



Ciencia Latina
Internacional

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2024,
Volumen 8, Número 1.

DOI de la Revista: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1

**CRECIMIENTO DE LA BRACHIARIA
DECUMBENS, INFLUENCIADO POR LOS
MACROINVERTEBRADOS DEL SUELO EN LA
AMAZONÍA ECUATORIANA**

**GROWTH OF BRACHIARIA DECUMBENS AS INFLUENCED
BY SOIL MACROINVERTEBRATES IN THE
ECUADORIAN AMAZON**

Hernán Alberto Uvidia Cabadiana

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Fabián Danilo Reyes Silva

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

Edgar Rubén Chicaiza Reisancho

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Jhoel Hernán Uvidia Armijo

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

Natali Silvana Casigña Guamán

Universidad Estatal Amazónica, Ecuador

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10154

Crecimiento de la *Brachiaria Decumbens*, Influenciado por los Macroinvertebrados del Suelo en la Amazonía Ecuatoriana

Hernán Alberto Uvidia Cabadiana¹

huvia@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2961-6963>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo, Ecuador

Fabián Danilo Reyes Silva

fdreyes@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-4370-5305>

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba, Ecuador

Edgar Rubén Chicaiza Reisancho

echicaiza@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5794-0875>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo, Ecuador

Jhoel Hernán Uvidia Armijo

jh.uvidiaa@uea.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-3519-6472>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo, Ecuador

Natali Silvana Casigña Guamán

natalisc_23@hotmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-6091-4945>

Universidad Estatal Amazónica
Puyo, Ecuador

RESUMEN

La Amazonía Ecuatoriana es uno de los ecosistemas del trópico húmedo más frágiles del país, el 82% superficie del suelo en uso agropecuario está ocupado por pastos para actividades ganaderas, los macroinvertebrados del suelo como los principales reguladores de muchos procesos de los diferentes ecosistemas, entre los que destaca la capacidad de activar o inhibir la función de los microorganismos, el intercambio gaseoso, en las propiedades químicas, nutricionales del suelo y ciclado de nutrientes. Los resultados más relevantes son: Índice Área Foliar y Área Foliar variaron por las condiciones edafoclimáticas. Tasa Asimilación Neta, T1(9,29 g*cm²*d) presentó los mejores rendimientos en la eficiencia del follaje para asimilación fotosintética. La ganancia de biomasa vegetal en materia seca en el área Tasa Crecimiento del Cultivo el T9 con 0,751 g*m²*d. La macrofauna varió en relación con la presencia de Materia Orgánica, árboles, humedad del suelo entre otros factores. Las características del suelo es un pH ácido de 5,9 a 6,3, con alto contenido de Materia Orgánica, presento variación de elementos por lixiviación y consumo de planta (K, Mg, C, S, Fe, Mn, Cu, Zn y Br) y un aumento P y N, la conductividad eléctrica se mantuvo 0,3 mS/cm debido que no vario las sales totales. La tasa de crecimiento del pasto *Brachiaria decumbens* tuvo una correlación positiva con relación a la presencia de los macroinvertebrados > 2 mm en el sistema silvopastoril.

Palabras clave: macrofauna, correlación, suelo, materia orgánica, silvopastoril

¹ Autor principal.

Correspondencia: huvia@uea.edu.ec

Growth of *Brachiaria Decumbens* as Influenced by Soil Macroinvertebrates in the Ecuadorian Amazon

ABSTRACT

The Ecuadorian Amazon is one of the most fragile ecosystems of the humid tropics of the country, 82% of the soil surface in agricultural use is occupied by pastures for livestock activities, the soil macroinvertebrates as the main regulators of many processes of the different ecosystems, among which is the ability to activate or inhibit the function of microorganisms, gas exchange, chemical and nutritional properties of the soil and nutrient cycling. The most relevant results are Leaf Area Index and Leaf Area varied by soil and climatic conditions. Net assimilation rate, T1 (9.29 g*cm²*d) presented the best performance in leaf efficiency for photosynthetic assimilation. The plant biomass gain in dry matter in the area Crop Growth Rate was T9 with 0.751 g*m²*d. The macrofauna varied in relation to the presence of organic matter, trees, soil moisture and other factors. The soil characteristics were an acid pH of 5.9 to 6.3, with high organic matter content, variation of elements by leaching and plant consumption (K, Mg, C, S, Fe, Mn, Cu, Zn and Br) and an increase in P and N. The electrical conductivity was maintained at 0.3 mS/cm because the total salts did not vary. The growth rate of *Brachiaria decumbens* grass had a positive correlation with the presence of macroinvertebrates > 2 mm in the silvopastoral system.

Keywords: macrofauna, correlation, soil, organic matter, silvopastoralism

Artículo recibido 15 enero 2024

Aceptado para publicación: 17 febrero 2024



INTRODUCCIÓN

La Amazonía Ecuatoriana es uno de los ecosistemas del trópico húmedo más frágiles del país, el 82% superficie del suelo en uso agropecuario está ocupado por pastos para actividades ganaderas; la búsqueda de abastecer las necesidades nutricionales del ganado contribuyen a la ampliación campo ganadero y al descenso nutricional de los suelos amazónicos, esto obliga al ganadero adicionar agroquímicos de diferentes tipos para alcanzar un nivel adecuado de crecimiento y producción de forraje (Ramírez de la Rivera et al., 2017).

Según Gobierno Autónomo descentralizado parroquial rural Cumandá (2019), la ganadería es uno de los principales salvamentos de la economía de la Parroquia Cumandá, posee un 15% de pastizales que son destinado a los diferentes producciones ganaderas; en los últimos 5 años debido al manejo empírico de los pobladores ha ocasionado una disminución de la productividad ocasionando la fragmentación del suelo, perdida de gran parte de la macrofauna edáfica que son los principales reguladores de muchos procesos dentro de los ecosistemas; la utilización de agroquímicos de sello rojo (herbicidas, insecticidas y fungicidas), son los principales causantes del deterioro de la productividad.

