. Zitterl K., Sosa S., Jurenitsch J., Schubert M., Della R., Tubaro A., Bertoldi M., Franz C. Anti-oedematous activities of the main triterpendiol esters of marigold (*Calendula officinalis* L.). *Journal of ethnopharmacology*. 57 (2): 139-144. 1997.

Pododermatitis interdigital en ovinos en condiciones de trópico alto

Foot rot in sheep in tropical conditions

Pododermatite interdigital em ovinos em condições tropicais

Sandoval Romero Leydy Liceth¹, Góngora Orjuela Agustín² y
Vargas Duarte Jimmy Jolman³

¹MVZ, Universidad de los Llanos, ²MV, MSc, PhD, Docente Universidad de los Llanos y ³MV, MSc, PhD, Docente Universidad Nacional de Colombia

agongora@unillanos.edu.co

Recibido 04 de Diciembre 2017, Aceptado 30 de Abril 2018

RESUMEN

La pododermatitis interdigital es una de las enfermedades pódales más frecuentes en los ovinos y caprinos, se trata de una infección que involucra la piel del espacio interdigital y de la lámina sensitiva de la pezuña causando dolor y por lo tanto claudicación; es ocasionada principalmente por la sinergia de las bacterias anaerobias *Dichelobacter nodosus* y *Fusobacterium necrophorum*. La severidad de la enfermedad es dependiente de la naturaleza particular de la cepa, condiciones ambientales como humedad, y temperaturas superiores a 10 °C son esenciales para la transmisión de la enfermedad, la cual tiene un gran impacto económico en la producción ovina mundial. El objetivo de este trabajo fue evaluar, clasificar y controlar los diferentes grados de afección en el Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Extensión Ovino (CIDTEO), e implementar un sistema de pediluvios con sulfato de zinc al 10% en la población para posteriormente realizar registro de evolución y respuesta al tratamiento, para ello se realizó la evaluación clínica de la enfermedad durante cuatro meses a 263 animales; para evaluar la efectividad del tratamiento se tomó como grupo experimental 16 corderos de diez meses de edad, de los cuales ocho eran animales criollos y el resto de raza *Corriedale*, los animales fueron divididos en dos grupos (control y tratamiento), y cinco días post tratamiento se evaluó la efectividad del sulfato de zinc al 10% mediante registro fotográfico. La prevalencia

de la enfermedad en el rebaño fue 22.43%, de los cuales el 2.14% de pezuñas fueron afectadas en un grado avanzado o severo, donde generalmente se diagnostican microorganismos con alta virulencia; los animales criollos resultaron más afectados que los de raza pura. En cuanto a la efectividad del tratamiento, con sulfato de zinc al 10% en pediluvio se pudo recuperar el 97% de las pezuñas afectadas, por lo cual se concluye que el tratamiento es efectivo para el control de la pododermatitis interdigital, además los factores medioambientales juegan un papel importante en el desarrollo y evolución de la enfermedad.

Palabras clave: Podología, pezuñas, pequeños rumiantes, claudicación, prevención.

ABSTRACT

The foot rot is one of the most frequent podal diseases in sheep and goats, it is an infection that involves the skin of the interdigital space and the sensitive lamina of the hoof causing pain and therefore claudication; is caused mainly by the synergy of the anaerobic bacteria *Dichelobacter nodosus* and *Fusobacterium necrophorum*. The severity of the disease is dependent on the particular nature of the strain, environmental conditions such as humidity, and temperatures above 10 °C are essential for the transmission of the disease, which has a great economic impact on world sheep production. The objective of this work was to evaluate, classify and control the different degrees of affection in the Center for Research, Technological Development and Ovine Extension (CIDTEO), and implement a system of footbaths with 10% zinc sulphate in the population to subsequently record progress and response to treatment, for this, the clinical evaluation of the disease was carried out for four months in 263 animals; To evaluate the effectiveness of the treatment, 16 lambs ten months old were taken as an experimental group, of which eight were creole animals and the rest *Corriedale*, the animals were divided into two groups (control and treatment), and five days after treatment the effectiveness of zinc sulfate at 10% was evaluated by photographic record. The prevalence of the disease in the herd was 22.43%, of which 2.14% of hooves were affected in an advanced or severe degree, where microorganisms with high virulence are usually

diagnosed; creole animals were more affected than purebred animals. Regarding the effectiveness of the treatment, with 10% zinc sulphate in the footbath, 97% of the affected hooves could be recovered, for which it is concluded that the treatment is effective for the control of foot rot, in addition, environmental factors play an important role in the development and evolution of the disease.

Keywords: Podiatry, hooves, small ruminants, claudication, prevention.

RESUMO

A pododermatite interdigital é uma das doenças podais mais freqüentes em ovinos e caprinos, é uma infecção que envolve a pele do espaço interdigital e a lâmina sensível do casco causando dor e, portanto, claudicação; é causada principalmente pela sinergia das bactérias anaeróbias *Dichelobacter nodosus* e *Fusobacterium necrophorum*. A gravidade da doença depende da natureza particular da cepa, condições ambientais como umidade e temperaturas acima de 10°C são essenciais para a transmissão da doença, que tem grande impacto econômico na produção mundial de ovinos. O objetivo deste trabalho foi avaliar, classificar e controlar os diferentes graus de afeto no Centro de Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Extensão de Ovinos (CIDTEO), e implementar um sistema de pedilúvio com 10% de sulfato de zinco na população para subsequentemente registrar o progresso e a resposta ao tratamento, para isso, a avaliação clínica da doença foi realizada por quatro meses em 263 animais; Para avaliar a eficácia do tratamento, 16 cordeiros com dez meses de idade foram tomados como grupo experimental, dos quais oito eram animais crioulos e o resto *Corriedale*, os animais foram divididos em dois grupos (controle e tratamento) e, cinco dias após o tratamento, a eficácia do sulfato de zinco a 10% foi avaliada por registro fotográfico. A prevalência da doença no rebanho foi de 22,43%, dos quais 2,14% dos cascos foram afetados em grau avançado ou severo, onde microrganismos com alta virulência geralmente são diagnosticados; os animais crioulos foram mais afetados que os animais de raça pura. Quanto à eficácia do tratamento, com 10% de sulfato de zinco no pedilúvio, 97% dos cascos afetados puderam ser recuperados, para os quais se conclui que o tratamento é eficaz para

o controle da pododermatite interdigital, além disso, fatores ambientais desempenham um papel importante no desenvolvimento e evolução da doença.

Palavras-chave: Podologia, cascos, pequenos ruminantes, claudicação, prevenção.

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura en Colombia ha dejado de ser una actividad artesanal y se está posicionando como una nueva industria en el país; dentro de los principales departamentos que proveen carne ovina y han llevado un mayor desarrollo de la producción se encuentran la Guajira, Cesar, Magdalena y Santander, sin dejar a un lado el centro y occidente del país. Colombia continúa con una población ovina fluctuante en alrededor de dos millones de cabezas desde el 2005 (Arévalo y Correa, 2013). Es por ello la importancia de implementar estrategias que permitan mejorar la producción ovina desde el punto de vista nutricional, genética, reproductiva y sanitaria, en este último destacando planes de salud preventiva, para garantizar una producción limpia y competitiva tanto en mercados nacionales como internacionales.

Los ovinos son pequeños rumiantes que a lo largo del tiempo se han provisto carne y leche de excelente calidad, se destacan además por su capacidad para reproducirse en poco tiempo e incrementar su población (Hernández, 2012), por lo cual una mala estrategia o implementación de plan sanitario, genera pérdidas económicas atribuida a enfermedades pódales y parasitarias. La pododermatitis interdigital es una enfermedad infecto-contagiosa crónica de los ovinos, caprinos y bovinos, que generalmente se incrementa con la edad (da Silva, 2016). Esta afección está confinada al tejido epidérmico del espacio interdigital de la piel y la pezuña. Los factores predisponentes más importantes para la transmisión son la humedad, calor y lesiones del pie; las principales pérdidas directamente atribuidas a la pododermatitis en ovinos se manifiestan en la producción de carne, lana y aumento de la prevalencia de miasis (Mederos *et al.*, 2001).

La pododermatitis infecciosa o footrot es una de las enfermedades pódales más frecuentes entre ovinos y caprinos, que involucra la piel del espacio interdigital y de la lámina sensitiva de la pezuña, ocasionando claudicación severa y prolongada, causada por dos bacterias que actúan de forma sinérgica, *Fusobacterium necrophorum* y *Dichelobacter nodosus* (Bennett, 2011); la severidad de la enfermedad depende de la naturaleza particular de la cepa y de las condiciones ambientales como la humedad y temperatura (Kennan *et al.*, 2011). La etiología puede ser determinada por otros factores como la genética del hospedero, inmunidad adquirida del rumiante, prácticas de manejo en la granja y factores ambientales (Bennett, 2011). El principal agente causal de la putrefacción del pie ovino es *D. nodosus*, que es una bacteria anaerobia obligatoria gram negativa (Cederlöf *et al.*, 2013), que también trabaja en sinergia con *F. necrophorum*, gram negativa no esporulada, con la capacidad de producir hemolisinas, leucotoxinas, proteasas, lipasas, y adhesinas (Bennett, 2011).

La presentación de la enfermedad se caracteriza por la apariencia de exudado inflamatorio y necrosis del tejido epidermal de la pezuña, cuya severidad varía según la forma de presentación: pododermatitis interdigital leve, intermedia y severa. La primera presenta signos de inflamación, ulceración y material necrótico húmedo en piel interdigital, pero no progresa a forma severa donde hay destrucción del casco (Kennan *et al.*, 2011); en la segunda se empieza a afectar la pezuña, y se puede determinar comparando las afecciones con los animales del rebaño, y en la tercera se observa destrucción de la queratina, erosión y desprendimiento de la pezuña, llega a ser altamente contagiosa, con olor nauseabundo, por la descomposición de la queratina que es rica en azufre (Bennett, 2011).

Esta enfermedad comienza con una dermatitis interdigital (DI), ocasionada por *D. nodosus*, que está presente antes de que se desarrolle una pododermatitis severa, el microorganismo invaden estructuras epidérmicas ocasionando cojeras y finalizando en algunos casos con laminitis y desprendimiento del casco (Witcomb *et al.*, 2015), además se ha encontrado que este patógeno puede sobrevivir en el

suelo con células viables detectadas hasta en el día 40 (Muzafar *et al.*, 2016); aunque muchos de los casos inician con una proliferación previa de la bacteria *F. necrophorum*, lo que desarrolla una típica lesión de la pezuña que facilita la invasión epidérmica de *D. nodosus*. En clima cálido y húmedo el periodo de incubación va de 5 a 7 días, el organismo invade los tejidos blandos, ocasionando tumefacción aguda y posteriormente necrosis, propagándose a vainas tendinosas e incluso llegando al hueso (da Silva, 2016), los signos o lesiones se pueden detectar por medio de una ligera cojera de una o más extremidades, que empeora de forma rápida, aunque inicialmente solo se observa inflamación de la piel en el espacio interdigital, después la pezuña muestra diversos grados de deformación, muerte y desprendimiento de tejidos, en casos avanzados el animal no apoya el miembro o permanece inmóvil. El diagnóstico de esta enfermedad se realiza mediante inspección de cada una de las pezuñas, siguiendo la escala de clasificación planteada por (Webb y Kluver, 2014), la cual va de 1 a 5, donde 1 es leve y 5 es grave (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación grados de pododermatitis interdigital

Puntaje	Descripción
1	Dermatitis interdigital la cual implica una inflamación y erosión de la capa superficial de la piel, entre los dedos del animal.
2	Dermatitis interdigital más extensa, con una inflamación severa de la pared interior de la pezuña, comprometiendo la dermis interdigital de los talones.
3a	Separación de la piel de los talones extendiéndose hacia lo alto de la pezuña (muralla) no más de 5 mm.
3b	Separación de la piel exterior del talón, dispersándose a través de la suela un poco más que el score 3a.
3c	Amplia separación del talón, sin extenderse hasta el borde exterior de la suela del pie.
4	Comprometida toda la suela, con una separación de las paredes y el borde exterior de la planta.
5	Necrosis del tejido más profundo de la pared exterior, con la consiguiente separación de toda la muralla de la pezuña.

Fuente: Webb y Kluver, (2014).

