

EVALUACIÓN DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y FRECUENCIAS DE CORTE EN EL RENDIMIENTO DE BALICO PERENNE

[EVALUATION OF ORGANIC FERTILIZATION AND CUTTING FREQUENCIES IN THE YIELD OF PERENNIAL RYEGRASS]

José Agustín Pacheco-Ortiz^{1§}, Rigoberto Castro-Rivera², María Myrna Solís-Oba², Ana Patricia Juárez-Rangel², Angelica Romero-Rodríguez²

¹Estudiante de postgrado Instituto Politécnico Nacional, CIBA Tlaxcala. Ex-Hacienda San Juan Molino, Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km. 1.5, C.P. 90700. Tlaxcala, México. ²Profesor de Instituto Politécnico Nacional, CIBA Tlaxcala. Ex-Hacienda San Juan Molino, Carretera Estatal Tecuexcomac-Tepetitla Km. 1.5, C.P. 90700. Tlaxcala, México. [§]Autor para correspondencia: (agustin.pacheco0192@gmail.com).

RESUMEN

El aprovechamiento de forrajes ha sido de gran importancia en el desarrollo de la ganadería, como modelo de sustentabilidad. En este estudio se evaluó el efecto en pasto (ballico perenne), de dos fertilizantes líquidos orgánicos NutrKam elaborado de un extracto de alga y los digestatos provenientes de la digestión anaerobia de residuos de ganado, en combinación con diferentes esquemas de defoliación a cuatro, cinco y seis semanas durante el verano, los resultados mostraron en el acumulado total de materia fresca (ATMF) y acumulado total de materia seca (ATMS) en pasto a concentraciones elevadas de los fertilizantes compuestos 8% para NutrKam y al 70% de digestato, donde el control se superó en 6 y 30%, respectivamente. En las frecuencias de defoliación, los cortes cada cuatro y seis semanas superaron a la de cinco semanas. La mayor altura de planta (16.10 cm) se registró al 70% de digestato; mientras que, cosechar el forraje cada cinco y seis semanas de corte no registraron diferencia (15.21 cm y 15.08 cm), pero fueron superiores a la de cuatro semanas. La cantidad de MFA fue mayor a las cuatro semanas de corte en un 20 y 7% respecto a mostradas a las cinco y seis semanas.

Palabras clave: Cultivo sustentable, defoliación, fertilización, pasto.

ABSTRACT

The use of forages has been of great importance in the development of livestock, as a model of sustainability. In this study, the effect on grass (perennial ryegrass) of two NutrKam organic liquid fertilizers made from an algae extract and the digestates from the anaerobic digestion of livestock waste was evaluated, in combination with different defoliation schemes at four, five and six weeks during the summer, the results showed in the accumulated total of fresh matter (ATMF) and accumulated total of dry matter (ATMS) in grass at high concentrations of the compound fertilizers 8% for NutrKam and 70% of digestate, where the control was exceeded by 6 and 30% respectively. In the defoliation frequencies, the cuts every four and six weeks exceeded that of five weeks. The highest plant height (16.10 cm) was recorded at 70% digestate; while, harvesting the forage every five and six weeks of cutting did not register difference (15.21 cm and 15.08 cm), but they were higher than that of four weeks. The amount of MFA was greater at 4 weeks of cut by 20 and 7% compared to those shown at five and six weeks.

Index words: Defoliation, fertilization, grass, sustainable cultivation.

INTRODUCCIÓN

El 40% de la superficie terrestre está cubierta de pastizales, susceptibles de ser aprovechadas, los cuales se desarrollan en muchos biomas como las sabanas africanas, las grandes estepas y las llanuras, entre otros (Oliva, 2016; Castro, 2020). Los pastizales se pueden dividir en dos clasificaciones, pastizales nativos pertenecientes a un lugar geográfico en específico, que no son utilizados para el pastoreo, y los pastizales inducidos que son utilizados para la alimentación animal (Oliva, 2016; Castro, 2020). Otra clasificación se basa en el tipo de clima en el que se desarrollan, ejemplo de ello son los pastos tropicales que se encuentran en regiones cálidas, con una temperatura anual alrededor de los 24 °C, por otro lado, los pastos templados se encuentran en lugares más fríos, con una temperatura promedio anual de 15 °C (Améndola, 2009; Castro, 2020). El ser humano ha empleado praderas, que son cultivos de pastos que se emplean como fuente de alimento y forraje, tan solo en México los pastizales ocupan el 19% del territorio (Améndola, 2009; Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2018). Las praderas o cultivos forrajeros aportan más del 16% de fibra cruda, algunas especies de pastos templados que destacan son el Ballico o raigrás perenne (*Lolium perenne*), Ballico anual (*Lolium multiflorum*), Zacate ovillo u Orchard (*Dactylis glomerata*) por mencionar algunos (Fideicomiso de Riesgo Compartido, 2017; Food and Agriculture Organization (FAO), 2020; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 2020).