Para el establecimiento de praderas en el trópico húmedo, se deben escoger especies de pastos de crecimiento rápido, que puedan competir eficientemente con el desarrollo agresivo de las malezas, por tal motivo se ha seleccionado trabajar con el pasto dallis es una gramínea originaria del este de África tropical que se ha adaptado a las condiciones edafoclimáticas de la región amazónica ecuatoriana con temperaturas de 20 a 25°C y precipitaciones de 1000 a 4000 mm, se adapta a suelo ácidos y de baja fertilidad; entre las principales características mantiene un rendimiento promedio entre 13,2 y 24,7 tn/ha/año, el contenido nutritivo es del 10 al 12% de proteína, digestibilidad del pasto y se puede asociar con otros pasto (Espinosa et al. 2006).

La macrofauna del suelo poco es considerada al momento de establecer los establos de pastoreo y son afectado por las diferentes prácticas agrícolas; ocasionado por el impacto de la labranza y el uso de insumos químicos, condición que se refleja en la disminución o eliminación de la macroflora edáfica, perdida en el rendimiento del pasto (*Brachiaria decumbens*). La presencia de los macroinvertebrados mayores a 2 mm presenta muchos beneficios en aspectos físico, químicos y biológicos del suelo renovación de nutrientes, síntesis y mineralización de la materia orgánica, la modificación de la

estructura del suelo, el intercambio gaseoso, descomposición de la hojarasca, entre otros, lo que influye en la mejora a la estimulación del crecimiento y rendimientos de los pastos (Vargas-Canchanya, 2017). Según Wolters y Ekschmitt, (1997); Lavelle y Spain, (2001) consideran a los macroinvertebrados del suelo como los principales reguladores de muchos procesos de los diferentes ecosistemas, entre los que destaca la capacidad de activar o inhibir la función de los microorganismos, el intercambio gaseoso, en las propiedades químicas y nutricionales del suelo y ciclado de nutrientes. La alta sensibilidad de muchos macroinvertebrados edáficos a las perturbaciones externas del suelo los convierte en buenos indicadores del impacto humano sobre el ambiente (Guinchard, 1991).

La importancia de realizar esta investigación es obtener resultados que permita en un futuro plantear propuestas de manejo y conservación de los macroinvertebrados demostrando su importancia en las mejoras de la calidad del suelo y su correlación a la dinámica de crecimiento y al rendimiento del pasto que constituyen la fuente de alimentación más económica que dispone el productor para cumplir la nutrición de sus animales.

METODOLOGÍA

La Presente investigación se realizó en la finca Agua Santa 2 en la Parroquia Cumandá, Provincia Morona Santiago, Cantón Palora, ubicada en la latitud S 01° 29.050' y longitud W078° 07.263' con una altitud de 1297 msnm. Consistió en una investigación experimental y correlacional, para determinar el tamaño de la parcela se tomó en referencia investigaciones similares y se determinó establecer un diseño de 9 parcelas experimentales de 6 por 5 m dando un área por parcela de 30 m² donde se determinó la dinámica de crecimiento del pasto dallis *Brachiaria decumbens* en correlación a la presencia del número de macroinvertebrados (> 2 mm) en el suelo. La siembra vegetativa se realizó a una distancia de 50 x 50 cm obteniéndose para el rápido establecimiento de la parcela. No se aplicó ningún tipo de agroquímico para evitar pérdida de la macrofauna. Época de máxima precipitación el pasto dallis alcanza su óptimo rendimiento para el pastoreo a los 35-45 días después del rebrote, por lo cual se realizó las mediciones morfofisiológicas 0, 15, 30, 45 días con una muestra de 5 plantas por parcela. Para la determinación de materia seca se lo realizó a los 15 y 45 días. Para el conteo de macroinvertebrados, en cada una de las parcelas se extrajeron 5 monolitos de 25 x 25 x 15 cm. Identificando la presencia de macroinvertebrados en la parte superficial del suelo, para su respectiva

contabilización. Se retiró la hojarasca y todo tipo de cuerpos extraños, tales como piedras, residuos vegetales, entre otros. Con la ayuda de una pala cuadrada se extrajo los monolitos de suelo y cuidadosamente se colocó en una bandeja para que manualmente separar el suelo de los insectos, con la ayuda de una lupa se llevó a cabo el conteo de la macrofauna in situ en la profundidad de 0 a 15 cm. Para el análisis químico del suelo, se realizó un muestreo en zigzag en cada una de la parcela, 5 submuestras correspondiente a la parcela. La muestra retiro con ayuda de pala con una profundidad de 15 cm, para luego unir las 5 submuestras de las parcelas (1, 2 y 3), (4, 5 y 6) y (7, 8 y 9), para formar una muestra global en un balde plástico. Las muestras se pesaron (1000 gr) con la balanza analítica y se guardó en una funda plástica y posteriormente se analizaron las muestras en el laboratorio en lo referente a: Textura de suelo y fracción de partículas. Esta actividad se la realizo al inicio y final del crecimiento del pasto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

