

## 5 INFLUENCIA DE LA DOSIS Y MOMENTO DE APLICACIÓN DEL FERTILIZANTE MEZCLA ESPECIAL M4 EN EL CULTIVO DE MARALFALFA (*PENNISETUM SPP.*)

### INFLUENCE OF THE DOSE AND MOMENT OF APPLICATION OF THE SPECIAL MIX FERTILIZER M4 IN THE CROP OF MARALFALFA (*PENNISETUM SPP.*)

Camilo Alejandro Pineda-Soto<sup>1</sup>, Julio Amilcar Pineda-Insuasti<sup>2</sup>, Melissa Anahí Solarte Cazar<sup>2</sup>

<sup>1</sup> BIOECOLOGICOS. [www.bioecologicos.com](http://www.bioecologicos.com), Ibarra, Ecuador.

<sup>2</sup> Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente (CEBA), Ibarra. Ecuador

Correo de contacto: [camilopinedasoto@hotmail.com](mailto:camilopinedasoto@hotmail.com)

Recibido: 14/02/21

Aceptado: 19/02/21

#### RESUMEN

Se identifica la necesidad de comprobar que la máxima eficiencia del Fertilizante Mezcla Especial se logra cuando se utiliza una dosis de 1000 ml/ha, como máximo. Se estudió el cultivo del pasto proteico maralfalfa, aplicando un diseño experimental factorial 2<sup>2</sup>. Los factores estudiados fueron la dosis del FME-M4 y el momento de aplicación. Se demostró con un 95 % de confiabilidad que *no existe una de diferencia significativa entre los factores estudiados y se logró una máxima eficiencia de crecimiento del cultivo de 70 cm, cuando se trabajó con 1000 ml FME-M4/ha a los 10 días de aplicación luego de la siembra*. Los resultados logrados representan un aporte tecnológico para el desarrollo de la Bioagricultura del país.

**Palabras claves:** maralfalfa, FME-M4, fibra de coco, dosis y momento de aplicación.

#### INTRODUCCIÓN

La ganadería tiene una gran importancia en América Latina y el Caribe al ser una fuente de alimentos básicos que contribuye a la seguridad alimentaria y a la economía de la población. El sector pecuario en América Latina y el Caribe según la FAO contribuye con el 46 % del Producto Interno Bruto Agrícola y ha crecido a una tasa anual del 3,7. La ganadería ha tenido un enorme crecimiento,

#### ABSTRACT

The need to verify that the maximum efficiency of the Special Mixture Fertilizer is achieved when using a maximum dose of 1000 ml/ha is identified. The cultivation of maralfalfa protein grass was studied, applying a 2<sup>2</sup> factorial experimental design. The factors studied were the dose of FME-M4 and the time of application. It was shown with 95% reliability that there is no significant difference between the factors studied and a maximum growth efficiency of the crop of 70 cm was achieved when working with 1000 ml FME-M4/ha at 10 days of application. after planting. The results achieved represent a technological contribution for the development of Bioagriculture in the country.

**Keywords:** maralfalfa, FME-M4, coconut fiber, dose, and time of application.

debido al incremento de la demanda mundial por productos de origen animal (FAO, 2022).

En el Ecuador desde el año 2005 se ha introducido una nueva especie forrajera denominada pasto maralfalfa (*Pennisetum spp.*) como una alternativa a la alimentación ganadera. El pasto maralfalfa es una gramínea perenne, presenta una alta productividad. Puede establecerse en suelos de media a alta

fertilidad, también, puede desarrollarse en alturas de 0 – 2600 m.s.n.m, a temperaturas de 13 a 27°C y es moderadamente tolerante a la sombra. Esta especie forrajera es atacada por pudrición de raíces y mancha foliar (*Cylindrocladium* sp) (Martínez F, 2019).

El pasto maralfalfa ha sido introducido por los productores en numerosos países de Latinoamérica (Colombia, Brasil y Venezuela, entre otros) debido a su potencial como forraje para rumiantes (Correa, 2006; Moreno and Molina, 2007). Siendo este cultivo de gran interés para la industria ganadera.

En la actualidad se conoce el gran aumento de la utilización de herbicidas y plaguicidas esto ha llegado a ser un problema para el medio ambiente. Afecta a la salud humana, del suelo y de la planta. Los herbicidas provocan la eutrofización, toxicidad de las aguas, degradan el suelo. Alteran el equilibrio del ecosistema (Belitama, 2022).

Por otro lado, se ha registrado que el uso de plaguicidas puede estar relacionado con diversas enfermedades como leucemia, cáncer, problemas cognitivos y neuropsicológicos, entre otras. También, depende del tiempo y cantidad a la que ha sido expuesta el humano o el animal (Gonzales, 2019).

Los agricultores aplican los pesticidas con necesidad de proteger a sus cultivos, algunos sin protección y sin respetar las medidas establecidas, aumentando la dosis para la plaga, sin tomar en cuenta la cantidad de contaminación que se ha aplicado (Castillo, et al., 2020).

La alternativa para el uso de agroquímicos, son los productos orgánicos. Estos productos tienen algunas ventajas en general que son: recuperan el equilibrio del suelo, permiten la fijación del carbono en el suelo, se necesita menos energía en su producción. Además, si el agricultor esta expuesto a esta clase de

productos es menos probable que tenga afecciones a su salud, también, se ha visto que al usar productos orgánicos el cultivo puede tener un mejor rendimiento dependiendo el fertilizante escogido (Mosquera, 2010).