Gran parte de la producción se debe al manejo agronómico algunos más destacados son las frecuencias de corte o defoliación y la fertilización de los pastos. Algunos estudios realizados verifican que los factores anteriormente descritos incrementan la producción de pasto (Sanghera *et al.*, 2011; Demanet, 2012; Buri, 2013; Förster *et al.*, 2018). Pérez *et al.* (2004) reportaron mayores alturas de 25, 26 y 36 cm en las 4, 5 y 6 semanas de corte, Velasco-Zebadúa *et al.* (2005) mostraron un incremento del 20% en el rendimiento de pasto Ballico a 4 y 6 semanas corte respecto a la defoliación de dos semanas y Balocchi *et al.* (2011) observaron que la cantidad de materia seca incrementa un 26% cuando aumenta la cantidad de 1 a 3 hojas por 5 macollos. Respecto a la fertilización es importante el aporte de nutrientes ricos en nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) a las plantas, gran parte de los fertilizantes químicos contienen de uno a tres de los nutrientes: N, P, o K; recientemente, el uso de cultivos sustentables que pretende cambiar los fertilizantes sintéticos, ha dado paso al uso de los fertilizantes orgánicos que provienen de residuos orgánicos, una de sus principales funciones es reincorporar la materia orgánica, ya que esta modifican las propiedades fisicoquímicas del suelo, haciéndolo más fértil para los cultivos, con todas estas características anteriormente mencionadas son considerados también bioestimulantes (Walsh *et al.*, 2018; Głowacka *et al.*, 2020).

Los fertilizantes orgánicos empleados en este estudio fueron los digestatos, estos provienen de las excretas de los animales de granja o de corral, las cuales, al ser procesadas por microorganismos en una digestión anaeróbica se obtiene como uno de los productos finales, una fase líquida de digestato que ha sido utilizada como fertilizante orgánico líquido, algunos autores lo han ocupado en pastos (Garg *et al.*, 2005; Terhoeven-Urselmans *et al.*, 2009; Dahlin *et al.*, 2015; Pawlett *et al.*, 2018); los cuales reportan además, un aumento de hasta un 50% en el tratamiento con digestato respecto al control.

Otro de los fertilizantes orgánicos que se emplea en este trabajo es el uso del extracto de alga. Ciepiela *et al.* (2016) reportan un aumento del 10.6% en el rendimiento del pasto con extracto de alga respecto al control. Por otro lado, el efecto en plantas como los pastos ha sido limitada. El Boukhari *et al.*, (2020) reportan que al aplicar el extracto de alga existe incremento en el rendimiento de los cultivos, por lo que también es considerado un bioestimulante el cual se ha probado en maíz, trigo y soya por aspersión foliar, para jitomate y canola por solución en suelo. Además, aún no se logra visualizar por completo el mecanismo de acción de los diferentes extractos debido a que puede involucrar de una a varias especies de algas como *Sargassum vulgare*, *Kappaphycus alvarezii*, *Ascophyllum nodosum*, por mencionar algunas, además de los

diferentes métodos de extracción como filtración, lisis por enfriamiento o extracción ácida, que pueden modificar los componentes fisicoquímicos del extracto (Chojnacka *et al.*, 2015; El Boukhari *et al.*, 2020).