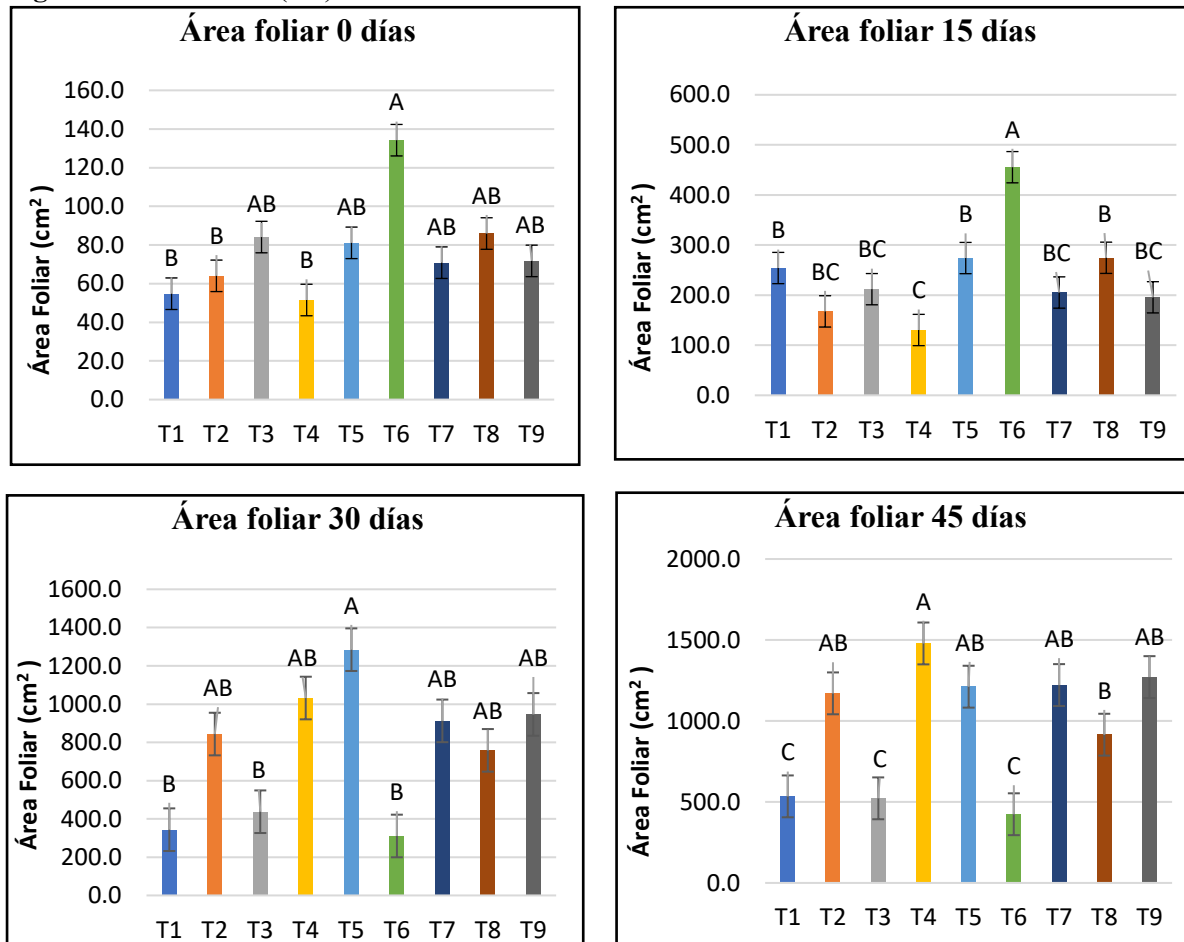
En la Amazonía ecuatoriana, es difícil tener una producción de pasto eficiente debido a las características climáticas de la región ocasionando que los suelos tengan, alta saturación de óxidos de aluminio y hierro, bajos niveles de pH y nutrientes, provocando una disminución en la absorción de nutrientes necesarios para que los pastos, leguminosas y gramíneas establecidas puedan aportar con los requerimientos nutricionales a los animales, dando lugar a cambios tanto cualitativos como cuantitativos en su mayoría adversos, que conllevan a la pérdida de la capacidad productiva, es por ello, que se debe responder de manera adecuada al desarrollo de tecnologías que conduzcan a conservar y mejorar los suelos aplicando principios de sostenibilidad mediante prácticas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de estos.

Área foliar (AF).

De acuerdo con los resultados obtenidos a los 0 días el T6 con 134 cm² AF mostro diferencia significativa con los Tratamientos 1, 2 y 4, los tratamientos restantes presentaron menor AF, pero no difieren ($p < 0,05$) con el T6, estos resultados obtenidos se deban a que el T6 no presenta árboles alrededores facilitando a la cubierta vegetal interceptar la radiación fotosintética activa en comparación a los demás tratamientos.

El análisis estadístico realizado a los 15 días, el T6 mantuvo mayor AF con 455 cm² en relación con el resto de los tratamientos ($p < 0,05$). Así mismo, el T4 presentó el menor rendimiento de AF con 130 cm², pero no mostró diferencia significativa con los Tratamientos 2, 3, 7 y 9. A partir de los 15 días se presentaron cambios edafoclimáticos en el sector dando el inicio de la temporada de lluvia. Según Manrique, (2018) y Garay, (2017), el cambio climático es un factor que afecta el rendimiento AF.

Figura 1. Área Foliar (AF) de los 9 tratamientos a diferentes edades



A los 30 solo se encontró diferencia significativa ($p < 0,05$) del T5 con los tratamientos 1, 3 y 6, siendo el T5 con mayor AF con 1284 cm². El T6 a los 30 días presenta una disminución de 455 cm² a 310 cm² AF debido al encharcamiento excesivo en la parcela. Datos obtenidos por DIAS-FILHO & Carvalho (2000), donde se evaluó el AF en condiciones de inundación hasta los 3 cm en maceta durante 14 días obtuvieron un comportamiento similar a los tratamientos afectados por las condiciones edafoclimáticas. El AF a los 45 días en el T4 presento mayor rendimiento con 1478 cm² AF, pero estadísticamente no presenta diferencia significativa con los tratamientos 2, 5, 7 y 9. En cambio los T6, T2 y T1 obtuvieron menores rendimientos con 424, 522 y 534 cm² AF respectivamente y además presentaron diferencia