Para el tratamiento y prevención de esta enfermedad se debe tener en cuenta las condiciones en las que los animales se encuentran, como el clima, humedad y alimentación; posteriormente se realiza un análisis de las posibles causas, con el fin de disminuir el impacto que generan, porque estas enfermedades pódales causan pérdidas económicas en la producción; una vez realizado el análisis se hacen registros de la clasificación de la pododermatitis interdigital de todo el rebaño, luego de estas acciones se da comienzo al despezñado con corte, limpieza, y aplicación de agua oxigenada o azul de metileno; para ello las herramientas usadas deben estar desinfectadas para su uso en cada animal, con el fin de evitar contaminación cruzada, posteriormente los animales son llevados a un pediluvio con sulfato de zinc al 10% por 15 minutos.

Es importante señalar que los pediluvios son necesarios para fines preventivos y curativos en la lucha contra la enfermedad, por ello toda explotación debe contar con instalaciones para realizarlos de forma cómoda y eficaz (Fernández *et al.*, 1996); se utiliza sulfato de zinc para baños pódales para el tratamiento de pezuñas en ovinos y bovinos, por su capacidad antiséptica y de penetración en los tejidos, además no es irritante, se recomienda el uso de este agente químico al 10%, el tiempo de mantenimiento en el pediluvio depende del estado de la infección del rebaño. Otros productos que se usan en los baños pódales son formalina y sulfato cobre (Winter, 2011), en general se recomienda las siguientes concentraciones y preparación para cada caso.

Tabla 2. Soluciones usadas en baños pódales

Sustancia	Descripción
Sulfato de cobre	Solución al 3-5%, agregar de 3 a 5 libras de sulfato de cobre con 12.5 galones de agua. Usar durante 15 minutos y dejar secar por 1 hora en concreto, se puede repetir cada 1 o 2 semanas.
Formaldehído	Solución de formalina al 3-5%, considerado un químico peligroso de daño potencial para humanos.
Sulfato de zinc	Solución de sulfato de zinc al 5-10%, agregar de 5 a 10 libras de sulfato de zinc a 12.5 galones de agua, tratamiento de 5-7 días durante 15 minutos.

METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó en el Centro Agropecuario Marengo y Centro de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Extensión ovino – CIDTEO, ubicado en el centro agropecuario Marengo, en el kilómetro 14 vía al municipio de Mosquera, Departamento de Cundinamarca, con una temperatura promedio de 13.6°C, humedad relativa del 51%, y precipitaciones de 649 mm al año.

La fase de campo se llevó a cabo con el fin de probar la efectividad de un sistema de pediluvio, primero se realizó una inspección total de pezuñas de los animales de la granja; las evaluaciones clínicas de la enfermedad se llevaron a cabo durante cuatro meses, utilizando la escala (1-5) propuesta por Webb y Kluver, (2014). Se utilizaron 16 corderos como grupo experimental de diez meses de edad de los cuales ocho correspondían a la raza criolla colombiana y la otra mitad a la *Corriedale*, los animales fueron manejados en las mismas condiciones de alimentación, suplementación con sal mineralizada, pastoreo y agua ad libitum; el grupo fue tratado con sulfato de zinc al 10% en pediluvios, con el fin de evaluar su efectividad con relación al testigo, por lo tanto se procedió a dividir los animales en dos grupos: control y tratamiento, el tratamiento fue sometido a pediluvios sin arreglo podal con sulfato de zinc al 10% por tres días, mientras que el grupo control continuó en el mismo potrero sin arreglo podal y sin pediluvio: pasados cinco días post tratamiento se evaluó la efectividad del sulfato de zinc al 10% mediante registro fotográfico comparándolos con los ovinos que no recibieron ningún tratamiento.

Con el objetivo de caracterizar cada lesión y grado de severidad (Tablas 1 y 3) del grupo que recibió de tratamiento se realizó inspección detallada de las pezuñas, en donde se evaluó ciertas estructuras anatómicas observándolas de la siguiente forma:

- 1) Deformidad en el casco.
- 2) Separación del rodete coronario con el casco, laceraciones, dermatitis o inflamación.
- 3) Separación de la muralla del casco (cm), alteraciones en su estructura como (discontinuidad, deformidad).
- 4) Espacio

interdigital, si hay resequedad, enrojecimiento leve o moderado. 5) Presencia de exudado blanquecino en el espacio interdigital extendiéndose al talón. 6) Inoloro, maloliente, o fétido pestilente, penetrante, fuerte, u olor nauseabundo de la materia orgánica en descomposición. 7) Observación en el talón desprendimiento de capa cornea y medida de su tamaño (cm). 8) Evaluación de la suela, si mantiene la integridad de su estructura cornea, presencia de material necrótico, descamación o daño de la estructura con supuración del tejido compromete un tercio de toda la suela. Las evidencias de las lesiones halladas el día cero antes de iniciar el tratamiento se observan en las Figuras 1, 2 y 3.





Después de divididos los animales, se realizó una clasificación según la severidad de la pododermatitis interdigital (Tabla 3), los animales 1 a 8, corresponden a la raza *Corriedale* y la 9 a 16 a la raza criolla Colombiana; se puede observar que hay variedad en cuanto a la raza, en la forma de presentación de la enfermedad, afectando indiscriminadamente las dos razas, es decir que los factores ambientales y la alimentación juegan un papel muy importante en la predisposición para presentar la enfermedad, aunque se ha observado que los animales de la raza *Corriedale* son más resistentes, pero no está exenta de la enfermedad, por el contrario la raza criolla Colombiana es más susceptible al padecimiento de la pododermatitis interdigital.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la evaluación clínica de la enfermedad de 1052 pezuñas se encontró que el 22.43% de los animales (263) estaban afectados frente al 77.57% (816) que se encontraban sanos, los grupos etarios más afectados fueron las hembras servidas con 7.98% (84) seguida por las borregas con 4.07% (43) mientras que los menos afectados fueron los borregos de seis meses de edad 0.29% (3) y destetos 1.71% (18) (Tabla 4).

Tabla 3. Clasificación de la severidad de la pododermatitis interdigital en los animales experimentales

Animal	MAD	MAI	MPD	MPI
1	4	1	3c	3a
2	1	0	0	0
3	0	0	1	1
4	1	3a	3a	3a
5	3b	0	1	3c
6	1	3a	3c	1
7	0	0	1	1
8	3a	0	0	1
9	4	3c	3a	4
10	0	0	3b	4
11	0	1	1	1
12	2	3a	1	3a
13	3a	3a	3a	3a
14	3a	3c	2	3c
15	1	1	3a	4
16	0	2	0	0

Escala (0-5) propuesta por (Webb y Kluver, 2014).

MAD: Miembro anterior derecho.

MAI: Miembro anterior izquierdo.

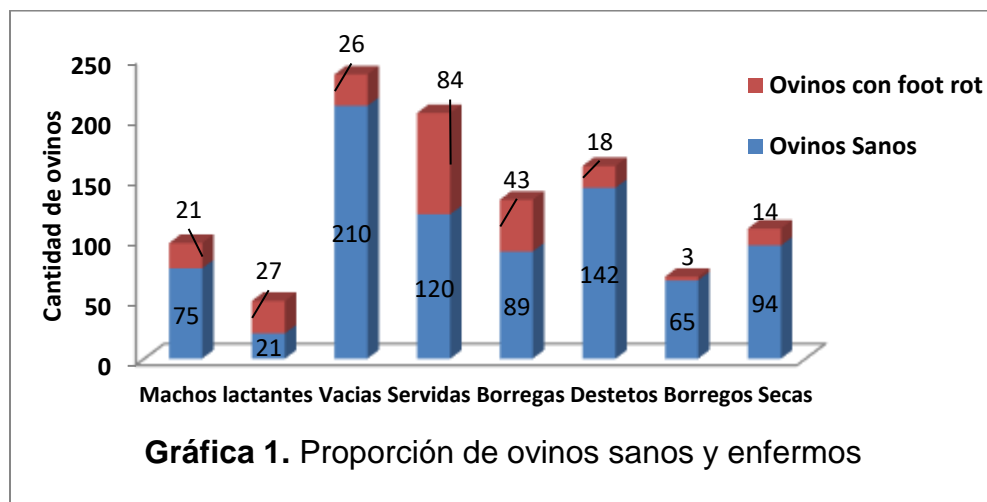
MPD: Miembro posterior derecho.

MPI: Miembro posterior izquierdo.

En el caso de la clasificación de la enfermedad por grupo etario, el grupo hembras servidas es el más afectado, como se había mencionado, las condiciones del lugar en donde se encontraban, pudo ser la causa principal de esta afectación, ya que la granja tiene bastantes problemas de encharcamiento en los potreros, donde normalmente están los animales pastando (Gráfica 1).

Tabla 4. Análisis de la población ovina por categorías etarias (%)

Grupos	Sanos	Enfermos	Total
Machos	7.13	2.00	9.13
Ovejas lactantes	2.00	2.57	4.56
Ovejas vacías	19.96	2.47	22.43
Ovejas servidas	11.41	7.98	19.39
Borregas	8.46	4.09	12.55
Destetos	13.50	1.71	15.21
Borregos	6.18	0.29	6.46
Ovejas secas	8.94	1.33	10.27
Total	77.57	22.43	100.00



En la inspección de los ovinos de la granja, se observó que el 80.08% de la población afectada tiene el grado más leve de pododermatitis interdigital según esquema de clasificación propuesto por Webb y Kluver, (2014), el 1.69% mostró grado 3b, y el 4.66% presentó un grado cuatro (Tabla 5), teniendo en cuenta que las condiciones ambientales de la producción pueden ser factores predisponentes

para la presentación de la enfermedad, se deben atenuar mediante un manejo específico y constante para cada caso en particular, porque si la enfermedad avanza, puede llegar a condiciones patológicas severas, con el consecuente aumento de la población afectada, lo cual se refleja en pérdidas productivas y por ende económicas, por lo tanto es recomendable que ante la presentación de algún grado pododermatitis interdigital, inclusive si es leve, se comience con un plan preventivo o curativo según sea el caso, para evitar la propagación de la enfermedad al resto de la población.

Tabla 5. Pododermatitis interdigital en la población de ovinos evaluados

Grado de afección*	Ovinos afectados	Porcentaje (%)
1	189	80.08
2	8	3.39
3a	2	0.85
3b	4	1.69
3c	10	4.24
4	12	5.08
5	11	4.66
Total	236	100

*Escala (1-5) propuesta por Webb y Kluver, (2014).

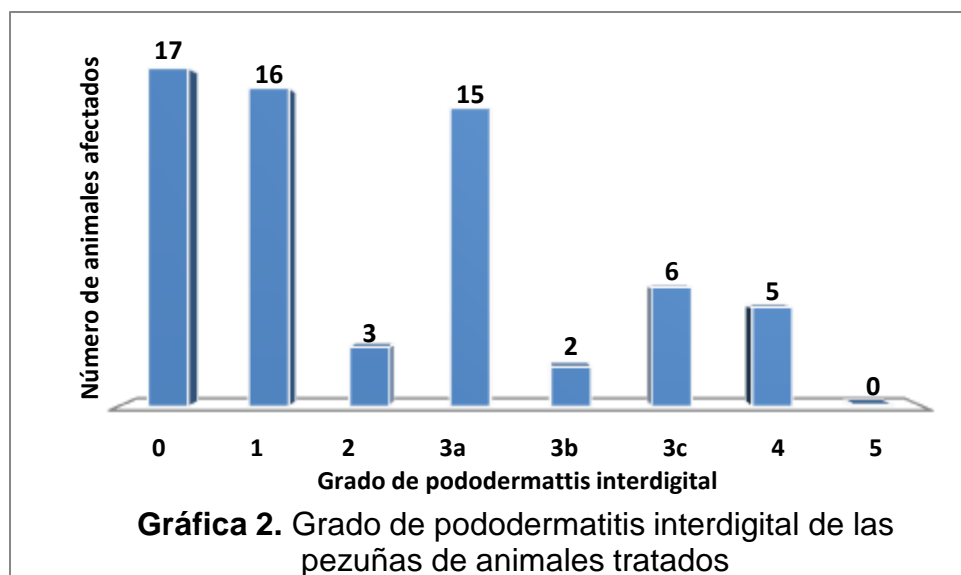
En el grupo sometido al experimento (16 ovinos), se evaluaron en total 64 pezuñas, las cuales fueron inspeccionadas antes y después del tratamiento, con el objetivo de evidenciar cambios observables de esta patología. De las 32 pezuñas de la raza criolla colombiana, el 40.7% están afectadas por algún grado de pododermatitis interdigital, y tan solo el 9.4% se encontraban sanas; mientras que en la raza *Corriedale*, de 32 pezuñas, el 34.3% se encontraban afectadas, frente a un 15.6% sanas, evidenciando que la raza criolla puede ser más susceptible a esta enfermedad (Tabla 6).