El uso de la combinación de factores nos puede proporcionar una información más amplia para conocer como es la respuesta en este caso del efecto de la fertilización con digestato a 1500 kg N/km² y el manejo de la defoliación a cinco, 11 y 16 semanas de corte, dando un rendimiento aproximado del 70% respecto al control sin fertilizar (Walsh *et al.*, 2012). Recientemente, Montalvo-Aguilar *et al.* (2018) mostraron que el efecto de la frecuencia de corte a 5 semanas es 14% mejor que los cortes de seis y cuatro semanas con la aplicación de digestato al 60%. Actualmente, Głowacka *et al.* (2020) reportaron una diferencia 18% en la altura promedio aplicando digestato a 3000 y 6000 kg/km² respecto al control sin fertilizar en pasto tropical *Panicum virgatum* en la primera cosecha de verano. Por los argumentos anteriormente expuestos, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de dos fertilizantes orgánicos líquidos y sus interacciones con las frecuencias de corte en el rendimiento de pasto Ballico perenne.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada (CIBA) del Instituto Politécnico Nacional unidad Tlaxcala, ubicado en las coordenadas 19°16'50'' Norte, 98°16'58'' Oeste. Los digestatos fueron obtenidos en el módulo de leche de la granja experimental de Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo y el extracto de alga de nombre NutrKam fue proporcionado por la empresa Dianco México, S.A.P.I. de C.V. Las semillas de Ballico perenne (*L. perenne*) fueron donadas por el Laboratorio de Forrajes del Posgrado de Ganadería del Colegio de Posgraduados. El sustrato se obtuvo de la parcela experimental del CIBA al cual se añadió el 7% de vermicompost, los experimentos fueron realizados en un invernadero con cubierta de plástico tipo cenital, las unidades experimentales fueron macetas de 3 kg donde se agregó el sustrato en el cual se sembraron 15 semillas de Ballico perenne (*L. perenne*), el cultivo se estableció en la estación de primavera y se realizó un corte de homogenización 60 días después de la siembra para reducir el efecto de covariable.

Para este estudio se empleó un diseño en bloques al azar con un arreglo factorial 3 x 4 x 4 con cuatro repeticiones, para medir los efectos del corte de 4, 5 y 6 semanas, de ambos fertilizantes orgánicos en digestatos del 0, 30, 50 y 70% y para NutrKam del 0, 2, 5% y 8 aplicados en un total de 200 mL con agua.

Variables evaluadas

La altura de la planta fue medida antes de cada corte con una regla de 30 cm, este valor fue tomado desde la base del suelo hasta el tejido foliar más alto. El rendimiento de forraje se obtuvo del follaje por arriba de 5 cm, fue cosechado, lavado y pesado, posteriormente se deshidrató a una temperatura de 65 °C, hasta obtener un peso constante y se registró el valor de materia seca. Para obtener la composición morfológica del pasto, en cada cosecha correspondiente a las semanas de corte se separó en bolsas de papel el componente morfológico hoja y material senescente, para ser pesado posteriormente en una balanza marca VELAB modelo VE-5000. Para su análisis, la MF fue secada en una incubadora Felisa, modelo FE-131D a 65 °C durante 72 horas y finalmente ser pesados, para la MS de cada muestra medida.

Las variables respuesta obtenidas fueron, en primer lugar, materia fresca hoja (MFH) y materia fresca senescente (MFS). La suma de las dos variables anteriores da el total de materia fresca (TMF). Posteriormente, también se evaluó la materia seca hoja (MSH) y materia seca senescente (MSS), la suma de la MS se tomó para el total de materia seca (TMS). Así mismo, se incluyeron las sumatorias de las de cada variable y se obtuvo el acumulado materia fresca hoja (AMFH), acumulado de materia fresca senescente (AMFS), acumulado total materia fresca (ATMF), acumulado materia seca hoja (AMSH), acumulado materia seca senescente (AMSS) y acumulado total materia seca (ATMS).

Los datos obtenidos en los diferentes tratamientos fueron ordenados por corte y la sumatoria de cada uno de estos en el forraje acumulado. Las diferencias de medias de tratamientos se obtuvieron con el software estadístico SAS versión 9.0 para Windows, bajo el procedimiento factorial ANOVA y el análisis de sensibilidad de Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta

En la variable altura de la planta, la aplicación de NutrKam registró una diferencia significativa del 6% a una concentración de 8% respecto al el control sin fertilizar ($P < 0.05$). Aplicando digestato, se mostró una diferencia del 17, 12, y 6% para las concentraciones del 70, 50 y 30% respectivamente, respecto al control ($P < 0.001$). Los cortes realizados cada 5 y 6 semanas, a excepción de la cosecha de 4 semanas que registró ($P < 0.001$) el menor valor (13.86 cm), fueron los que mayor altura presentaron (15.21 cm y 15.08 cm) no se registraron diferencias significativas ($P > 0.05$). respectivamente, con respecto al corte de 4 semanas ($P < 0.001$). La significancia de los factores muestra que no existieron interacciones ($P > 0.05$), excepto en la concentración de digestatos y la frecuencia de corte tuvieron un efecto significativo ($P < 0.01$).