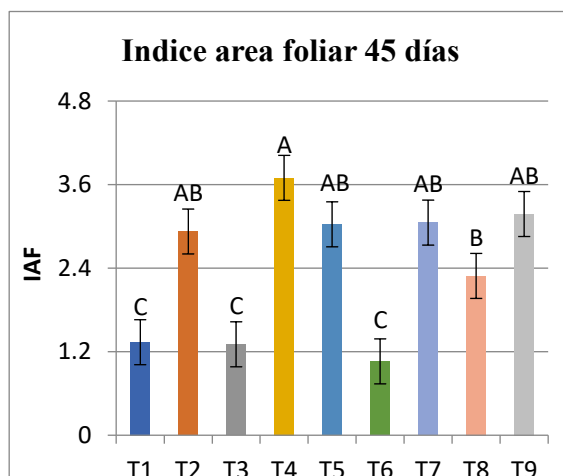
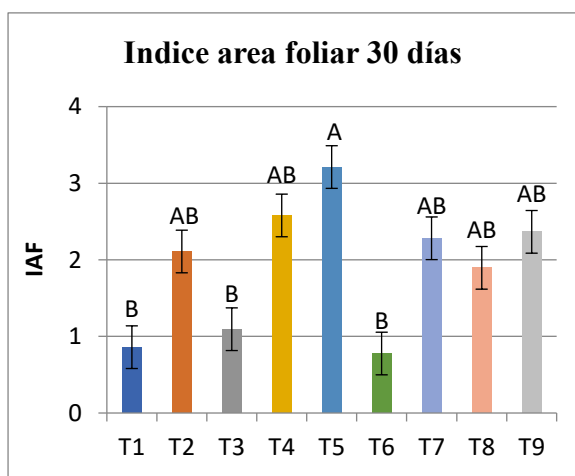
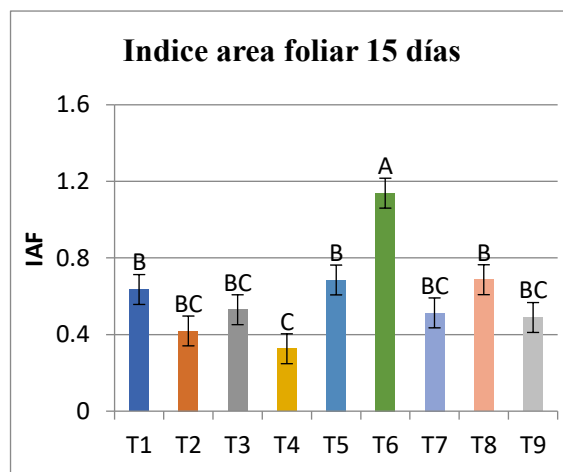
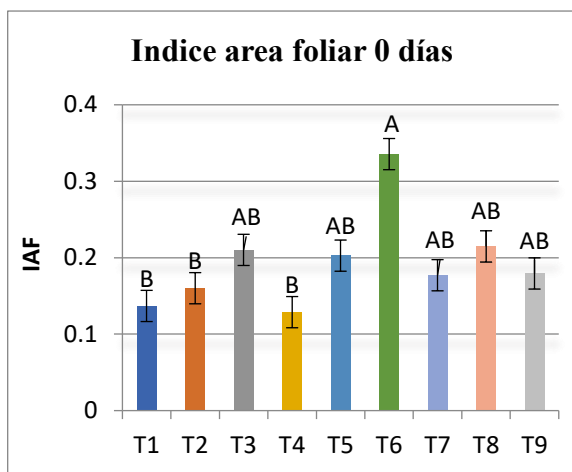
significativa ($p < 0,05$) con los demás tratamientos. La variación del AF en el transcurso tiempo posiblemente es dado por los diferentes factores ambientales, propiedades del suelo entre otros, que afecta tanto como directa e indirectamente al desarrollo del pasto. Según Silva, Rocha, Rocha M, & Sousa (2018), en condiciones favorables edafoclimáticas y de calidad del suelo el AF de *Brachiaria decumbens* puede alcanzar los 1400 cm² como se obtuvo a los 45 días en el T4 con 1478 cm² de AF. Los datos obtenidos por Murillo (2013) y Vélez (2013), donde se evaluó el AF de 5 genotipos de pasto incluido *Brachiaria decumbens* en condiciones del trópico húmedo de Santo Domingo presentaron un AF menor a los datos obtenidos. Sin embargo, un estudio realizado en suelos ácidos de piedemonte llanero de Colombia el AF presentó una similitud (Rincón, Ligarreto, y Sanjuanelo 2007).

Índice de área foliar (IAF)

Con la determinación del Índice área foliar (IAF) nos proporciona información del crecimiento y distribución espacial del pasto *Brachiaria decumbens* en relación con la cantidad de tejido foliar que intercepta luz solar.

En cada uno de los muestreos realizados en las diferentes fechas presentaron diferencia significativa. La variación IAF se ve relacionado al AF obteniendo una similitud en las gráfica y base estadística. A los 0 días el T1, T2 y T4 presenta menor IAF, pero no presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) con los tratamientos 3, 5, 7, 8 y 9. El T6 tiene IAF de 0,33 obteniendo el mejor rendimiento a los 0 días. El A los 15 días el T6 tiene el mayor IAF con 1,13 y presenta diferencia significativa con todos los tratamientos, no obstante, el T4 obtuvo un IAF menor en comparación a los demás, pero no difiere significativamente del T2, T3, T7 y T9. El análisis estadístico a los 30 días obtuvo que el T5 presenta diferencia significativa del T1, T3 y T6 que fueron afectados por el encharcamiento excesivo de las parcelas, mientras que a los 45 días el T4 presenta mayor IAF, pero no difiere estadísticamente del T2, T5, T7 y T9; los tratamientos 6, 3 y 1 mantuvo los IAF bajos efecto de los cambios edafoclimáticos del sector. Nafarrate-Hecht (2017).

Figura 2. Índice del área foliar (AF) de los 9 tratamientos en a diferentes edades.



En cada uno de los muestreos realizados en las diferentes fechas presentaron diferencia significativa. La variación IAF se ve relacionado al AF obteniendo una similitud en las gráfica y base estadística. A los 0 días el T1, T2 y T4 presenta menor IAF, pero no presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) con los tratamientos 3, 5, 7, 8 y 9. El T6 tiene IAF de 0,33 obteniendo el mejor rendimiento a los 0 días. El A los 15 días el T6 tiene el mayor IAF con 1,13 y presenta diferencia significativa con todos los tratamientos, no obstante, el T4 obtuvo un IAF menor en comparación a los demás, pero no difiere significativamente del T2, T3, T7 y T9. El análisis estadístico a los 30 días obtuvo que el T5 presenta diferencia significativa del T1, T3 y T6 que fueron afectados por el encharcamiento excesivo de las parcelas, mientras que a los 45 días el T4 presenta mayor IAF, pero no difiere estadísticamente del T2, T5, T7 y T9; los tratamientos 6, 3 y 1 mantuvo los IAF bajos efecto de los cambios edafoclimáticos del sector. Nafarrate-Hecht (2017)