Cuando se clasifican los grados de pododermatitis interdigital, y el número de pezuñas afectadas en cada categoría, se encontró que el grado 3a presentó 15, y

en uno 16 (Gráfico 2), indicando que la afección puede ir de una presentación leve hasta avanzar rápidamente a una clasificación 3a, o incluso más avanzado, aunque cabe destacar que depende en gran medida de los factores climáticos y la prevención o uso de pediluvios, puesto que se debe hacer de los mismos de manera preventiva, y más en épocas donde los animales son más susceptibles a daños e infecciones de las pezuñas; también se debe resaltar que esta clasificación se pudo realizar gracias a una observación meticulosa de las pezuñas, para determinar efectivamente el grado de la patología, según las características de cada grado de la enfermedad.

Tabla 6. Estado de las pezuñas del grupo de ovinos sometido al tratamiento

Raza	Pezuñas sanas	Porcentaje (%)	Pezuñas afectadas	Porcentaje (%)	Total
Criolla	6	9.4	26	40.7	32
Corriedale	10	15.6	22	34.3	32
Total	16	25	48	75	64



Evidencia del pos tratamiento

Las lesiones pódalas fueron observadas mediante registro fotográfico antes y después de realizado el tratamiento, para comprobar que tan eficiente fue el

pediluvio utilizado, y que porcentaje de recuperación se alcanzó. En algunos casos graves se observaron lesiones grado 3c, es decir la pezuña rojiza con tejido necrótico de coloración verde-café, con parcial desprendimiento y destrucción del casco; después de aplicar el tratamiento, el cambio de la pezuña fue notable puesto que ya no presentaba exudado ni coloración rojiza, ni desprendimiento, además el tejido estaba sano en la almohadilla plantar (Figura 4).



Figura 4. Evidencia antes (A y B) y después (C) del tratamiento

En otro caso de un ovino con pododermatitis interdigital grado 3 se observó un tejido necrótico de coloración blanquecino, de aspecto duro, reseco, en el cual hubo daño de la queratina, además de presentar dermatitis interdigital. Cuando se aplicó el tratamiento, la pezuña, tuvo una reparación satisfactoria de la queratina, y a los pocos días ya no se evidenciaba el daño en la misma (Figura 5).



Figura 5. Evidencia antes (A) y después (B) del tratamiento

En otro caso de pododermatitis pero grado 4, se observó una coloración rojiza del espacio interdigital, en la parte queratinizada de la pezuña se apreciaba una ulcera de color rojiza, con desprendimiento del casco, de coloración café oscuro. Se observó recuperación satisfactoria del tejido queratinizado y la parte interdigital por efecto del tratamiento, puesto que no presentó inflamación ni coloración rojiza posterior al mismo (Figura 6).



En otro caso de pododermatitis interdigital grado 4 se observó desprendimiento y pérdida de la pezuña, con tejido necrótico y exudado de coloración café y negro, con daño interdigital; después del tratamiento, hubo formación de la queratina, y cierre de la laceración de la pezuña, tampoco se observó daño interdigital, el aspecto y sanidad de la pezuña mejoró evidentemente (Figura 7).



Indudablemente los factores medioambientales afectan el desarrollo de esta enfermedad, estos casos de pododermatitis interdigital estudiados coinciden con las observaciones realizadas por Ferreira *et al.*, (2002), puesto que el microorganismo *Fusobacterium necrophorus* actúa con mayor facilidad en una pezuña predispuesta, ablandada por la alta temperatura, además por el tipo de suelo que pisan, por el alto de las pasturas y la susceptibilidad racial e individual. Kimberling y Ellis, (1990) afirman que la humedad induce una hiperqueratosis de la sustancia córnea blanda en la unión córneo cutánea y causa un espesamiento y maceración de la piel interdigital, *F. necrophorus* logra colonizar las grietas del espacio interdigital causando focos de necrosis en los tejidos nobles, y en esos tejidos desvitalizados y con restos orgánicos, y gracias a un factor estimulante del crecimiento y protector, una exotoxina leucocídica que lo protege de la fagocitosis, inicia su desarrollo *Dichelobacter nodosus*.

Wassink *et al.*, (2010) confirman que estos microorganismos elaboran y secretan unas poderosas proteasas que digieren la elastina y la queratina de la pezuña y le permiten avanzar en anaerobiosis hacia las profundidades del corion solar y de la muralla, la invasión generalmente comienza en la parte posterior del espacio interdigital, en los talones, y se extiende hacia adelante por la cara interna de la muralla y por la suela. *Fusobacterium* produce su acción necrotizante y *D. nodosus* su acción proteolítica, lo que genera una gran inflamación de toda la pezuña, precisamente esto fue lo que se presentó en los ovinos que tenían pododermatitis interdigital grado tres y cuatro (Figuras 5 y 6).

Se concuerda con lo observado por Calderón *et al.*, (2011) en lo referente a la prevención, puesto que es necesario un adecuado control sanitario en la granja, porque las afecciones pódalas son una de las mayores preocupaciones de los productores, es por ello que al comprender la importancia de su epidemiología y fisiopatología, se pueden establecer estrategias preventivas que permitan mantener su control una vez afecto un rebaño. Sin embargo, aún hay mucho por investigar de esta enfermedad, puesto que rutinariamente no se realiza diagnóstico mediante aislamiento del *D. nodosus* patógeno gram negativo

anaerobio que colabora en la evolución y propagación de la pododermatitis interdigital, tema de interés para continuar estudiando.

CONCLUSIONES

Los factores medio ambientales como la temperaturas, las lluvias y los encharcamientos de potreros facilitan la evolución de la pododermatitis interdigital, puesto que la bacteria *Fusobacterium necrophorum* es un microorganismo que hace parte de la flora gastrointestinal de los rumiantes y de otros animales, por lo tanto se presenta una constante eliminación al ambiente natural del rebaño, por lo tanto resulta prácticamente imposible erradicar la enfermedad, por ello es necesario controlar algunos factores para evitar su propagación.

El uso de pediluvios con sulfato de zinc al 10% durante tres días obtuvo una efectividad del 97% en el control de las lesiones pódales, tal como se evidenció en el registro fotográfico post tratamiento, puesto que sólo dos pezuñas que representaron un 3.1% continuaban con lesiones leves.

RECOMENDACIONES

Para no entrar ni propagar la pododermatitis interdigital se recomienda que antes de comprar ovinos se compruebe que no presenten lesiones en las pezuñas; además realizar cuarentena de los animales que ingresan al rebaño, y para toda la población, arreglo de pezuñas con regularidad, uso de pediluvios, separación de animales sanos y enfermos, y descarte de animales con lesiones severas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Arévalo Á., Correa G. Tecnología en la ovinocultura colombiana: estado del arte. Revista Ciencia Animal. 6 125-142. 2013.
2. Bennett G.N. Dichelobacter nodosus and Fusobacterium necrophorum in ruminants with lameness and footrot, Doctor of Philosophy. Lincoln University, Nueva Zelanda. 231 p. 2011.
3. Calderón C., De la Barra R., Uribe H., Martínez M. Susceptibilidad a afecciones podales en ovejas de raza Chilota, Romney Marsh y Suffolk Down. En: XXXVI Congreso de la Sociedad Chilena de producción animal. Punta Arenas, Chile. 2011.

4. Cederlöf S.E., Hansen T., Klaas I.C., Angen O. An evaluation of the ability of *Dichelobacter nodosus* to survive in soil. *Acta Veterinaria Scandinavica*. 55 (4): 1-4. 2013.
5. da Silva C. Lesões podais em ovinos na mesorregião sudoeste rio-grandense, Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em ciência animal, Universidad Federal do Pampa, Uruguaiana, Brasil. 85 p. 2016.
6. Fernández M., E M., Serrano E. Peder del ovino y caprino, *Mundo ganadero*, No 81, 46-50. 1996. Recuperado 15 Julio 2017. Disponible En: https://www.researchgate.net/profile/Emma_Serrano/publication/28284375_Peder_o_del_ovino_y_caprino/links/53fc72d00cf22f21c2f3d9a6/Peder-del-ovino-y-caprino.pdf
7. Ferreira G., Mederos A., Bonino J., Casaretto A. Estimación de costo/beneficio en el control de Foot rot en Ovinos. *INIA Serie FPTA-INIA*. 7 33-41. 2002.
8. Ferrer L.M., Ramos J.J. Las cojeras en el ganado ovino: clínica y prevención. *Servet, Zaragoza, España*. 188 p. 2008.
9. Hernández L.G. Control de parasitismo gastrointestinal y problemas reproductivos en ovinos y caprinos: medidas para la temporada invernal. *ICA, Bogotá, Colombia*. 23 p. 2012.
10. Kennan R.M., Han X., Porter C.J., Rood J.I. The pathogenesis of ovine footrot. *Veterinary microbiology*. 153 (1-2): 59-66. 2011.
11. Kimberling C.V., Ellis R.P. Advances in the control of foot rot in sheep. *The Veterinary clinics of North America. Food animal practice*. 6 (3): 671-681. 1990.
12. Mederos A., Ferreira A.G., Montossi A.F., Bonino J., Casaretto A., Scremini P., Gil A., Estudios sobre footrot ovino en el Uruguay: Relevamiento de su prevalencia, evaluación de las pérdidas productivas y económicas. *INIA Serie Actividades de Difusión, Montevideo, Uruguay*. 22 p. 2001.
13. Muzafar M., Green L.E., Calvo L.A., Tichauer E., King H., James P., Wellington E. Survival of the ovine footrot pathogen *Dichelobacter nodosus* in different soils. *Anaerobe*. 38 (2016): 81-87. 2016.
14. Nascimento G.M., Oliveira A.C., Rodrigues T., Araújo J.R., Garino F., Vilar S., Riet F. Pododermatite infecciosa em ovinos e caprinos no sertão paraibano. *Ciência Animal Brasileira*. 585-590. 2009.
15. Ramos J.J., Ferrer L.M. La exploración clínica del ganado ovino y su entorno. *Servet, Zaragoza*. 422 p. 2007.
16. Wassink G.J., King E.M., Grogono-Thomas R., Brown J., Moore L.J., Green L.E. A within farm clinical trial to compare two treatments (parenteral antibacterials and hoof trimming) for sheep lame with footrot. *Preventive veterinary medicine*. 96 (1-2): 93-103. 2010.
17. Webb J., Kluver P. Footrot manual for contractors, 30. 2014. Recuperado 13 Julio 2017. Disponible En: <http://www.lbn.org.au/wp-content/uploads/2015/12/Footrot-manual-for-footrot-contractors.pdf>
18. Winter A.C. Treatment and control of hoof disorders in sheep and goats. *Veterinary Clinics: Food Animal Practice*. 27 (1): 187-192. 2011.
19. Witcomb L.A., Green L.E., Calvo L.A., Russell C.L., Smith E.M., Grogono R., Wellington E. First study of pathogen load and localisation of ovine footrot using fluorescence in situ hybridisation (FISH). *Veterinary microbiology*. 176 (3-4): 321-327. 2015.