Los resultados obtenidos con NutrKam en respuesta a las variables fenológicas donde la diferencia es apenas significativa en la altura de la planta, esta falta de crecimiento de la planta puede deberse a la baja concentración de aplicación (8%), por lo que, en estudios realizados con pastos sugieren agregarle al cultivo de 200 kg/km² (Cipella *et al.*, 2016). Así mismo, Montalvo-Aguilar *et al.* (2018) reportaron, que a mayor concentración de digestato (60%), existe una diferencia del 12% respecto al control, eso es equiparable cuando se agrega el 50% de digestato. Otro estudio de Głowacka *et al.* (2020) realizaron el estudio en pasto tropical, observándose que cuando se aplica digestato a 3000 y 6000 kg/km², la altura es 18% mayor a la del control, esto es comprable a la concentración del 70% de digestatos. Por otra parte, en las frecuencias de corte, la altura máxima se encuentra en las cinco y seis semanas. Así como también asegura el trabajo de Montalvo-Aguilar *et al.* (2018), quienes encontraron el mismo efecto en la frecuencia de cinco semanas en el verano.

La altura del pasto representa ligeramente una diferencia, Ramírez-Reynoso (2010) reportó que la frecuencia de corte de siete semanas presenta la mayor altura, caso similar a la altura obtenida a las 6 semanas. Otros autores (Torres-Moya *et al.*, 2016; Martínez-Méndez *et al.*, 2020) mostraron que el cambio en la altura del pasto puede deberse a que se realizó en el verano, época del año con mayor presencia de lluvias.

Rendimiento de la planta

En las variables de respuesta: MFH, MFS, TMF, MSH, MSS y TMS con la aplicación NutrKam no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$). Para la evaluación con digestatos se muestra como la aplicación al 70% produce el mayor efecto con respecto a la MFH, MFS y TMF, en la aplicación con 70 y 50% hubo una mayor diferencia respecto al 30% y al control ($P < 0.001$), estas dos últimas concentraciones no presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$). Se obtuvo una mayor cantidad de MSH, MSS y TMS con la aplicación al 70% de digestatos respecto al resto de los tratamientos 50, 30% y al control ($P < 0.001$).

En el corte realizado cada seis semanas obtuvo mayor cantidad MFH, MFS, TMF, MSH, MSS y TMS que el resto de las semanas de corte ($P < 0.001$). En el MFH, MFS, TMF y TMS hubo una interacción los digestatos y las frecuencias de corte ($P < 0.001$), en MSH se encontraron interacciones entre el NutrKam y frecuencias de corte con una ($P < 0.05$), para la MSS hubo interacción entre los digestatos y las frecuencias de corte ($P < 0.01$).

Los resultados muestran que en la concentración de digestato al 70% ocurre un incremento en las variables de TMF y TMS de un 20 y 40% respectivamente, Montalvo-Aguilar *et al.* (2018) observaron que se relaciona un aumento en las variables fenológicas con la cantidad de digestato suministrado a 20, 40 y 60% en pasto Ballico. De igual forma, Pawlett *et al.* (2018) mostraron un aumento del 18% en la TMF al aplicar digestatos respecto al control, se obtuvo un 10% mas al aplicar el 70 y 50% de digestatos. En el caso del TMS Dahlin *et al.* (2015) reportaron en pasto Ballico un incremento del 50% se obtuvo un 12% menos al aplicar el digestato, Terhoeven-Urselmans *et al.* (2009) reportaron en cebada un incremento del 22% en TMS por lo que se obtuvo un 16% más al aplicar digestato al 70%.

Por otra parte, en las frecuencias de corte respecto a la TMF y la TMS máxima con un 30% se encuentra en las seis semanas, Montalvo-Aguilar *et al.*, (2018); Ramírez-Reynoso (2010), muestran este efecto en las frecuencias de corte cada 5 semanas y en el verano (Montalvo-Aguilar *et al.*, 2018), para el resto de las variables no ocurre este efecto en los tratamientos mostrados (Cuadro 1).