El IAF varia en tiempo como en espacio y puede deberse a condiciones climáticas, las propiedades suelo, contaminantes aéreos y la herbivoría, por tal motivo un cambio del IAF es acompañado por

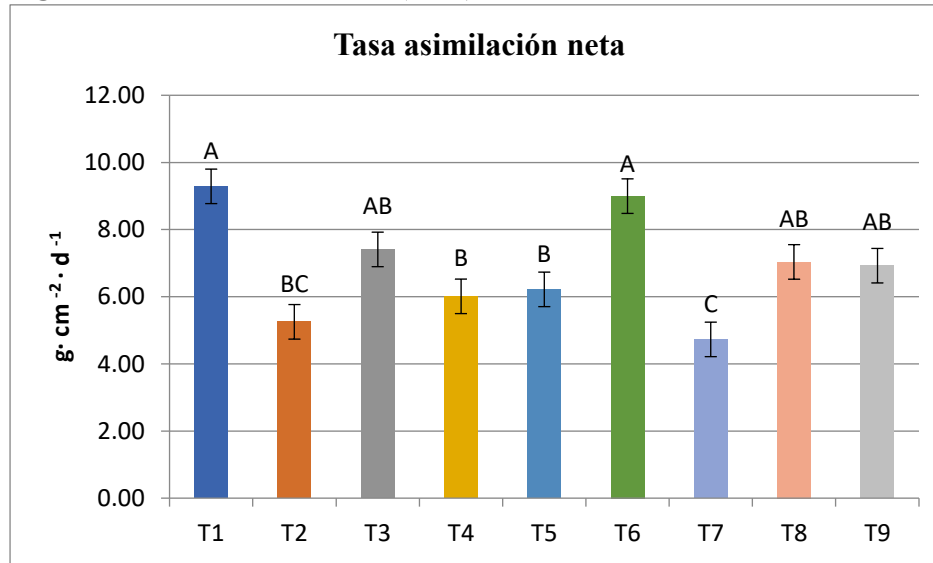
modificación en la productividad del pasto. En trabajos previos realizados en el Estado de Sao Paulo por Sousa, Passos, Martinhão, Fernandes, Herling, Cerqueira & Pereira (2017), obtuvo IAF de 2,97 en época de primavera y 2,44 en verano datos muy bajos similares a los datos obtenidos al final de los 45 días por los tratamientos 1, 3, 6 y 8. Según Rincón C., Ligarreto & Garay (2008), el IAF en el Piedemonte llanero de Colombia alcanza los 3,7 en una pradera establecida con mas de 10 años de pastoreo datos similares a los obtenidos a los 45 días por el T4. El IAF varia dependiendo a la calidad del suelo, a las condiciones edafoclimáticas del sector entre otros factores, datos reportados por Borges, da Silva, Lucas, & da Silva W. (2011) donde se evaluó IAF en diferentes tiempo dando datos que van desde los 4,32 hasta los 8,7 en IAF en relación a los diferentes cambios edafoclimáticos del sector.

Tasa de asimilación neta (TAN).

Mediante la formulación de la tasa asimilación neta (TAN) se determinó cuál de los tratamientos presentó mayor eficiencia en la producción de follaje, que es la principal fuente de alimentación del ganado.

Al evaluarse los diferentes tratamientos el análisis estadístico mostro diferencia significativas ($p < 0,05$), presentando mayor eficiencia fotosintética y producción de materia seca (MS) promedio que son indicadores del TAN, el T1 y T2 (9,29 y 9 g cm⁻² d⁻¹). En el caso del T7 4,73 g cm⁻² d⁻¹ tuvo un comportamiento diferente mostrando diferencia significativa con todos los tratamientos a excepción del T2 (Figura 3). Una variación en los resultados obtenidos se deba al incremento del AF y IAF en el tiempo debido al número de hojas provocando el autosombreamiento de la misma y reduciendo la eficiencia fotosintéticas (Morales, 2015; Fortes, Herrera, García, Cruz, & Romero 2015).

Figura 3. Tasa asimilación neta (TAN) de los 9 tratamientos.



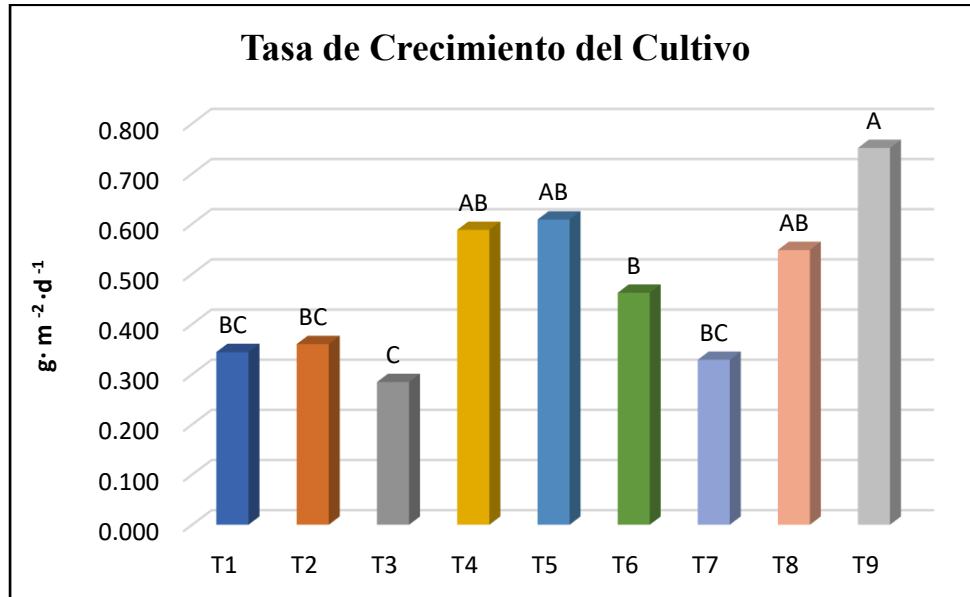
Según Murillo (2013) en condiciones del trópico húmedo de Santo Domingo donde se evaluó 5 genotipos de pasto incluido *Brachiaria decumbens*, la TAN puede alcanzar en época de verano 0,020 g (cm²)-1 d-1 y en invierno 0,0020 g (cm²)-1 d-1 datos muy bajo por los datos obtenidos. Un estudio realizado por Vélez (2013), donde se obtuvo el crecimiento inicial de cinco variedades de *Brachiaria* en un programa de mejoramiento genético ovino en el trópico húmedo, la TAN de *Brachiaria decumbens* alcanza los 0,0040 g cm⁻² d-1 igual que los alcanzados por Garay J., Cienfuegos, Espinoza, Zárate y Ibarra (2012) en el análisis de crecimiento inicial de cinco genotipos de *Brachiaria* en trópico húmedo. Sin embargo, un estudio realizado en suelos ácidos de piedemonte llanero de Colombia la TAN presento datos superiores a 6 g cm⁻² d-1 datos similares a los obtenidos por algunos tratamientos (Rincón et al., 2007). Las variaciones en los resultados en las diferentes investigaciones *Brachiaria decumbens* se debe a las diferentes condiciones climáticas, factor suelo y las enmiendas que se realizaron durante la investigación.