Adiestramiento del búfalo (*Bubalus bubalis*) como animal de trabajo

Training the buffalo (*Bubalus bubalis*) as a work animal

Treinar o búfalo (*Bubalus bubalis*) como um animal de trabalho

Cely Vásquez Juan David¹ y Plazas Borrero Camilo Hernando²

¹MVZ, Universidad de los Llanos y

²MVZ, Esp., MSc., Docente Universidad de los Llanos

cplazasb@unillanos.edu.co

Recibido 03 de Noviembre 2017, Aceptado 26 de Mayo 2018

RESUMEN

En regiones de Asia y Suramérica, el búfalo (*Bubalus bubalis*) se ha venido utilizando desde siglos atrás para brindar fuerza de trabajo, en las modalidades de carga, tiro o monta, e incluso en la mecanización de suelos con características de inundación (cultivos de arroz), en donde el lodo puede llegar a una profundidad que alcanza 40 a 60 cm, se pueden desplazar a una velocidad de 6-8 km/h, y pueden llegar a mover cargas de hasta 1500 kg, con rendimiento de trabajo de 0.25 hectáreas por día. También se observado que la fuerza ejercida por los búfalos como animales de trabajo no representa restricciones al utilizarlos en diferentes labores agropecuarias dentro de las fincas, y su clara adaptación al trópico permite un desarrollo físico adecuado, facilitando su entrenamiento. Se considera como una “tecnología apropiada”, el sistema que emplea la combinación de remolque y búfalo, porque sobrepasa la efectividad de la maquinaria en productividad y costos de funcionamiento, lo cual ha generado que, en las plantaciones de palma en el momento de la cosecha, los búfalos sean utilizados como principal fuente de tracción de los remolques que almacenaran este fruto. A pesar de la existencia de zonas ganaderas y productoras de palma africana, en Colombia no se han documentado estudios donde se relacionen los procesos de adiestramiento del búfalo mediante la implementación de doma racional, para utilizarlos como animales de trabajo, por lo cual, el objetivo de este trabajo es exponer las cualidades de esta especie, y las técnicas adecuadas para el

adiestramiento y manejo de los búfalos destinados para trabajo, con base en su etología y trato racional. Se ha reconocido que los implementos e instalaciones utilizados en el manejo de los búfalos son importantes para facilitar el adiestramiento, los cuales deben ser confortables en caso de la sujeción de la cabeza, en la nariz se utiliza argolla nariguera, también se usan lazos de distintos calibres y un cabezal, pero en ningún caso se debe infringir daño; en actividades de trabajo se utiliza el sillín, la alfombra y el remolque, los cuales no deben limitar la locomoción del búfalo. A diario y durante el ordeño es necesario dedicar de 20 a 30 minutos a la manipulación del bucerro para tener contacto y establecer un vínculo con la persona que lo está entrenando. Para permitir un control y poder guiar al animal, en esta etapa se le enseña algunas órdenes con el lazo pisador y con la voz, halándolo de la cuerda del cabezal atado a la argolla nariguera; los búfalos se deben ejercitar mediante caminatas entre una a dos horas. En el sitio de trabajo se guía al animal, siempre con el amansador por delante para mostrarle los caminos y enseñarle cuales son las calles; este acompañamiento puede variar en cuanto al tiempo de duración, porque con algunos búfalos puede tomar meses y en otros menos, en general se hace el refuerzo de órdenes de voz hasta llevar el animal a trabajar con una sola persona.

Palabras clave: Doma racional, tracción animal, etología, bóvidos, palma.

ABSTRACT

In regions of Asia and South America, the buffalo (*Bubalus bubalis*) has been used for centuries to provide workforce, in the modalities of loading, shooting or mounting, and even in the mechanization of soils with flood characteristics (rice crops), where the mud can reach a depth that reaches 40 to 60 cm, they can move at a speed of 6-8 km/h, and can reach loads of up to 1500 kg, with work performance of 0.25 hectares per day. It was also observed that the force exerted by buffaloes as working animals does not represent restrictions when using them in different agricultural work within the farms, and its clear adaptation to the tropics allows an adequate physical development, facilitating its training. It is considered as an "appropriate technology", the system that uses the trailer and buffalo

combination, because it exceeds the effectiveness of the machinery in productivity and operating costs, which has generated that, in the palm plantations at the time of harvest, the buffaloes are used as the main source of traction for the trailers that store this fruit. In spite of the existence of cattle and African palm producing areas, in Colombia, no studies have been documented where the training processes of the buffalo are related through the implementation of rational dressage, to use them as work animals, therefore, the objective of this work is to expose the qualities of this species, and the appropriate techniques for the training and management of buffaloes intended for work, based on its ethology and rational treatment. It has been recognized that the implements and installations used in the management of buffaloes are important to facilitate training, which should be comfortable in the case of head restraint, nose ring is used in the nose, also ties of different calibers and a poppet are used, but in no case should harm be inflicted; in work activities the saddle, the carpet and the trailer are used, which should not limit the locomotion of the buffalo. Daily and during milking it is necessary to devote 20 to 30 minutes to the manipulation of the buffalo to have contact and establish a link with the person who is training him. To allow control and to guide the animal, in this stage he is taught some orders with the trapping bow and with the voice, pulling it from the head rope attached to the nose ring; buffaloes should be exercised through walks between one to two hours. At the work site the animal is guided, always with the tamer ahead to show him the roads and show him the streets; this accompaniment may vary in terms of duration, because with some buffaloes it can take months and in others less, in general, voice orders are reinforced until the animal is brought to work with only one person.

Keywords: Rational dressage, animal traction, ethology, bovids, palm.

RESUMO

Nas regiões da Ásia e da América do Sul, o búfalo (*Bubalus bubalis*) tem sido usado há séculos para fornecer força de trabalho, nas modalidades de carregamento, tiro ou montagem, e mesmo na mecanização de solos com características de inundação (culturas de arroz), onde a lama pode chegar a uma

profundidade que atinge 40 a 60 cm, pode mover-se a uma velocidade de 6-8 km/h, e pode mover cargas de até 1500 kg, com rendimento de trabalho de 0.25 hectares por dia. Também foi observado que a força exercida pelos búfalos como animais de trabalho não representa restrições ao usá-los em diferentes trabalhos agrícolas dentro das fazendas, e sua clara adaptação aos trópicos permite um desenvolvimento físico adequado, facilitando seu treinamento. É considerado como uma "tecnologia apropriada", o sistema que usa a combinação de reboque e búfalo, porque excede a eficácia do maquinária em produtividade e custos operacionais, o qual gerou que nas plantações de palmeiras no momento da colheita, os búfalos são usados como principal fonte de tração para os trailers que armazenam essa fruta. Apesar da existência de áreas de produção de bovinos e palma africana, na Colômbia, nenhum estudo foi documentado onde os processos de treinamento do búfalo estão relacionados através da implementação de dressage racional, para usá-los como animais de trabalho, portanto, o objetivo deste trabalho é expor as qualidades desta espécie, e as técnicas apropriadas para a formação e gestão de búfalos destinados ao trabalho, com base na sua etologia e tratamento racional. Foi reconhecido que os implementos e instalações utilizados na gestão de búfalos são importantes para facilitar o treinamento, que deve ser confortável no caso da sujeição da cabeça, no nariz é usado anel de nariz, também são usados laços de diferentes calibres e uma cabeça, mas em nenhum caso deve causar dano; nas atividades de trabalho a sela o tapete e o reboque são usados, os quais não devem limitar a locomoção do búfalo. Diariamente e durante a ordenha é necessário dedicar 20 a 30 minutos à manipulação do búfalo para ter contato e estabelecer um vínculo com a pessoa que o está treinando. Para permitir o controle e guiar o animal, nesta fase, ele é ensinado algumas ordens com o arco de captura e com a voz, puxando-o da corda da cabeça presa ao anel do nariz; os búfalos devem ser exercitados por uma caminhada de uma a duas horas. No lugar de trabalho, o animal é guiado, sempre com o domador à frente para mostrar-lhe as estradas e ensinar-lhe quais são as ruas, este acompanhamento pode variar em termos de duração, porque com

alguns búfalos pode levar meses e em outros menos, em geral, as ordens de voz são reforçadas até que o animal seja levado a trabalhar com apenas uma pessoa.

Palavras-chave: Adestramento racional, tração animal, etologia, bovídeos, palma.

INTRODUCCIÓN

Los animales de trabajo ayudan en la subsistencia a los pequeños agricultores, quienes los utilizan para la labranza del suelo, lo cual aumenta la cobertura de preparación del suelo en menor tiempo, es decir que contribuye eficientemente con su trabajo de campo; también los pueden utilizar en el transporte de cosechas, facilitando la comercialización de sus productos, en suministro de forraje para el ganado, y transporte de estiércol e insumos que se requieren en la finca, suministrando a las familias servicios y medios de vida. El poder humano, animal y mecánico no es mutuamente excluyente y cada uno tiene ventajas dependiendo del ambiente, la escala y el contexto socioeconómico. La gente aspira a máquinas prestigiosas y modernas, pero los tractores pueden ser inasequibles e inapropiados en pequeñas explotaciones o en terrenos difíciles (Borghese y Mazzi, 2005).

El bienestar de los animales se reconoce como un componente básico en la cría responsable y por lo tanto debe ser una parte integral de todos los sistemas de producción, además de ser un bien común, tiene un impacto directo en salud de los animales y en su capacidad para llevar a cabo las funciones requeridas, que a su vez afectan el sustento de sus propietarios. Sin embargo, las prácticas de bienestar no reciben suficiente atención en todo el mundo a pesar de sus reconocidos impactos positivos en los animales y las familias que los poseen (Borghese y Mazzi, 2005).

DESCRIPCIÓN E IMPORTANCIA DEL BÚFALO EN ACTIVIDADES ZOOTÉCNICAS

Del búfalo doméstico de agua o asiático *Bubalus bubalis* se derivan dos tipos de sub-especies: *Bubalus bubalis bubalis* (búfalo de río) y *Bubalus bubalis karabau*

(búfalos de pantano), pertenecen al orden *Artiodactyla* y al sub orden rumiantes (Zava, 2011). La clasificación para estas dos sub-especies se basa en las características anatómicas, fisiológicas y adaptativas, y su ubicación geográfica.

El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) se ha convertido en una especie con alto interés zootécnico a nivel mundial. En Colombia su potencial como animal triple propósito es altamente reconocido, sin embargo, el sector en el cual se desarrolla como una valiosa opción de negocio es la industria láctea, especialmente para la producción de quesos tipo Mozzarella; mientras que la producción cárnica y de animales para trabajo está en crecimiento, debido al interés de ganaderos y propietarios de plantaciones de palma africana. Se caracteriza como un animal gregario, dócil, inteligente y con un temperamento tranquilo, posee hábitos nocturnos, es semiacuático, rustico, longevo, alta resistencia a enfermedades, habilidad para adaptarse a variaciones de temperaturas y consumo de alimentos toscos (Torres, 2009; ASOBUFALOS, 2016).

El búfalo se ha venido utilizando desde siglos atrás en antiguas culturas en regiones de Asia y sur América para brindar fuerza de trabajo, en las modalidades de carga, tiro o monta; ha trabajado en la mecanización de suelos con características de inundación (cultivos de arroz), en donde el lodo puede llegar a una profundidad de hasta 40 a 60 cm, dificultado las labores con otro tipo de equipos, siendo los animales la mejor opción debido a su agilidad de desplazamiento y características anatómicas como: pezuña hendida, alzada tipo medio, caja torácica profunda, extremidades cortas y articulaciones flexibles, los hace muy estables en la locomoción por su bajo centro de gravedad; inclusive logrando por medio del pisoteo labores de descompactación y control de arvenses. Se caracteriza por su comportamiento dócil y gran capacidad de fuerza, logrando tirar cargas de hasta el doble de su peso vivo (velocidad de trabajo es de 6-8 km/h, y pueden llegar a mover cargas de hasta 1500 Kg) con rendimiento de trabajo de 0.25 hectáreas por día (Zava, 2011).

El objetivo de este artículo es explicar el proceso de “doma racional” que hace referencia de como amansar un animal usando la razón para desarrollar

apropiadamente sus capacidades para que sea más eficiente fundamentalmente como animal de trabajo, lo cual va de la mano con el conocimiento etológico de la especie en este caso los búfalos. Lo racional y la etología se enfocan en el bienestar animal, estado físico (sanos) y mental (nobles y obedientes), brindando un proceso de amanse sin que se presenten traumas, estereotipias y/o agresiones hacia sus manejadores (Prado, 2009).

Se pretende exponer las cualidades de esta especie y las técnicas adecuadas para el amanse y manejo de los búfalos destinados para trabajo, con base en su etología y trato racional, buscando la aceptación por parte del animal hacia el hombre, utilizando los implementos adecuados para facilitar este proceso de adiestramiento, los cuales deben ser confortables para permitir desarrollar su fuerza y capacidad de trabajo.

IMPLEMENTOS DE SUJECIÓN, TRACCIÓN Y TRABAJO

Para permitir la guía y sujeción de la cabeza y nariz, sin infringir daño alguno, se utiliza la argolla nariguera, lasos de distintos calibres y un cabezal (Figura 1).



Figura 1. Implementos para el manejo de los búfalos.

Para ejecutar las labores de trabajo se utiliza el sillín, la alfombra y el remolque, implementos sobre los cuales el animal sostiene la carga; para no limitar la locomoción del búfalo durante la marcha se usa un juego de cuatro correas, las cuales deben ser colocadas correctamente para sujetar los equipos de trabajo. Estos implementos se caracterizan por su gran resistencia y permitir la correcta movilidad de los animales (Figura 2).