Rendimiento acumulado de la planta

La sumatoria de los pesos obtenidos en la época de verano, se observa para el ATMF cuando se aplicó el fertilizante NutrKam se encontró una diferencia en la aplicación al 8% a los demás tratamientos de 2, 5% y al control ($P<0.05$). El ATMS cuando se aplicó el fertilizante NutrKam la mostró la aplicación al 8, 5% se produjo un 6% más a los tratamientos de 2% y al control ($P<0.01$). En los digestatos con la concentración al 70% tuvo un en el ATMF de un 20% y en ATMS a un 38% respecto a los demás tratamientos ($P<0.001$). En cuanto a las 4 semanas de corte ATMF se encontró una diferencia del 20% y 6% a los cortes de 5 y 6 semanas respectivamente. El ATMS fue mayor a 4 y 6 semanas de defoliación respecto al corte de 5 semanas ($P<0.001$).

Componente hoja

En la aplicación al 8% el AMSH mostró una diferencia de 6% al resto de los tratamientos ($P<0.01$). En los digestatos en la concentración al 70% efecto en el AMFH 18% y en el AMSH 35% siendo superior a los demás tratamientos ($P<0.001$). A 4 semanas de corte se obtuvo un aumento al menos del 12% en AMFH y de 21% en AMSH respecto al resto de las semanas de corte.

Cuadro 1. Medición de las variables fenológicas de Ballico perenne en la estación verano.

Factores	Niveles	Altura (cm)	MFH (g)	MFS (g)	TMF (g)	MSH (g)	MSS (g)	TMS (g)
NK	0	14.32 B	8.08 A	1.24 A	9.32 A	2.03 A	0.51 A	2.54 A
	2	14.66 AB	8.20 A	1.26 A	9.46 A	2.03 A	0.52 A	2.55 A
	5	14.80 AB	8.33 A	1.23 A	9.56 A	2.12 A	0.51 A	2.63 A
	8	15.11 A	8.53 A	1.23 A	9.76 A	2.14 A	0.53 A	2.67 A
Di	0	13.38 D	7.50 B	1.03 B	8.53 B	1.66 D	0.36 C	2.02 D
	30	14.18 C	7.69 B	1.14 B	8.82 B	1.82 C	0.42 C	2.24 C
	50	15.22 B	8.65 A	1.40 A	10.06 A	2.25 B	0.58 B	2.83 B
	70	16.10 A	9.29 A	1.39 A	10.68 A	2.59 A	0.69 A	3.28 A
De	4	13.86 B	7.09 C	0.76 C	7.85 C	1.80 C	0.34 C	2.14 C
	5	15.21 A	8.26 B	1.32 B	9.58 B	2.07 B	0.52 B	2.59 B
	6	15.08 A	9.51 A	1.63 A	11.14 A	2.37 A	0.68 A	3.05 A
S	NK	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Di	***	***	***	***	***	***	***
De	***	***	***	***	***	***	***
NK*Di	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
NK*De	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS
Di*De	**	***	***	***	NS	**	***
NK*Di*De	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

NutrKam (NK). Digestatos (Di). Defoliación (De). Significancia (S)

Materia fresca hoja (MFH). Materia fresca senescente (MFS). Total, materia fresca (TMF). Materia seca hoja (MSH). Materia seca senescente (MSS). Total, materia seca (MST).

Medias con literales iguales en columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Sig.= Significancia, NS= No significativo ($P>0.05$), *=($P<0.05$); **=($P<0.01$); ***=($P<0.001$).

Material muerto o senescente

En los tratamientos con NutrKam el AMFS y en el AMSS no hubo diferencias estáticamente significativas ($P>0.05$). También se observó un efecto en el AMFS con los digestatos aplicados al 70% y 50% ($P<0.001$). En cuanto a las frecuencias de corte la de cuatro semanas fue menor que el resto de los cortes cinco y seis semanas en el AMFS, en el AMSS ($P<0.001$). La mayoría de las interacciones se observan en los digestatos y las frecuencias de corte en el AMFH, AMFS y ATMF, también se observó este efecto en el AMSS ($P<0.001$), para el AMSH hubo una interacción entre el NutrKam y los digestatos ($P<0.05$). Finalmente hubo una interacción en el ATMS entre el NutrKam, los digestatos y las frecuencias de corte ($P<0.05$).