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC).

La tasa de crecimiento del cultivo (TCC) nos permite divisar la velocidad de ganancia de biomasa vegetal por unidad de tiempo del pasto *Brachiaria decumbens*, mostrando diferencia significativa entre los tratamientos. El mejor promedio de ganancia diaria de MS en el transcurso de los 45 días fue T9 con 0,751 g· m⁻² ·d⁻¹ TCC. Los tratamientos 5, 4 y 8, presentan mayor área foliar pero no difieren ($p \leq 0.05$) con el T6, el T3 obtuvo la menor ganancia promedio con 0,284 g· m⁻² ·d⁻¹ TCC (Figura 8)

pero no difieren ($p \leq 0.05$) T1, T2 y T7 que presentaron mayor TCC. Según Portes, Carvalho, Oliveira & Kluthcouski (2000), la familia *Brachiaria* alcanza su óptimo TCC a los 75 hasta 95 días y comienza una reducción de la formación de biomasa provocado por la edad del pasto, otro factor que afecta la TCC es la radiación solar, disponibilidad de agua y nutrientes.

Figura 4. Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) de los 9 tratamientos



Cedeño y Collahuazo (2020), evaluó la tasa crecimiento de gramíneas, obteniendo como resultado una TCC del pasto *Brachiaria decumbens* desde los 21 hasta los 45 días un rendimiento promedio de 0,45 gMSm² en condiciones edafoclimáticas y geografica del Cantón Buena Fe y que se parecen a los resultados obtenidos. Otro estudio realizados en suelos ácidos de piedemonte llanero de Colombia la TCC presento datos superiores a 0,7 gMSdía⁻¹ y con similitud a los datos obtenidos por el T7 (Rincón et al., 2007). Según Murillo (2013) en condiciones del trópico húmedo de Santo Domingo donde se evaluó 5 genotipos de pasto incluido *Brachiaria decumbens*, la TCC alcanzó en época de verano 0,12 gcm²d⁻¹y en invierno 0,08 gcm²d⁻¹. Vélez (2013), obtuvo TCC en la evaluación crecimiento inicial de cinco variedades de *Brachiaria* en un programa de mejoramiento genético ovino en el trópico húmedo los 0,15 g cm⁻² d⁻¹. En el análisis de crecimiento inicial de cinco genotipos de *Brachiaria* en trópico húmedo TCC de *Brachiaria decumbens* 0,12 g cm²d⁻¹ (Garay et al., 2012). La TCC varia con relación a las condiciones donde se desarrolló el pasto y las enmiendas que se realizaron durante la investigación

Macroinvertebrados

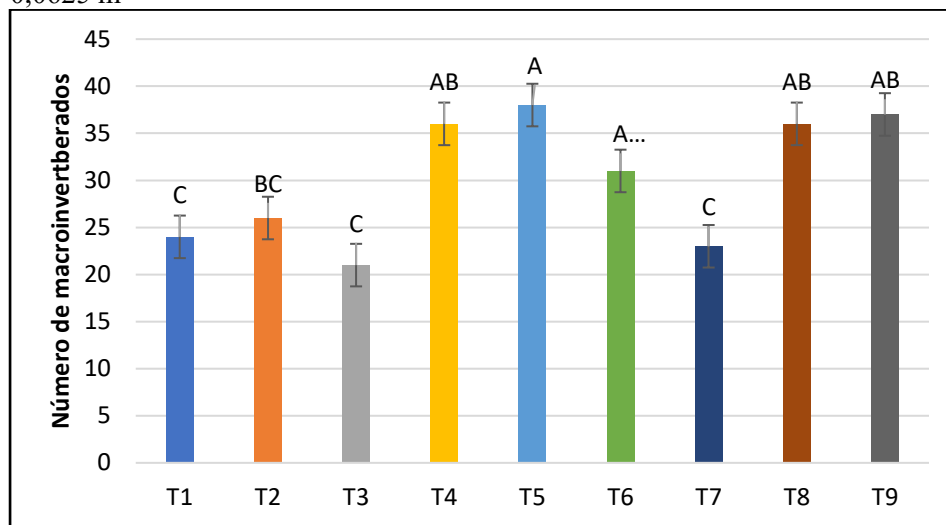
Para la prueba de comparación de media de los muestreos realizados en cada una de las parcelas (9 tratamientos) presentaron diferencia significativa ($p < 0,05$) en un sistema silvopastoril con un nivel de significancia de $p < 0,02$ entre los tratamientos. La variación de la macrofauna puede ser ocasionado por la provisión de sombra, contenido de materia orgánica entre otros factores (Escobar-Montenegro, Filella y Valdivia, 2017).