INSTALACIONES

Es imprescindible que se respeten los postulados de la Buenas Prácticas Ganaderas (BPG), para brindar bienestar y confort a los animales en el proceso de doma racional. El corral debe ser amplio, preferiblemente en tierra para evitar que los animales resbalen; poseer una buena calceta de ancho 80 cm permitiendo el paso de los búfalos sin dificultad; lugares de equipamiento y de acostumbramiento amplios, de fácil visibilidad, con buena sombra y que no tengan obstáculos en su alrededor (Botero y de la Ossa, 2003) (Figura 3).



FACTORES QUE INFLUYEN EN DOMA RACIONAL

Cuando el búfalo vive en la naturaleza es presa de depredadores, presenta un comportamiento característico, se encuentra en alerta a movimientos bruscos, ruidos y puede detectar las actitudes de las personas que se acerquen a él, presentando respuestas grupales. Lo anterior, hace recurrir a un método denominado “imprinting” o impronta, que se refiere a una forma de aprendizaje temprano en el que un recién nacido fija su atención en el primer ser vivo que huele, observa, escucha o toca, que es la madre, por lo tanto el proceso de amanse inicia en las primeras horas del nacimiento, en el momento de la curación del ombligo, seguido de los ocho meses de lactancia (Figura 4).



Figura 4. Búfalas con crías que empezaron el proceso de amanse

A diario y durante el ordeño es necesario dedicar de 20 a 30 minutos a la manipulación del bucerro: dejándose olfatear, se acaricia todo su cuerpo, se rasca su frente, debajo de la cola y entre las patas, puntos del cuerpo que al estimularlos producen relajación; igualmente se debe repetir en las horas de la tarde durante las labores de manejo, reforzando la confianza de los bucerros con las personas.

Es necesario crear una línea cronológica del ejercicio, en la cual se identifican los distintos tiempos del adiestramiento, permitiendo de esta manera encontrar puntos claves, y así mejorar los procedimientos. Durante el proceso de ordeño se establece una familiaridad de los bucerros (bufálo lactante) con las personas que los manejan; cuando tienen 24 a 36 meses, se debe tener en cuenta distintos parámetros que facilitan determinar sí los animales tienen la capacidad para ser destinados al trabajo y por tanto se continúa con el proceso de doma.

Las características físicas y clínicas apropiadas del búfalo para trabajo son: extremidades anteriores y posteriores rectas, patas cortas, huesos desarrollados, articulaciones bien conformadas y sin lesiones ni cojeras, cascos grandes y pezuñas de igual tamaño; cabeza ancha con pestañas fuertes y abundantes, ojos brillantes y vivaces, cuernos fuertes, bien definidos, sin fracturas que faciliten la movilidad, dentadura sana, morro amplio, fuerte, humedecido y brillante; cuello corto, fuerte y musculoso; línea dorsal recta desde la cruz hasta la altura del sacro, pecho ancho y profundo; abdomen que no sea abultado y barril profundo, sin presencia de hernias; cola flexible, con gran movilidad y bien implantada. El peso de un búfalo adulto para realizar cualquier trabajo debe estar entre 400 y 450 Kg, con buen desarrollo corporal (Galindo, 1998; Almaguer, 2007).

CARACTERÍSTICAS COMPORTAMENTALES

Es indispensable que a través de la observación se detecten las características comportamentales y que la selección del búfalo adecuado para trabajo, la realicen personas que tengan los conocimientos y la experiencia; el comportamiento se expresa cuando interactúa con el hombre, el ambiente y otros animales en el desarrollo de la actividad para la cual se destinó, siendo éstas un reflejo de su personalidad y actitud. Además, es necesario tener en cuenta las conductas innatas y la habilidad posterior de expresar las adquiridas, con el fin de lograr una actitud correcta para un manejo eficiente, tales como: alto grado de docilidad e inteligencia, fácil adaptabilidad al hombre y al trabajo, demostrar disposición y obediencia, poseer un comportamiento calmado, ser curioso, sensitivo y con un

nivel alto de mansedumbre, y que exprese su fuerza, brío, vitalidad y rusticidad (Galindo, 1998; Almaguer, 2007; Torres, 2009).

ASOCIACIÓN BÚFALO-HOMBRE

Se deben implementar técnicas racionales con los animales adultos mediante ejercicios que conlleven a una aceptación de proximidad y contacto físico, generando vínculos de confianza con los operarios y tranquilidad en los animales. Con el uso de una vara de madera y en espacios reducidos dentro del corral, con grupos de 5 a 10 animales, se inicia un toque y rascado con el fin de acostúmbrales al contacto físico; estos movimientos deben ser lentos, sin sobresaltos y al hablarles se debe hacer de forma pausada. Una vez se identifique el búfalo que más corresponda, se utiliza como apoyo para un acercamiento con los demás animales. Este proceso requiere de un tiempo considerable, por lo menos de dos horas diarias, por varios días y en condiciones ambientales favorables para evitar el estrés (Figura 5).



Para el argollado se debe hacer uso de la manga del corral con el fin de evitar traumatismos, dolor, estrés físico y rechazo hacia las personas, en lo posible con uso de tranquilizantes y/o anestésicos locales (bloqueo del nervio facial a través del agujero infraorbitario) (Cely y Puerto, 2016). Para la perforación se debe palpar

con la punta de los dedos el lugar por donde debe pasar el punzón de acero inoxidable, es necesario estirar la nariz para poder tocar y perforar solo el pliegue sin dañar el cartílago, luego se retira el punzón e inmediatamente se coloca la argolla, asegurándola con el tornillo pasador, revisando que quede centrado para evitar su pérdida; posteriormente se coloca dentro de la argolla un lazo calibre 8 de 80 cm de largo, el cual servirá para sujetar el animal para el acostumbramiento, y se debe evitar que el búfalo pise el lazo y con ello se maltrate la nariz. Una vez sane la herida (15 días) se continua con el adiestramiento (Figura 6).



Figura 6. Colocación del tornillo y lazo pisador en argolla nariguera

El proceso de descosquillado se realiza en la calceta, donde al animal se le coloca el cabezal, el cual se ata al lazo de la argolla, de tal forma que se reparta la fuerza una vez se amarre a un costado de la calceta, entonces se inicia el ejercicio de tocarlo de manera sistemática y en orden desde su anca hacia adelante. En el caso de que haya avances en el ejercicio y acceda dócilmente, se le estimulara aflojando la nariz, en caso contrario, deberá ejercerse fuerza nuevamente (Hoyos y Adelaida, 2016). Este primer ejercicio debe ir acompañado de cepillado constante por todo el cuerpo y de palabras como “quieto”, “tranquilo” así como un nombre, que se le repite constantemente, con el cual él termina relacionándose (Figura 7).

Los búfalos se amarran en el corral a la sombra para que constantemente se toquen y rasquen cuidadosamente con escoba o cepillo, es importante recordar algunos puntos de relajación de los búfalos como son, debajo de la cola en la

entrepierna y detrás de las orejas. Por otra parte, se puede también utilizar baños, con una manguera o baldes, esto ayuda a que el animal se sienta comfortable. Los ejercicios de descosquilleo se deben realizar a diario, entre una a dos horas, y los animales deben quedar en el sitio de acostumbramiento por espacio de ocho horas, luego se sueltan tranquilamente, evitando que se asusten para no provocar desconfianza (Figura 7).



Figura 7. Descosquilleo del búfalo en la calceta y animal tranquilo durante el baño, demostrando aceptación lamiendo la mano del manejador e inicio de cabresteo

CABRESTEO

En esta etapa, para permitir un control y poder guiar al animal, se le enseña algunas órdenes con el lazo pisador y con la voz, halándolo de la cuerda del cabezal atado a la argolla nariguera. La persona que realiza la actividad se debe colocar a un costado del búfalo y sobrepasarlo a nivel de la cruz para que avance; para dar la orden de detenerse se da unos pasos delante de la cruz y se le dice “alto” o “quieto” sosteniendo el lazo levantando la cabeza. Parte del cabresteo es hacer caminatas entre una a dos horas. En un corral grande se practican constantemente todos los ejercicios descritos anteriormente (Figura 7).

COLOCACIÓN DE IMPLEMENTOS AL BÚFALO

En esta etapa del amanse se hace la presentación de los implementos, con el objetivo de que el búfalo los conozca los huelga y no le parezcan extraños, se le muestran de cerca las correas, lazos y sillín, permitiendo que los vea y se familiarice con ellos, seguido se procede a colocarlos; junto con esta actividad, se refuerza diariamente la aceptación del contacto del búfalo con las personas, cuando el animal es equipado con el sillín, se le quita y se le pone repetidas veces, y se aprieta la cincha para llevarlo a caminar de cabestro. La alfombra se le puede pasar por todo el cuerpo antes de colocarla en el lomo para reforzar el descosquilleo, luego se ubica el sillín, y después las correas, empezando a cinchar el sillín, después la pechera, y por último se sitúa el arretranco; se deben revisar las correas que estén bien ajustadas para que no lastimen al animal, luego se lleva a caminar, una vez terminado el ejercicio se retiran los implementos y se baña el animal para su descanso.

La presentación del remolque al animal, se hace acercándolo con cuidado para que genere confianza, hasta lograr su tranquilidad con el implemento cerca, cuando lo acepte se procede a colocarlo atando bien las correas, para ello, el búfalo se ubica frente al remolque y con ayuda de dos personas se coloca suavemente el remolque sobre el búfalo; lo primero que se asegura es la pechera, seguida de la cincha y por último el arretranco, se deben revisar todos los lazos y hacer nudos seguros pero que sean fáciles de soltar, luego se lleva a ejercitar para acostumbrarlo a este implemento (Figura 8).

Para el reconocimiento del trabajo en la granja, el animal debe ser trasladado al predio donde va a ser utilizado como fuerza de trabajo, y se inicia con un proceso de acostumbramiento, porque el cambio de lugar al animal le genera intranquilidad; se debe tratar como la primer vez que se ensilló, presentándole a las personas que van a trabajar con él, siendo similar al proceso que se realizó en las primeras etapas del amanse. En el lugar de trabajo se guía al animal, siempre con el amansador por delante para mostrarle los caminos y enseñarle en el caso de los cultivos de palma, cuáles son las calles de cosecha y las de basura, puesto

que el búfalo se movilizara siempre por las calles designadas como de cosecha, este acompañamiento puede variar en cuanto al tiempo de duración, con algunos búfalos puede durar meses y en otros tardar solo una o dos semanas; al mismo tiempo se hace todo el refuerzo de órdenes de voz hasta llevar el animal a trabajar con una sola persona que se desplazara detrás del búfalo.



Figura 8. Colocación del remolque y cabresteo a campo abierto y entrenamiento del búfalo, órdenes de voz

CONCLUSIONES

Se ha reconocido que los implementos e instalaciones utilizadas en el manejo de los búfalos son importantes para facilitar el amanse y adiestramiento, los cuales deben, ser confortables en caso de la sujeción tracción y actividades de trabajo.

Es importante empezar la doma del búfalo que se va a destinar para trabajo desde cuando nace, y durante el ordeño es necesario dedicar de 20 a 30 minutos a la manipulación del bucerro para tener contacto conocimiento de la persona que lo está entrenando, ejercitándolos mediante caminatas de una a dos horas al día.