Para las variables medidas por el efecto del NutrKam no se observa un efecto en el contenido MFS, MSS, AMFS y AMSS, por lo que la cantidad de este fertilizante no repercute en el recambio de tejido (Martínez-Méndez *et al.*, 2020), pero si se encontraron diferencias en los ATMF y ATMS al 8% de NutrKam con un incremento del 6% respecto al control. Por otra parte, como se mostró en el análisis anterior, las concentraciones máximas de digestato a 50 y 70%, aumentó en un 20% ATMF como en un 30% en ATMS. Estos resultados son similares a los señalados por Montalvo-Aguilar *et al.* (2018), en los cuales reportaron con la concentración al 60% de digestato, TMF 20% y TMS 40%, similar a los rendimientos en TMF y en un 10% menor con TMS. Otros autores como Głowacka *et al.* (2020) reportaron con digestatos a 3000 kg/km² al 36% TMS y Walsh *et al.* (2018) al aplicar 15000 kg N/km² de digestato líquido obtuvo un 33% de TMS digestato en cultivos de pasto ballico, similar al rendimiento de TMS. Para la defoliación de la planta Velazco-Zabadúa *et al.* (2001) observaron que el crecimiento del pasto varía en función de la frecuencia de corte y la época del año siendo la de cuatro semanas, esto mismo ocurrió en los resultados mostrados teniendo una mayor producción con un 20% en el ATMF siendo similares a los resultados mostrados y con un 16% en el ATMS en verano siendo un 22% a los reportados en este trabajo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Acumulado de la medición de las variables fenológicas de Ballico perenne en la estación verano.

Factores	Niveles	AMF (g)	AMFS (g)	ATMF (g)	AMSH (g)	AMSS (g)	ATMS (g)
NK	0	18.51 B	2.71 A	21.22 B	4.59 B	1.07 A	5.66 B
	2	18.80 AB	2.79 A	21.59 AB	4.61 B	1.10 A	5.71 B
	5	19.12 AB	2.72 A	21.84 AB	4.79 AB	1.08 A	5.87 AB
	8	19.77 A	2.69 A	22.46 A	4.90 A	1.10 A	6.00 A
Di	0	17.36 C	2.32 B	19.68 C	3.79 D	0.77 C	4.56 D
	30	17.48 C	2.50 B	19.98 C	4.11 C	0.89 C	4.99 C
	50	19.99 B	3.06 A	23.05 B	5.12 B	1.24 B	6.36 B
	70	21.38 A	3.03 A	24.41 A	5.88 A	1.45 A	7.33 A

De	4	21.62 A	2.26 C	23.89 A	5.29 A	0.86 C	6.15 A
	5	16.51 C	2.65 B	19.16 C	4.13 C	1.04 B	5.18 B
	6	19.02 B	3.26 A	22.28 B	4.74 B	1.36 A	6.11 A
S	NK	*	NS	*	**	NS	**
	Di	***	***	***	***	***	***
	De	***	***	***	***	***	***
	NK*Di	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	NK*De	NS	NS	NS	*	NS	NS
	Di*De	***	***	***	NS	***	NS
	NK*Di*De	NS	NS	NS	NS	NS	*

NutrKam (NK). Digestatos (Di). Defoliación (De). Significancia (S)

Acumulado Materia fresca (AMF). Acumulado materia fresca senescente (AMFS). Acumulado materia seca hoja (AMSH). Acumulado materia seca hoja (AMSH). Acumulado materia seca senescente (AMSS). Acumulado total materia seca (AMST).

Medias con literales iguales en columnas no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). Sig.= Significancia, NS= No significativo (P>0.05), *(P<0.05); **=(P<0.01) ***=(P<0.001).

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que cuando se aplican dos fertilizantes orgánicos líquidos a concentraciones de 8% en NutrKam y a 50 y 70% de digestatos; hay una mayor altura y un aumento en el rendimiento de TMF, TMS, producción de hojas, y material senescente. Esto demuestra un mayor dinamismo en la planta, debido a las características fisicoquímicas y la materia orgánica que pueden aportar los fertilizantes orgánicos al suelo. Las frecuencias de corte principalmente las de cuatro a seis semanas tienen un efecto en el rendimiento de hoja, y los valores obtenidos en el rendimiento de ATMS fueron similares, pero la composición morfológica varió tanto para los valores promedio como los valores acumulados de la estación, lo que permitirá definir que estrategia de la cosecha utilizar para obtener la mayor cantidad de hoja posible.