Tabla 1. Media de la presencia de macrofauna edáfica en un sistema silvopastoril, número de individuos por 0,0625 m² y 1m²

Tratamientos	0,0625 m ²	1m ²	Agrupación		
T5	38	608	A		
T9	37	592	A	B	
T4	36	576	A	B	
T8	36	576	A	B	
T6	31	496	A	B	C
T2	26	416	B		C
T1	24	384	C		
T7	23	368	C		
T3	21	336	C		
Total	272	4352			

El número de macroinvertebrados $> 2\text{mm}$ recolectados en el sistema silvopastoril dentro de los 9 tratamientos fue de 4352 individuos (Tabla 4), obteniendo mayores individuos por metros cuadrado (i.p.m²) el tratamiento 5 y difiere de los tratamientos T3, T7 y T1 presentaron menor número de individuos con 336, 368 y 384 i.p.m² respectivamente en comparación a los demás tratamientos. El T6 estadísticamente no presenta diferencia significativa con los demás tratamientos.

Figura 5. Presencia de la macrofauna edáfica en un sistema silvopastoril, número de individuos por 0,0625 m²



Los resultados obtenidos totales se asemejan al de Escobar-Montenegro A. et al., (2017); Vera, Congo, Velástegui, y Mejía, (2018); Chávez, Rodríguez, Benítez, Torres, Estrada, Herrera y Bruqueta, (2020) en el número de invertebrados en un sistema silvopastoril, por el contrario, Ortega S (2019); Hernández-Chávez, Ramírez-Suárez, Zurita-Rodríguez, y Boulandier (2020), presentaron resultados totales por debajo de los 840 macroinvertebrados datos que no coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación, esta variación del número de individuos dentro de los sistemas silvopastoriles se debe a las características físico-químicas del suelo, las condiciones edafoclimáticas del sector, la provisión de sombra entre otros factores donde se desarrolla la investigación. La variación de la macrofauna también se puede observar dentro del sistema silvopastoril, en los tratamientos que se encuentra bajo sombras y campo abierto presentaron diferencia en el número i.p.m², estos datos también se ven reflejado en la investigación realizada por Escobar, Panadero, Medina, Álvarez, Tenjo, y Sandoval, (2020). que presentó a campo abierto 156 i.p.m² y 203 i.p.m² bajo árboles en un sistema silvopastoril. La alteración de la macrofauna también se debe a la intervención del ser humano al convertir los suelos en sistemas agrícolas intensivos perturbando el medio edáfico con el uso excesivo de labranza, agroquímicos entre otras actividades (Cabrera-Dávila, Socarrás-Rivero, Hernández-Vigoa, León-Lima, Menéndez-Rivero y Sánchez-Rendón 2017); (Caicedo, Benavides, Carvajal y Ortega 2018).

CONCLUSIONES

En el rendimiento de Índice Área Foliar y Área Foliar variaron durante los 45 días de estudios por las condiciones edafoclimáticas. La Tasa de Asimilación Neta en el T1 presentó (9,29 g*cm²*d) siendo el mejor rendimiento en la eficiencia del follaje para asimilación fotosintética, mientras que el T9 con 0,751 g*m²*d obtuvo mayor ganancia de biomasa vegetal en relación con la Tasa de Crecimiento del Cultivo. La macrofauna varió en las parcelas en relación con la presencia de Materia Orgánica, humedad del suelo entre otros factores, obteniendo con mayor número de macrofauna el T5 con 608 individuos por metros cuadrado y el T3 con el menor número de individuos por metros cuadrado con 336.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Borges, da Silva, Lucas, & da Silva W. (2011). Relationship between luminous flux intercepted at different times in leaf area index of different forages. *Semina: Ciências Agrárias*, 32(4), 1589-1594.
- Cedeño y Collahuazo (2020). Tasa de crecimiento de tres gramíneas en la finca los tres potrillos (Bachelor's thesis, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).
- Chávez, L., Rodríguez, I., Benítez, D., Torres, V., Estrada, W., Herrera, M. y Bruqueta, D. (2020). Caracterización de la macrofauna edáfica en cinco agroecosistemas de pastizales en la provincia Granma. Riqueza y abundancia. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(4), 599-609.
- DIAS-FILHO, & Carvalho (2000). Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooding. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 35, 1959-1966.
- Durán, E. H., Rodríguez, L., y Suárez, J. C. (2018). Relación entre macroinvertebrados y propiedades del suelo bajo diferentes arreglos agroforestales en la Amazonia-Andina, Caquetá, Colombia. *Acta Agronómica*, 67(3), 395-401.
- Escobar-Montenegro, A., Filella, J. B., y Valdivia, N. A. G. (2017). Estudio comparativo macrofauna del suelo en sistema agroforestal, potrero tradicional y bosque latifoliado en microcuenca del trópico seco, Tomabú, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Esteli*, (22), 39-49.
<https://rcientificaesteli.unan.edu.ni/index.php/RCientifica/article/view/1399/1478>



- Espinosa, M. V., De la Ribera, J. R., Acosta, I. L., y Igarza, A. (2006). Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*, 7(5), 1-6.
- Garay J., Cancino, S., Zarate-Fortuna, P., Ibarra-Hinojosa, Ortega C., Gonzalez, & Cienfuegos-Rivas (2017). Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria spp.* cultivars in the humid tropics of Ecuador. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 5(2), 66-76.
- Garay J., Cienfuegos, Espinoza, Zárate y Ibarra (2012). Análisis de crecimiento de cinco genotipos de *Brachiaria* en Trópico Húmedo. *TsaFiqui-Revista de Investigación Científica* 3:83-93.
- Gomes M. (2011). Ecophysiological and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens*. *Scientia Agricola [online]*, v. 68, n. 5 [Accessed 7 July 2022], pp. 566-573. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000500009> . Epub 03 Oct 2011. ISSN 1678-992X. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162011000500009>.
- Guinchard R. (1991). Approche biocénotique du système sol par l'étude du peuplement de larves d'insectes (première contribution). *Revue D'ecologie et de Biologie du Sol* 28(4): 479-490.
- Hernández-Chávez, M. B., Ramírez-Suárez, W. M., Zurita-Rodríguez, A. A., y Boulandier, M. N. (2020). Biodiversidad y abundancia de la macrofauna edáfica en dos sistemas ganaderos en Sancti Spíritus, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 43(1), 18-25.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-03942020000100018&script=sci_arttext&tlng=en
- Lavelle, P. & A. Spain. 2001. Soil ecology. Kluwer Scientific Publications, Dordrecht, Amsterdam. pp. 211-239.
- López-Sandoval, José A., Morales-Rosales, Edgar J., Vibrans, Heike, y Morales-Morales, Edgar J.. (2018). Tasa de asimilación neta y rendimiento de *physalis* bajo cultivo en dos localidades. *Revista fitotecnia mexicana*, 41(2), 187-197. Epub 25 de septiembre de 2020. <https://doi.org/10.35196/rfm.2018.2.187-197>
- Martínez Z., González, M., Paternina, J., y Cantero, M. (2017). Contaminación de suelos agrícolas por metales pesados, zona minera El Alacrán, Colombia. *Temas Agrarios*, 22(2), 2017. <https://doi.org/10.21897/rta.v22i2.941>