Son importantes las técnicas racionales con los animales adultos, implementadas mediante ejercicios que conllevan a una aceptación de la proximidad y contacto físico, generando vínculos de confianza con los operarios y tranquilidad en los animales. Con el uso de una vara de madera y en espacios reducidos dentro del corral, con grupos de 5 a 10 animales, se inicia un toque y rascado con el fin de acostúmbrales al contacto físico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almaguer Y. El búfalo, una opción de la ganadería, REDVET. Revista electrónica de Veterinaria, 8 (8): 1-23. 2007. Recuperado 18 Julio 2017. Disponible En: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n080807/080709.pdf>
2. ASOBUFALOS, Asociación Colombiana de Criadores de Búfalos. 100 preguntas sobre los búfalos. Editorial Asobúfalos, Medellín, Colombia. 82 p. 2016.
3. Borghese A., Mazzi M., Buffalo population and strategies in the world. Buffalo production and research. Reu Technical Series 67. Consiglio per la ricerca e la sperimentazione in agricoltura (CRA), Istituto Sperimentale Per La Zootecnia (ISZ) y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO), Roma, Italia. 316 p. 2005.
4. Botero L.M., de la Ossa J., Guía para la cría, manejo y aprovechamiento sostenible de algunas especies animales: mamíferos herbívoros domésticos. Convenio Andrés Bello, Bogotá, Colombia. 76 p. 2003.
5. Cely J., Puerto A. Implementación de técnicas de doma racional en el proceso de amanse y adiestramiento del búfalo para trabajo en Hacienda Bélgica, Maní, Casanare. En: XI Congreso Mundial de Búfalos. 127 p. 2016.
6. CRMV-MG, Conselho Regional de Medicina Veterinária do Estado de Minas Gerais. Doma racional de bovinos. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia N. 78. Universidad Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil. 90 p. 2015.
7. Galindo W. El amansamiento y adiestramiento de búfalos para trabajo. Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (Cipav), Cali, Colombia. 21 p. 1998.
8. Hamid S.K., Farooq M., Mian M.A., Syed M., Jamal S. Milk production performance and inter-relationship among traits of economic importance in buffaloes maintained at commercial dairy farms, Livestock Research for Rural Development, 15 (10), 2003. Recuperado 20 Julio 2017. Disponible En: <http://www.lrrd.org/lrrd15/10/hami1510.htm>
9. Hoyos J.F., Adelaida R. Caracterización de las tendencias en la doma de caballos silla colombiano. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 8 (1): 3-11. 2016.
10. López I., Alonso I., Fajardo V., Rodríguez M., Hernández P., García T., Martín R. PCR detection of cows' milk in water buffalo milk and mozzarella cheese. International Dairy Journal. 15 (11): 1122-1129. 2005.

11. Montiel N. El Búfalo: Otra alternativa de producción de leche, Ergomix, 2009. Recuperado 18 Julio 2017. Disponible En: <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/bufalo-otra-alternativa-produccion-t28045.htm>
12. Patiño E.M., Crudeli G.A., Valdés A.M. Bubalinocultura de las Américas. Moglia Ediciones, Argentina. 273 p. 2011.
13. Prado J.M. Doma racional sin violencia en equinos, Ing de Ejecución Agropecuaria. Facultad de Ciencias. Escuela de Ciencias y Tecnología en Recursos Agrícolas y Acuícolas, Universidad de Magallanes, Chile. 47 p. 2009.
14. Rosales R. Situación del búfalo de agua en Costa Rica. Revista Tecnología en Marcha. 24 (5): 19-24. 2011.
15. Rosales R., WingChing R. Sistemas de producción bufalinos en Costa Rica. I. Cuantificación de la población y caracterización de los sistemas. Agronomía Costarricense. 31 (2): 65-69. 2007.
16. Ruiz J.D. Producción bufalina en Colombia: del trópico para el mundo. CES Medicina Veterinaria y Zootecnia. 11 (2): 1. 2016.
17. Torres E. Búfalos: Una Especie Promisoria, Sitio Argentino de Producción Animal, 1-5. 2009. Recuperado 16 Julio 2017. Disponible En: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/razas_de_bufalos/69-Bufalos_peru.pdf
18. Zava M. El búfalo doméstico. Ed. Orientación grafica. OGE-INTA, Argentina. 900 p. 2011.

Seguridad alimentaria y manejo sostenible agrícola con familias de pequeños productores

Food security and sustainable agricultural management with small producers families

Segurança alimentar e gestão agrícola sustentável com famílias de pequenos produtores

Ardila Bernal Delia Viviana¹, Rodríguez Rodríguez Mónica del Pilar² y Acosta Acosta Nieva Francisco Javier²

¹Licenciada en Producción Agropecuaria, Universidad de los Llanos y

²MSc, Docentes Universidad de los Llanos

mrodriguez@unillanos.edu.co

Recibido 08 de Agosto 2017, Aceptado 11 de Abril 2018

RESUMEN

Este trabajo se realizó en Restrepo, Meta, Colombia, en el cual participaron familias que habían sido desplazadas de sus fincas por el conflicto armado. Para el desarrollo del proyecto se utilizaron los componentes pedagógico y técnico orientados a la proyección social, con materiales didácticos como: guías de estudio, plegables, ayudas audiovisuales, visitas a los predios de algunos integrantes de la comunidad y prácticas de campo. El objetivo del trabajo fue poner en práctica el conocimiento relacionado con seguridad alimentaria y educación ambiental, temas en los cuales la comunidad ya se había capacitado, y les ha permitido mejorar su calidad de vida. Se aplicó una encuesta a las familias con el fin de conocer aspectos relacionados con los beneficios ofrecidos por el programa de formación en seguridad alimentaria, para este caso, se utilizó la educación comunitaria como mecanismo de actualización y capacitación, lo cual se realizó con el propósito de informar e indagar en la comunidad sobre qué tan efectivo fue el proceso de inclusión mediante la información de unidades agrícolas y seguridad alimentaria. Una vez analizada la fase de diagnóstico se estructuró una planeación con la comunidad de actividades tales como: calendario de visitas

y asesorías técnicas, diseño de estrategias y herramientas pedagógicas, selección de las temáticas inherentes al manejo de tecnologías apropiadas para cultivos de hortalizas, frutales, maíz y caña; y planeación de actividades de extensión como demostraciones de método, días de campo y giras. Se entregaron a las familias insumos y materiales necesarios para desarrollar el proyecto de seguridad alimentaria y las actividades de asesoría técnica. De acuerdo al cronograma concertado, se realizaron las visitas de acompañamiento y de asesoría a las familias que dieron continuidad a su proyecto siguiendo un manejo sostenible de unidades agrícolas familiares. El 86% de los productores indicaron que sí habían desarrollado alguno de los proyectos de seguridad alimentaria: 29% han establecido huertas familiares, 7% avicultura solamente, 7% avicultura y piscicultura, 7% avicultura, huerta y piscicultura, y 43% han implementado avicultura y huerta. Las estrategias educativas utilizadas en el proceso de proyección social fueron exposiciones, discusiones, talleres, días de campo, clases teórico prácticas y demostración de métodos; los cuales se consideraron pertinentes por parte de la comunidad, quienes manifestaron que estas actividades facilitaron el aprendizaje porque se utilizó un lenguaje sencillo.

Palabras clave: Proyecto pedagógico, agricultura familiar, estrategias educativas.

ABSTRACT

This work was carried out in Restrepo, Meta, Colombia, in which participated families who had been displaced of their farms because of the armed conflict. For the development of the project the pedagogical and technical components oriented to the social projection were used, with didactic materials such as: study guides, folding, audiovisual aids, visits to the premises of some members of the community and field practices. The objective of the work was to put into practice the knowledge related to food security and environmental education, themes in which the community had already been trained, and has allowed them to improve their quality of life. A survey was applied to families in order to know aspects related to the benefits offered by the food safety training program, for this case, community education was used as an updating and training mechanism, which was carried out

for the purpose of informing and inquiring into the community about how effective was the inclusion process through the information of agricultural units and food security. Once the diagnostic phase was analyzed, a planning was structured with the community of activities such as: schedule of visits and technical advice, design of strategies and pedagogical tools, selection of the themes inherent to the management of appropriate technologies for vegetable, fruit, corn and sugarcane crops; and planning of extension activities such as demonstrations of method, field days and tours. The families were provided with supplies and materials necessary to develop the food security project and technical advisory activities. According to the agreed schedule, accompaniment and counseling visits were made to the families who gave continuity to their project following a sustainable management of family agricultural units. The 86% of the producers indicated that they had developed some of the food security projects: 29% have established family orchards, 7% poultry only, 7% poultry and fish farming, 7% poultry, orchard and fish farming, and 43% have implemented poultry and vegetable orchards. The educational strategies used in the process of social projection were exhibitions, discussions, workshops, field days, practical theoretical classes and demonstration of methods; which were considered relevant by part of the community, who stated that these activities facilitated learning because simple language was used.

Keywords: Pedagogical project, family farming, educational strategies.

RESUMO

Este trabalho foi realizado em Restrepo, Meta, Colômbia, em que participaram famílias que haviam sido deslocadas de suas fazendas por causa do conflito armado. Para o desenvolvimento do projeto foram utilizados os componentes pedagógicos e técnicos orientados para a projeção social, com materiais didáticos, tais como: guias de estudo, dobras, recursos audiovisuais, visitas às instalações de alguns membros da comunidade e práticas de campo. O objetivo do trabalho foi colocar em prática os conhecimentos relacionados à segurança alimentar e educação ambiental, tópicos em que a comunidade já havia sido treinada e lhes permitiu melhorar sua qualidade de vida. Uma pesquisa foi aplicada às famílias

para conhecer aspectos relacionados aos benefícios oferecidos pelo programa de treinamento em segurança alimentar, para este caso, a educação comunitária foi usada como um mecanismo de atualização e treinamento, que foi realizado com a finalidade de informar e investigar na comunidade sobre quão eficaz foi o processo de inclusão através de informações sobre unidades agrícolas e segurança alimentar. Uma vez analisada a fase de diagnóstico, um planejamento foi estruturado com a comunidade de atividades como: agenda de visitas e assessoria técnica, desenho de estratégias e ferramentas pedagógicas, seleção dos temas inerentes à gestão de tecnologias apropriadas para as culturas de vegetais, frutas, milho e cana-de-açúcar; e planejamento de atividades de extensão, como demonstrações de método, dias de campo e passeios. As famílias receberam suprimentos e materiais necessários para desenvolver o projeto de segurança alimentar e as atividades de assessoria técnica. Seguindo com o cronograma acordado, se realizaram as visitas de acompanhamento e aconselhamento às famílias que deram continuidade ao seu projeto seguindo uma gestão sustentável das unidades agrícolas familiares. O 86% dos produtores indicaram que haviam desenvolvido alguns dos projetos de segurança alimentar: 29% estabeleceram hortas familiares, 7% somente avicultura, 7% aves e piscicultura, 7% aves, horta e piscicultura, e 43% implementaram aves e hortas. As estratégias educativas utilizadas no processo de projeção social foram exposições, discussões, oficinas, dias de campo, aulas teóricas práticas e demonstração de métodos; que foram considerados relevantes por parte da comunidade, que afirmaram que essas atividades facilitavam o aprendizagem porque foi utilizado uma linguagem simples.

Palavras-chave: Projeto pedagógico, agricultura familiar, estratégias educacionais.

INTRODUCCIÓN

El concepto de seguridad alimentaria aparece en la década de los años 1970, el cual ha evolucionado desde consideraciones de tipo cuantitativo y económico hacia una definición que tiene en cuenta la dimensión humana del fenómeno.

Años después la seguridad alimentaria se definió como la "capacidad en todo momento de aprovisionar los productos básicos", de modo que se puede sostener un crecimiento del consumo alimentario, soportando las fluctuaciones y los precios. Posteriormente la definición incluía la capacidad de asegurar que el sistema alimentario provea a toda la población una adecuada nutrición a largo plazo (PESA, 2011).

El concepto de seguridad alimentaria hace referencia a la disponibilidad suficiente y estable de alimentos, y al el acceso y consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa. Este enfoque pone de manifiesto que todas las personas tienen derecho a contar con una alimentación suficiente, oportuna y adecuada, y que no deben carecer de alimentos básicos en su canasta familiar (GNC, 2007; Moreno y Fidélis, 2012).

Se entiende como sistema productivo sostenible un conjunto particular de actividades desarrolladas en el medio rural para obtener ciertos bienes o servicios con la intención de comercializarlos, y que se caracteriza por ciertas formas de uso del patrimonio natural local (sistema de manejo) que no degradan progresivamente su capacidad productiva; tales actividades pueden ser propiamente productivas: cultivo, pecoreo, colecta, aprovechamiento, extracción, pastoreo o prevención, mantenimiento, y restauración (Chapin *et al.*, 2004; Crona y Parker, 2012).

Un manejo sostenible del agroecosistema queda definido por una equilibrada combinación de tecnologías, políticas y actividades, basada en principios económicos y consideraciones ecológicas, a fin de mantener o incrementar la producción agrícola en los niveles necesarios para satisfacer las crecientes necesidades y aspiraciones de la población mundial en aumento, pero sin degradar el ambiente (Martínez, 2009).