Al haber una mayor interacción entre las frecuencias de corte y la aplicación de digestatos, que la aplicada la fertilización con NutrKam y la defoliación, podría implicar que los mecanismos de acción de los dos fertilizantes orgánicos líquidos tienen un efecto diferencial en la planta, se requiere hacer un análisis más exhaustivo de los tratamientos descritos en el presente estudio.

AGRADECIMIENTOS

Por medio del presente se reconoce a la empresa Dianco México, S.A.P.I. de C.V. por la donación del extracto de alga NutrKam y a la Universidad Autónoma Chapingo como a los encargados del módulo de leche de la granja experimental de Departamento de Zootecnia que facilitaron los digestatos. También al Laboratorio de Forrajes del Posgrado de Ganadería del Colegio de Posgraduados por las semillas otorgadas de Ballico perenne (*L. perenne*) y al CIBA-IPN donde se realizó el trabajo experimental.

LITERATURA CITADA

- Améndola, M.R.D. 2009. Especies forrajeras disponibles en México. Congreso internacional del borrego. Programa de Posgrado en Producción Animal, Programa de Investigación en Forrajes. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 1-16.
- Balocchi, L.O., O.C. Solís, A.J. Poff, S.J.P. Keim y C.I. López. 2011. Filocrono en una pradera de (*Lolium perenne* L.) Efecto de la frecuencia de defoliación y fertilización nitrogenada. Agro Sur 39: 165-176.

- El Boukhari, M., M. Barakate, Y. Bouhia, y K. Lyamlouli. 2020. Trends in seaweed extract based biostimulants: Manufacturing process and beneficial effect on soil-plant systems. *Plants* 9: 1-23.
- Buri. R.T.E. 2013. Digestibilidad del raygrass (*Lolium perenne*) en diferentes estados fenológicos para la alimentación de cobayos (*Cavia Porcellus*) en la Hoya de Loja. Tesis de grado obtención del título de Médico Veterinario y Zootecnista, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 108 p.
- Castro, M. 2020. Pastizal: características, tipos, relieve, flora, clima, fauna. Lifeder. (Consultado 15/05/2020). Disponible en: <https://www.lifeder.com/pastizal/>.
- Chojnacka, K., I. Michalak, A. Dmytryk, M. Gramza, A. Słowiński y H. Górecki. 2015. Algal Extracts as Plant Growth Biostimulants. In: S. K. Kim y K. Chojnacka (eds). *Marine Algae Extracts*. John Wiley & Sons Ltd, Nueva Jersey, United States. pp.189-211.
- Ciepiela, G.A., A. Godlewska y J. Jankowska. 2016. The effect of seaweed *Ecklonia maxima* extract and mineral nitrogen on fodder grass chemical composition. *Environmental Science and Pollution Research* 23: 2301-2230.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2018. Estadísticas agrícolas de las unidades de riego año agrícola 2016–2017. Subdirección General de Infraestructura Hidroagrícola. Ciudad de México, México. 925 p. (Consultado 15/05/2020). Disponible en: <https://files.conagua.gob.mx/conagua/publicaciones/Publicaciones/SGIH-3-18.pdf>.
- Dahlin, A.S.A. Ramezani, C.D. Campbell, S. Hillier y I. Osborn. 2015. Waste recovered by-products can increase growth of grass-clover mixtures in low fertility soils and alter botanical and mineral nutrient composition. *Annals of Applied Biology* 166: 105-117.
- Demanet, F.R. 2012. Pastizales en el Sur De Chile. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Material de consulta de Universidad de La Frontera. La Frontera Chile 111 p. (Consultado 15/05/2020). Disponible en: http://praderasypasturas.com/rolando/04.-Publicaciones/01.-Publicaciones_Docentes/2002_Pastizales_en_el_Sur_de_Chile.pdf.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2020. Cultivos y productos forrajeros. Food and Agriculture Organization. Roma, Italia. (Consultado 15/05/2020). Disponible en: <http://www.fao.org/WAICENT/faoinfo/economic/faodef/FAODEFS/H190F.HTM>.
- Fideicomiso de Riesgo Compartido. 2017. Fortalecimiento productivo para la producción de forrajes. Fideicomiso de Riesgo Compartido. Ciudad de México, México (Consultado 15/05/2020). Disponible en: <https://www.gob.mx/firco/es/articulos/fortalecimiento-productivo-para-la-produccion-de-forrajes?idiom=es>.
- Förster, L., J. Grant, T. Michel, C. Ng y S. Barth. 2018. Growth under cold conditions in a wide perennial ryegrass panel is under tight physiological control. *Peer J* 6: 1-13.
- Garg, R.N., H. Pathak, D.K. Das y R.K. Tomar. 2005. Use of flyash and biogas slurry for improving wheat yield and physical properties of soil. *Environmental Monitoring and Assessment* 107: 1-9.
- Głowacka, A., B. Szostak y R. Klebaniuk. 2020. Effect of biogas digestate and mineral fertilisation on the soil properties and yield and nutritional value of switchgrass forage. *Agronomy* 10: 1-22.
- Martínez-Méndez, D., J.F. Enríquez-Quiroz, V.A. Esqueda-Esquivel y E. Ortega-Jiménez. 2020. Recambio de tejido de hojas en *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 24: 47-58.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 2020. Forrajes. Agricultura. Producciones agrícolas. Cultivos herbáceos e industriales. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España (Consultado 15/05/2020). Disponible en: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/producciones-agricolas/cultivos-herbaceos/forrajes/>.
- Montalvo-Aguilar, K.H., R. Castro-Rivera, M.M. Solís-Oba, G.A. Aguilar-Benítez, L.J. García-Barrera y A. Hernández-Garay. 2018. Efecto de la Frecuencia de Defoliación y la Fertilización con Digestato en los Componentes del Rendimiento de Ballico Perenne (*Lolium perenne* L.). *Agroproductividad* 11: 1-9.