- Nafarrate-Hecht, A. C. (2017). *Estimación directa e indirecta del índice de área foliar (IAF) y su modelación con LiDAR en un bosque tropical seco de Yucatán* (Doctoral dissertation, Tesis de maestría, Centro de Investigación Científica de Yucatán, AC, Mérida, Yucatán, México).
- Ortega Hernández, J. P. (2019). Determinación de la diversidad de la macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles con aliso (*Alnus acuminata*), acacia (*Acacia melanoxylon*) y un pastizal convencional como indicador biológico (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica Estatal del Carchi). Obtenido:
<http://190.15.129.74/bitstream/123456789/779/1/INFORME.FINAL.MACROFAUNA.JESSICA.ORTEGA.pdf>
- Pashanasi-Amasifuen, B., Lavelle, P., y Alegre, J. (1994). Efecto de lombrices de tierra (*Pontoscolex corethrurus*) sobre el crecimiento de cultivos anuales y características físicas y químicas en suelos de Yurimaguas. *Folia amazónica*, 6(1-2), 5-46.
- Pérez, J. J. R., Martínez, Y. M., Murillo, R. A. L., y Verdecía, D. M. (2020). Rendimiento y composición bromatológica de tres variedades de *Brachiaria* en dos zonas de Ecuador. 54(3), 413–424.
- Portes, Carvalho, Oliveira & Kluthcouski (2000). Análise do crescimento de uma cultivar de *Braquiária* em cultivo solteiro e consorciado com cereais. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 35, 1349-1358.
- Ramírez de la Ribera, J., Zambrano, D., Campuzano, J., Verdezia, D., Chacón, E., Acero, Y., Labrada, Ch. y Uvidía, H. (2017). El clima y su influencia en la producción de pastos. REDVET. Volumen 18 nº 6. <https://www.redalyc.org/pdf/636/63651420007.pdf>
- Rebolledo S. (2017). Conductividad eléctrica y salinidad. Obtenido de
<https://www.redagricola.com/cl/conductividad-electrica-salinidad/>
- Reyes, J., Méndez, Y., Luna, R., y Macias, R. (2019). Quality of three *Brachiaria* varieties in Guayas area, Ecuador. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 53(2), 177–187.
- Rincón, Á., Ligarreto, G. A., & Sanjuanelo, D. (2007). Crecimiento del maíz y los pastos (*Brachiaria* sp.) establecidos en monocultivo y asociados en suelos ácidos del piedemonte llanero colombiano. *Agronomía Colombiana*, 25(2), 264-272.
- Sarabia, M., y Pilamala, L. (2020). Dinámica de crecimiento en la asociación del pasto dallis (*brachiaria decumbens*), y mani forrajero (*arachis pintoii*) bajo diferentes dosis de abono orgánico en el

- CIPCA [Obtención de título Ingeniero Agropecuario, Universidad Estatal Amazónica].
<https://repositorio.uea.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/734/T.AGROP.B.UEA.1159.pdf?Sequence=1&isallowed=y>
- Silva, I. C., Rocha, C., Rocha, M. C., & Sousa, C. M. (2018). Growth of *Brachiaria decumbens* in Latosol contaminated with copper. *Ciência e Agrotecnologia*, 42, 168-175.
- Silva H., Arriagada C. y Baginsky C., (2017) Efecto de la fecha de siembra en la tasa de crecimiento relativo, tasa de asimilación neta y parámetros derivados en Chia (*Salvia hispanica* L.) establecida en la Región Metropolitana, Chile.
- Sousa, Passos, Martinhão, Fernandes, Herling, Cerqueira & Pereira (2017). Composição morfológica e índice de área foliar de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk de acordo com níveis de fertilização. *Anais*.
- Unda, S. B., Alava, A. C., Espinoza, M. U., Leon, J. B., y Gorotiza, A. C. (2020). Evaluación del método de ignición para determinar materia orgánica en suelos de la provincia el oro-ecuador. *Fave: Sección Ciencias Agrarias*, 19(2), 25-36.
<file:///C:/Users/COMPUMEGA/Documents/9747-Texto%20del%20art%C3%ADculo-30260-1-10-20201113.pdf>
- Valdez, S. I. (2019). Complejos de micronutrientes: caracterización y factores que influyen en su eficacia como fertilizantes (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Madrid).
https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/690381/islas_valdez_samira.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vargas Canchanya, D. E. (2017). Adaptación de macroinvertebrados bentónicos a condiciones extremas: respuesta de biomarcadores de exposición a metales y radiación UV-B en la zona altoandina de la subcuenca Quillcay (Huaraz, Ancash).
- Vargas, Y., Nicolalde, J., Calero, A., y Vizúete, O. (2018). Agroforestería Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana, N ° 2.
- Vélez (2013). Estudio del crecimiento inicial de cinco variedades de *brachiaria* en un programa de mejoramiento genético ovino en el trópico húmedo del Ecuador. Tesis Ingeniería. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Recuperado en 05 de julio de 2022, de

http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/19848/1/6711_1.pdf

Vera, A., Congo, C. D., Velástegui, F. J., y Mejía, M. J. (2018). Importancia de los Sistemas Silvopastoriles en el Desarrollo de la Macrofauna Terrestre.

Villegas, L. (2020). Adaptación y producción de tres variedades de pastizales del género *brachiaria* en el cantón milagro, Provincia del Guayas. [Universidad Agraria del Ecuador].

<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLEGAS BALANTE LUIS ALFREDO.pdf>