Se refiere al uso, desarrollo y protección de los recursos, tanto naturales como físicos, a una tasa que permite a las personas y comunidades proveerse de bienestar social, económico y cultural en beneficio de su salud y seguridad, mientras se mantiene su potencial original a lo largo del tiempo. Es un concepto dinámico que parte de un sistema de valores emanado del contexto social y ambiental imperante (MSSSI, 2013).

Dentro de este contexto, los proyectos pedagógicos productivos (PPP) son una herramienta para la transformación participativa y comunitaria a partir del diseño y puesta en marcha de proyectos agro-pedagógicos pertinentes, amigables con el medio ambiente, y sostenibles. Puede considerarse como la dedicación por parte de la comunidad educativa a la producción con el fin de acrecentar sus bienes económicos sociales y culturales. Los PPP tienen por beneficiarios a la comunidad educativa a nivel local y deben dimensionar las circunstancias particulares donde se va a realizar el proceso de proyección social, y ser pertinentes a las necesidades de la comunidad, valorando sus potencialidades culturales, artísticas y deportivas, para finalmente desarrollar sus saberes locales (Castillo, 2004).

Desde hace más de una década en el departamento del Meta, Colombia se vienen incrementando situaciones de desplazamiento forzado, por el conflicto armado, aumentando la migración de familias campesinas, frente a lo cual los gobiernos locales, han tomado medidas para tratar de mitigar la problemática de las comunidades afectadas por su vulnerabilidad, que generalmente son pequeños productores agrarios (MSPS y FAO, 2012).

En Restrepo, la Universidad de los Llanos en conjunto con ASCUN y la Alcaldía municipal, realizaron visitas a los predios de aquellas personas que dieron continuidad al proyecto de seguridad alimentaria establecido con anterioridad, donde se tienen implementadas unidades agrícolas, avícolas y piscícolas. Teniendo en cuenta lo anterior, se determinó que hubo cumplimiento de los objetivos que fueron desarrollados a través de procesos educativos que promueven la salud y la seguridad alimentaria, también se otorgaron aves, herramientas, insumos como mallas y semillas.

Por lo anterior el objetivo del presente estudio fue continuar fortaleciendo los procesos de formación en la comunidad teniendo en cuenta el interés que mostraron por aprovechar el conocimiento apropiado en seguridad alimentaria y educación ambiental, lo cual les ha permitido mejorar su calidad de vida; los que pudieron continuar con la implementación de los proyectos pedagógicos productivos y los que actualmente no cuentan con predios lograron fortalecer el capital semilla entregado, además de mantener el interés por profundizar en estos temas. Los productores confiaron en ser incluidos verdaderamente en igualdad de condiciones, para poder poner en práctica dichos conocimientos.

Estratégicamente y para poder orientar la realización de este proyecto, se tuvo en cuenta para la fase de diagnóstico, la revisión de la información de la caracterización realizada en el año 2012 por la Alcaldía de Restrepo y la Universidad de los Llanos, siendo un insumo importante para identificar especialmente a las familias que participaron en la formación dentro del proceso de inclusión para la generación de seguridad alimentaria.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Este trabajo se realizó en Restrepo, Meta, Colombia, que hace parte de los 29 municipios del Departamento del Meta, se encuentra ubicado a $4^{\circ} 16'$ latitud norte y $73^{\circ} 34'25''$ de longitud oeste del Meridiano de Greenwich y a 570 msnm. La temperatura varía entre 17.2 y 34.4 °C siendo la media de 25.8 °C. La humedad relativa es 83%, alcanzando valores de 93% en la época lluviosa y 56% en la época seca (IDEAM, 2016).

Participaron 38 personas cabeza de familias, que corresponden al 100% de la población vulnerable beneficiada con el proyecto de seguridad alimentaria establecido con anterioridad. Se trabajó con 14 familias de la población vulnerable como muestra representativa, teniendo en cuenta que las demás personas han cambiado de ciudad. Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron los componentes pedagógico y técnico, orientados a la proyección social con materiales didácticos como: guías de estudio, plegables, ayudas audiovisuales,

visitas a los predios de algunos integrantes de la comunidad y prácticas de campo. El proceso de evaluación se realizó mediante encuesta y entrevista, lo que permitió la recolección de información para responder a los objetivos.

Se realizó una encuesta a las familias con el fin de conocer aspectos relacionados con el proceso de inclusión y los requisitos que cumplieron para poder hacer parte de los beneficios ofrecidos dentro del programa de formación en seguridad alimentaria. Para este caso, se utilizó la educación comunitaria como mecanismo de actualización y capacitación, con el fin de que los objetivos propuestos llegaran a su finalidad. Este proceso se realizó con el propósito de informar e indagar en la comunidad qué tan efectivo fue el proceso de inclusión mediante la formación de unidades agrícolas y seguridad alimentaria.

Una vez analizada la fase de diagnóstico se estructuró una planeación con la comunidad, actividades tales como calendario de visitas y asesorías técnicas; diseño de estrategias y herramientas pedagógicas; selección de las temáticas inherentes al manejo de tecnologías apropiadas en la producción de hortalizas y cultivos de pancoger; y actividades de extensión como demostraciones de método, días de campo y giras.

Se entregaron a las 14 familias insumos y materiales necesarios para desarrollar el proyecto de seguridad alimentaria y las actividades de asesoría técnica, y de acuerdo a un cronograma concertado, se realizaron las visitas de acompañamiento y de asesoría a las familias que dieron continuidad a su proyecto de seguridad alimentaria y manejo sostenible de unidades agrícolas familiares.

La supervisión y evaluación continuada de los procesos formativos y académicos de las familias, así como de los de capacitación y de adopción de tecnologías apropiadas en el manejo de la huerta, también se evaluó la utilización de los insumos agropecuarios entregados a cada familia, obtenidos con recursos de la Alcaldía de Restrepo.

Para facilitar el trabajo con los pequeños productores las estrategias utilizadas para el proceso de aprendizaje fueron: demostración de métodos, días de campo,

exposiciones, clases teórico-prácticas y grupos focales, las familias expresaron que estas metodologías fueron pertinentes, porque se utilizó un lenguaje elemental, de fácil comprensión, y resaltan que las prácticas y visitas a los predios de las familias fueron oportunidades que permitieron interactuar con los estudiantes haciendo más comprensible los conocimientos (Figura 1).



Figura 1. Algunas de las estrategias utilizadas para el proceso de aprendizaje fueron: demostración de métodos, exposiciones, clases teórico-prácticas

La entrevista a los miembros de la comunidad, permitió conocer su opinión frente a lo que ha realizado las instituciones gubernamentales con ellos, así mismo, saber si estarían interesados en continuar siendo participes de formación enfocada a mejorar su calidad de vida; de igual forma, ser testigos si los conocimientos adquiridos y proyectos productivos aportados por parte de la Universidad han influenciado en su bienestar.

RESULTADOS

Las familias manifestaron que el trabajo realizado por parte de la Universidad ha sido positivo y excelente; así mismo, indicaron estar interesados en continuar siendo participes en procesos de formación o proyectos productivos. Durante la ejecución del proyecto se realizaron actividades como: socializaciones, debates y grupos focales, en las cuales la comunidad dio a conocer su punto de vista respecto a las temáticas abordadas en seguridad alimentaria, atendiendo correctamente a cada una de las observaciones y sugerencias; lo anterior se

realizó con el fin de identificar si las estrategias utilizadas en el proceso de formación fueron las adecuadas para generar cambios en ellos.

Como estrategia de motivación, se hizo necesario ofrecer a la comunidad talleres de actualización en seguridad alimentaria; este proceso se cumplió teniendo en cuenta la información recolectada en la encuesta donde se consultó a la comunidad los temas de interés, a lo cual el 86% respondieron que estaban dispuestos a recibir capacitación en temas referentes a la seguridad alimentaria como: piscicultura, cunicultura, avicultura y huerta familiar; además se realizó actualización en inyectología y heliconias (Figuras 2 y 3).



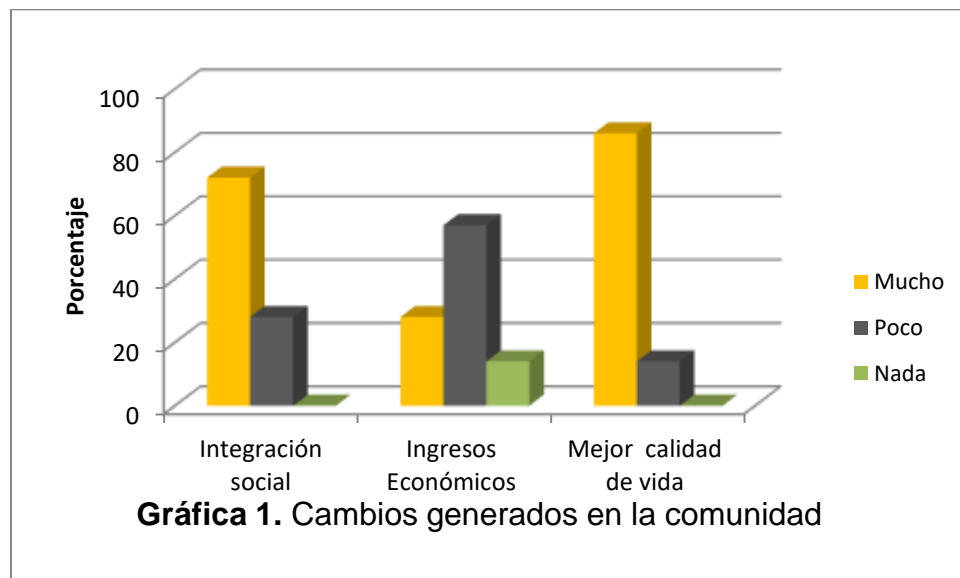
Figura 2. Encuestas y entrevistas dirigidas a la comunidad según temática y calendario establecido para los talleres de actualización

Con el fin de determinar cuáles fueron los cambios generados en la comunidad a partir del proceso de formación, se encontró que el 100% respondió que obtuvo conocimientos. Referente a un proceso de integración social el 71% de las personas manifestaron que se dio dicho proceso, y el 28% afirmaron que hubo acercamiento con sus compañeros de formación; en cuanto a si han obtenido ingresos económicos a partir de estos proyectos, el 28% indicaron que sí se ha beneficiado, mientras que el 57% informaron que han sido muy pocas las entradas que se han generado, por último el 14% afirmaron que no han logrado ningún

ingreso. Respecto a una mejora en su calidad de vida el 86% expresaron que han incrementado su calidad de vida y el 14% manifestaron que ha aumentado muy poco en este aspecto (Gráfica 1).

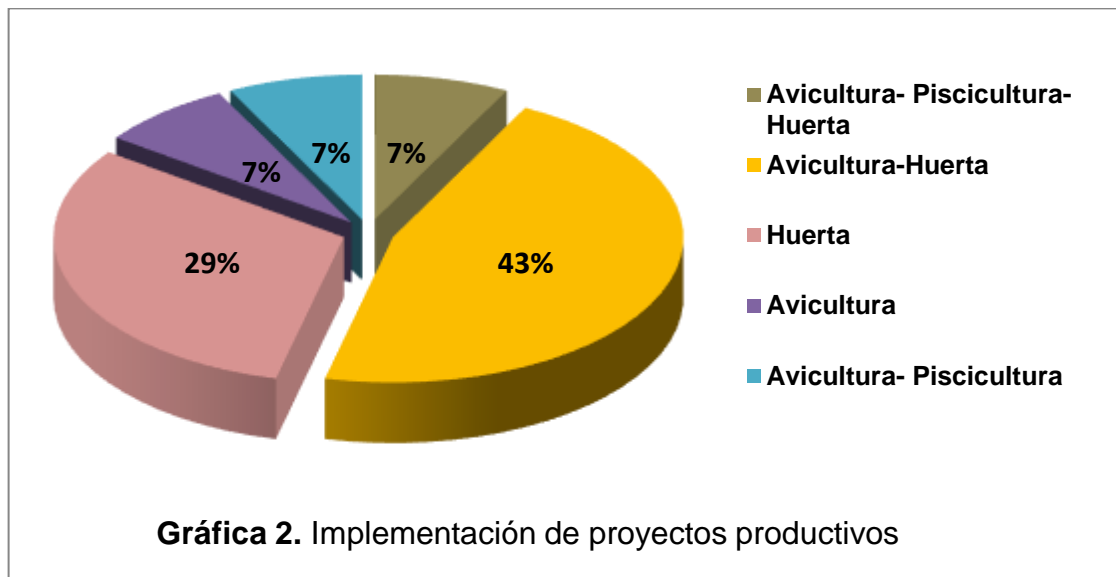


Figura 3. Abordaje de la temática de Heliconias, de manera teórico-práctica, en el cultivo implementado en las instalaciones de la Universidad de los Llanos, sede Restrepo



El 86% de los productores indicaron que sí han implementado alguno de los proyectos de seguridad alimentaria, mientras que el 14% respondió que no lo han

hecho. Al estipular cuales han sido estos proyectos mencionaron que un 29% han establecidos huertas familiares, 7% avicultura, 7% avicultura, huerta y piscicultura, 7% avicultura y piscicultura, y 43% han implementado avicultura y huerta (Gráfica 2).