- Oliva, G.E. 2016. Pastizales naturales: una perspectiva global. VII Congreso Nacional de Manejo de Pastizales Naturales X Encuentro de Ganaderos del Pastizal del Cono Sur. Corrientes, Argentina pp. 14-17.
- Pawlett, M., A. Owen y M. Tibbett. 2018. Amenity grassland quality following anaerobic digestate application. *Grassland Science* 64: 185-189.
- Pérez, A.J.A., M. E. García, Q.J.F. Enríquez, C.A.R. Quero, J. Pérez y G.A. Hernández. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hojas de pasto 'mulato' (*Brachiaria* híbrido, cv.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 42: 447-458.
- Ramírez-Reynoso., O., A. Hernández-Garay, S. Carneiro-Da Silva, J. Pérez, S. Jacaúna de Souza Júnior, R. Castro-Rivera y J.F. Enríquez-Quiroz. 2010. Características Morfogénicas y su Influencia en el Rendimiento del Pasto Mombaza, Cosechado a Diferentes Intervalos De Corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12: 303-311.
- Sanghera, G.S., S.H. Wani, W. Hussain y N.B. Singh. 2011. Engineering Cold Stress Tolerance in Crop Plants. *Current Genomics* 12: 30-43.
- Terhoeven-Urselmans, T., E. Scheller, M. Raubuch, B. Ludwig y R.G. Joergensen. 2009. CO₂ evolution and N mineralization after biogas slurry application in the field and its yield effects on spring barley. *Applied Soil Ecology* 42: 297-302.
- Torres-Moya, E., D. Ariza-Suárez, C.D. Baena-Aristizabal, S. Cortés-Gómez, L. Becerra-Mutis y C.A. Riaño-Hernández. 2016. Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*). *Pastos y Forrajes* 39: 102-110.
- Velasco-Zebadúa, M.E., A. Hernández-Garay, V.A. González-Hernández. J. Pérez-Pérez, H. Vaquera-Huerta y A. Galvis-Spinola. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto ovinillo (*Dactylis Glomerata* L.). *Técnica Pecuaria en México* 39: 1-14.
- Velasco-Zebadúa, M. E., A. Hernández-Garay y V.A. González-Hernández. 2005. Cambios en componentes del rendimiento de una pradera se ballico perenne (*Lolium perenne*), en respuesta a la frecuencia de corte. *Revista Fitotecnia Mexicana* 30: 79-87.
- Walsh, J.J., D. L. Jones, G. Edwards-Jones y A.P. Williams. 2012. Replacing inorganic fertilizer with anaerobic digestate may maintain agricultural productivity at less environmental cost. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 175: 840-845.
- Walsh, J.J., D.L. Jones, D. R. Chadwick y A.P. Williams. 2018. Repeated application of anaerobic digestate, undigested cattle slurry and inorganic fertilizer N: Impacts on pasture yield and quality. *Grass and Forage Science*. 73: 758-763.