ANÁLISIS DE ACTIVIDADES CON LA COMUNIDAD

De acuerdo con la ley de víctimas y el programa de apoyo al desplazado, planteado por el actual gobierno nacional, se encuentra un proceso de inclusión centrado principalmente en el derecho a la igualdad, lo cual involucra aspectos relacionados con: vivienda, educación, familia, empleo, vestido y salud, se destaca que el índice de inclusión social no queda relegado únicamente a la pobreza, sino a indicadores como la educación, la salud, la economía y la reconstrucción social.

Teniendo en cuenta lo anterior para el caso específico de las familias que participaron en estos proyectos, el proceso de inclusión se evaluó respondiendo a las siguientes variables: aportes a la calidad de vida, transferencia y aplicación del conocimiento y construcción social del proceso de formación en seguridad alimentaria y educación ambiental. Este proceso de evaluación se abordó inicialmente con una presentación ante la comunidad, donde se dieron a conocer los propósitos y objetivos del proyecto, seguidamente se aplicó una encuesta y una entrevista que ayudó a recolectar información esencial para dar cumplimiento

a los objetivos propuestos; entre la información recogida se encontró que la comunidad debía cumplir con ciertos requisitos para ser parte del proceso de inclusión, a lo que ellos respondieron que eran necesarios sus datos personales para confrontar la información con la base de datos de personas en situación de desplazamiento que reposa en la Alcaldía de Restrepo; de igual manera las familias debían demostrar el acceso a un predio que permitiera implementar los proyectos productivos y ser personas en situación de vulnerabilidad. Al mismo tiempo, expresaron mediante la encuesta que el trabajo realizado por parte de la Universidad ha sido positivo, puesto que estos procesos han sido oportunidades de mejorar sus condiciones de vida, porque en un primer momento no solo accedieron al conocimiento, sino que implementaron los proyectos en sus viviendas para obtener recursos y alimentación, gozando así de un bienestar socioeconómico.

Simultáneamente la comunidad manifestó interés en continuar procesos de formación y/o proyectos productivos, puesto que esto ayuda a brindar oportunidades de mejorar sus condiciones de vida, a generar interés por seguir buscando alternativas, y continuar perfeccionando sus conocimientos, teniendo en cuenta los beneficios de la seguridad alimentaria al permitirles proveer su propio sustento, consumo o la posibilidad de generar ingresos. Se realizaron actividades como socializaciones y debates, las cuales incidieron en la identificación de las estrategias utilizadas en el proceso de formación para así determinar si estas fueron las apropiadas para lograr cambios generados en la comunidad. En relación con lo anterior, la comunidad expresó que las estrategias de demostración de métodos, días de campo, exposiciones, clases teórico-prácticas y grupos focales, les permitió adquirir y aplicar los conocimientos en sus predios mejorando sus condiciones de vida. También se realizaron talleres de actualización en temas de seguridad alimentaria como piscicultura, cunicultura, avicultura y huerta familiar; además se realizó una actualización en inyectología y heliconias, la cual se llevó a cabo con el apoyo de los estudiantes del curso de educación y extensión comunitaria, quienes utilizaron como estrategias educativas la demostración de métodos, días de campo, exposiciones y clases teórico-prácticas,

y herramientas como ayudas audiovisuales, maquetas, folletos y carteleras, siendo estas necesarias para que la comunidad fuera participe y alcanzara de la mejor manera estos procesos de refuerzo formativo.

El tema de heliconias fue dirigido a la comunidad mediante un día de campo, se les mostró y explicó las clases de heliconias, características, tipo de suelo y temperatura, labores culturales y propagación, ellos se mostraron interesados al respecto, por ser una especie ornamental promisoría.

Dando continuidad a las actividades se realizaron clases teórico prácticas según el calendario acordado, el tema que se abordó fue cunicultura, donde la comunidad tuvo la oportunidad de interactuar con los estudiantes acerca del manejo de la producción del conejo en aspectos como alimentación, sexaje, instalaciones, razas, gestación y reproducción, así mismo se escucharon sus conocimientos empíricos o procesos que realizaban en sus predios, siendo un espacio interesante tanto para los estudiantes como para la comunidad. Dentro de esta actividad se realizó demostración de método en los temas de piscicultura y avicultura, donde se le enseñó el sistema de jaula flotante, para que de esta manera ellos puedan llevarlo a práctica, además de mostrar cómo era el proceso de trasplante de los alevinos al pozo; en cuanto a la temática de avicultura se dio a conocer el manejo de infraestructura, agua, comida y sexaje, en esta misma instancia se dio un refuerzo en el tema de huerta familiar en temas como: métodos de siembra, labores culturales, tipos de semilleros caseros, riegos y drenajes, hortalizas y cultivos de pan coger. Para dar final a la agenda de las actividades y horario pactado se entregó a la comunidad semillas de hortalizas, peces y aves de corral que fueron utilizados en la demostración de métodos.

Se recolectó información que permitió demostrar los aportes y cambios generados en la comunidad, se experimentó un proceso de unificación social entre los participantes del proyecto, puesto que habían espacios de interacción, discusión e integración, respecto a los ingresos económicos la mayoría informó que no les alcanzó el nivel de producción para comercializar, sino que solo fue para su consumo, y finalmente respecto a una mejora en su calidad de vida el 86%

expresó que a partir de estos proyectos se ha incrementado debido a que han adquirido alimento, conocimiento, ingresos, unión familiar y social, y el 14% manifestó que ha aumentado muy poco su calidad de vida porque sus necesidades son extensas y aunque consiguen oportunidades con estos proyectos, no le son suficientes para suplirlas.

Partiendo de los supuestos anteriores se consultó a la comunidad si ellos habían implementado proyectos productivos en sus predios, a lo cual el 86% respondió que afirmativamente, entre los que se destacan: avicultura, piscicultura y huerta familiar; usando así los conocimientos adquiridos y dándoles como resultado alimentación, sustento e ingresos. Estas personas que implementaron proyectos productivos lo hicieron porque contaban con el lugar, tiempo y recursos necesarios para la actividad; mientras que el 14% reveló que no lo hicieron debido a que los predios en los que residían eran de arrendatarios o tenedores.

El proceso de inclusión se centró en la aplicación de estrategias educativas que permiten la comprensión de las temáticas abordadas, también se desarrollaron elementos de construcción social, puesto que se convirtió en el centro de reunión y retroalimentación de experiencias, vivencias e historias de vida que terminaron fortaleciendo de esta manera lazos de amistad; al estar vinculados en las actividades cotidianas de la comunidad junto a los encargados del proceso, permitió una relación más estrecha basada en la animación permanente a relacionarse en actividades, donde había espacio de interactuar mediante procesos de días de campo, talleres de formación y visitas a sus predios. Con base a esto surgió el proceso de evaluación de estas estrategias, donde se reforzaron temáticas que fueron acordadas por parte de la misma comunidad.

CONCLUSIONES

Las estrategias educativas utilizadas en el proceso de proyección social fueron exposiciones, discusiones, talleres, días de campo, clases teórico-prácticas y demostración de métodos, que se determinaron como pertinentes por parte de la

comunidad quienes manifestaron que estas actividades facilitaron la comprensión del aprendizaje porque se utilizó un lenguaje sencillo.

Se realizaron talleres de actualización en huerta familiar, heliconias, cunicultura, piscicultura e inyectología, complementariamente al proceso de formación en seguridad alimentaria y unidades agrícolas familiares, mostrándose un alto interés por parte de la comunidad para implementarlos.

Los factores de selección que incidieron en el proceso de inclusión permitieron generar cambios importantes en la comunidad tales como: conocimientos y construcción social, dejando así, un legado significativo en la formación, integración y actitud frente al deseo por mejorar su calidad de vida.

RECOMENDACIONES

El acompañamiento constante a la comunidad rural es importante en un proceso formativo, puesto que se genera compromiso y responsabilidad durante las diferentes fases que componen la proyección social. Teniendo en cuenta lo anterior, se propone que la Universidad genere procesos de formación e investigación en el ámbito de las comunidades, los cuales tienen que ser sean continuos, para constituirse en una base pedagógica-productiva, en la cual profesores y estudiantes trabajen de la mano con las comunidades de la región y del país.

Finalmente se recomienda seguir aplicando en la comunidad las estrategias identificadas en el proceso de evaluación a la hora efectuarse procesos de formación y extensión, puesto que se determinaron como apropiadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Castillo E. Evaluación de los niveles de desarrollo sostenible en espacios territoriales (granjas de producción sostenible) en provincias centrales. *Investigación y Pensamiento Crítico*. 2 10-18. 2004.
2. Crona B.I., Parker J.N. Learning in support of governance: theories, methods, and a framework to assess how bridging organizations contribute to adaptive resource governance. *Ecology and Society*. 17 (1): Art. 32. 2012.

3. Chapin F.S., Peterson G., Berkes F., Callaghan T., Angelstam P., Apps M., Beier C., Bergeron Y., Crépin A.S., Danell K., Elmqvist T., Folke C., Forbes B., Fresco N., Juday G., Niemeld J., Shvidenko A., Whitema G. Resilience and vulnerability of northern regions to social and environmental change. *Ambio*. 33 (6): 344-349. 2004.
4. de Zubiría J. Los modelos pedagógicos: hacia una pedagogía dialogante. Cooperativa Editorial Magisterio, Bogotá, Colombia. 249 p. 2006.
5. Delanty G. Community. Comunidad, educación ambiental y ciudadanía. Editorial GRAO, Societat Balear d'Educació Ambiental (SBEA) y Societat Catalana d'Educació Ambiental (SCEA), Barcelona, España. 279 p. 2006.
6. GNC, Gobierno Nacional de Colombia. Política Nacional de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Documento Conpes Social N. 113. Ministerio de la Protección Social, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Ministerio de Educación Nacional, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Instituto Colombiano de Desarrollo rural, Consejo Nacional de Política Económica Social, Departamento Nacional de Planeación Bogotá, Colombia. 47 p. 2007.
7. IDEAM, Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Tiempo y clima. 2016. Recuperado 16 de Diciembre 2016. Disponible En: <http://www.ideam.gov.co/>
8. Khan N., Trivedi P. Gender differences and sustainable consumption behavior. *British Journal of Marketing Studies*. 3 (3): 29-35. 2015.
9. Martínez R. Sistemas de producción agrícola sostenible. *Tecnología en Marcha*. 22 (2): 23-39. 2009.
10. Moreno S., Fidélis T. A proposal to explore the role of sustainability indicators in local governance contexts: The case of Palmela, Portugal. *Ecological Indicators*. 23 608-615. 2012.
11. MSPS, FAO, Documento técnico de la situación en Seguridad Alimentaria y Nutricional. Proyecto UTF/COL/039. Ministerio de Salud y Protección Social; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Bogotá, Colombia. 115 p. 2012.
12. MSSSI, Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. Impactos del cambio climático en la salud. Resumen ejecutivo. Observatorio de Salud y Cambio Climático, 27 p. 2013.
13. Ortegón E., Pacheco J.F., Prieto A. Metodología del marco lógico para la planificación, el seguimiento y la evaluación de proyectos y programas. United Nations Publications, Santiago de Chile. 124 p. 2005.
14. Pérez E., Sánchez J. La educación comunitaria: Una concepción desde la pedagogía de la esperanza de Paulo Freire. *Revista Venezolana de Ciencias Sociales*. 9 (2): 317-329. 2005.
15. PESA, Programa Especial para la Seguridad Alimentaria en Centroamérica. Seguridad alimentaria nutricional, conceptos básicos. FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 8 p. 2011.
16. Reales L.J., Arce J.A., Heredia F.A. La organización educativa y su cultura: una visión desde la postmodernidad. *Laurus*. 14 (26): 319-346. 2008.