El Fertilizante Mezcla Especial M4 es un fertilizante orgánico que está compuesto por materia orgánica minerales y metabolitos. Este fertilizante tiene la capacidad de mejorar la absorción de nutrientes en la planta, mejora la textura y estructura del suelo, mejora la permeabilidad del suelo, disminuye la erosión del suelo y aumenta la retención del agua en el suelo. Además, permite reducir los cambios del pH y aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo. También, favorece la aireación y oxigenación del suelo permitiendo una mayor actividad radicular y la actividad de microorganismos aerobios.

Todas estas características expuestas tienen como efecto la reducción del ciclo de cultivo, ayuda a compensar los efectos negativo producidos por sequias, aumento de humedad, temperaturas variables, fitotoxicidad, disminución del uso de plaguicidas y herbicidas, acelera el proceso de compostaje, estimula el desarrollo de raíces, tallos y hojas. El fertilizante se puede aplicar en cualquier tipo de cultivo.

Este fertilizante al tener varias características favorables es necesario entender cuál es la dosis que muestre la mayor eficiencia para un cultivo como la maralfalfa. Al ser un cultivo relativamente nuevo es necesario aprovechar al máximo los recursos y al utilizar un fertilizante orgánico se necesita comprobar la dosis adecuada.

El objetivo de este estudio es determinar la influencia de la dosis del Fertilizante Mezcla Especial (FME-M4) y el momento de aplicación, en el cultivo de la maralfalfa, mediante análisis de procesos de bioagricultura, que permitan el máximo

aprovechamiento de las materias primas e insumos.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

Se investigó a escala laboratorio la eficiencia del Fertilizante Mezcla Especial en el cultivo de maralfalfa (*Pennisetum spp.*). El trabajo experimental se realizó en el cultivo de plantas proteicas del Centro Ecuatoriano de Biotecnología del Ambiente (CEBA), localizada en la ciudad de Ibarra, a 2200 msnm y con una temperatura promedio de 18 °C.

**Material genético, sustrato e insumos**

Como material genético se utilizó estacas de maralfalfa del cultivo experimental de CEBA. El insumo agrícola utilizado fue el Fertilizante Mezcla Especial (FME-M4) (CÓDIGO SERCOP: SIE-CEBA-001-21). En la figura 1 se muestran los materiales utilizados. Como sustrato para plantas se utilizó fibra de coco para uso agrícola y forestal de la marca GOLDEN MIX. En la tabla 1, se presenta la descripción promedio del producto de fibra de coco.

**Tabla 1. Descripción del sustrato**

Densidad	Materia Orgánica	Porosidad Total	Capacidad de Aireación (10 cm)	Capacidad Retención Agua	Rendimiento Efectivo Sustrato
89Kg/m3	98 %	94 %	35 %	408 ml/L	240 litros



a) Material genético de maralfalfa



c) Fertilizante Mezcla Especial (FME-M4).



b) Sustrato fibra de coco

**Figura 1. a) Material genético, b) FME-M4 y c) sustrato fibra de coco.**

**Diseño experimental y análisis estadístico**

Se estableció como unidad experimental una bolsa plástica de color negro de 7 x 23 pulgadas para la siembra de las plantas, como factores de estudio se definió la dosis de FME-

M4 y el momento de aplicación. Se utilizó el software STATGRAPHICS Centurion XVI para el análisis estadístico.

**Parámetros de operación:** Como parámetros de operación se estableció el número de plantas por hectárea en 62500,0 el tiempo de medición del crecimiento de la planta en 45 días, altura sobre el nivel del mar en 2200 msnm, como sustrato de crecimiento la fibra de coco y la bolsa de siembra de 500 g de sustrato.

**Factores de ruido:** Se identificaron los factores de ruido como la temperatura ambiente, humedad relativa y el clima.

**Diseño experimental**

Se ha creado un diseño experimental factorial multinivel 2<sup>2</sup> que consiste en 12 corridas. El diseño deberá ser ejecutado en 3 bloques. El orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado. Esto aportará protección contra el efecto de variables ocultas.

**Diseño Base**

- Número de factores experimentales: 2
- Número de bloques: 3
- Número de respuestas: 1
- Número de corridas: 12
- Grados de libertad para el error: 6
- Aleatorizar: Sí

<i>Factores de estudio</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>	<i>Niveles</i>	<i>Unidades</i>
Dosis FME M4	1000,0	1500,0	2	(ml/ha)
Momento aplicación	10,0	30,0	2	(Días)

<i>Variable de Respuesta</i>	<i>Unidades</i>
Altura de crecimiento	(cm)

**Procedimiento experimental**

Se procede con el llenado y pesaje de la bolsa de cultivo con 500 g de sustrato de fibra de

coco, luego se realiza la siembra de la estaca del maralfalfa vertical ligeramente inclinada y se riega con agua natural procedente de vertiente, se deja en una gaveta de plástico para su crecimiento y posterior evaluación. Se prepara por separado dos soluciones de FME-M4 en 100 ml de agua la una con 1000 ml/ha (0,016 ml por planta) y otra con 1500 ml/ha (0,024 ml/planta), que se utiliza para nutrir cada una de las plantas del experimento. En la figura 2, se observa el procedimiento experimental.



Figura 2. Procedimiento experimental

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la figura 3, se presenta las muestras de maralfalfa estudiadas. En la Tabla 2, se

presenta la matriz de resultados experimentales, como se observa se logra una altura máxima de 70 cm, cuando se trabaja con momento de aplicación 10 días y dosis de 1000 ml FME-M4/ha.



Figura 3. Resultados del crecimiento del cultivo

Tabla 2. Matriz de resultados experimentales

Blo que	Dosis FME M4 (ml/Ha)	Momento Aplicación (Días)	Altura De Crecimiento (Cm)
1	1500	10	69
1	1000	30	68
1	1000	10	70
1	1500	30	69

2	1000	10	70
2	1500	30	69
2	1500	10	69
2	1000	30	70
3	1000	30	69
3	1500	10	69
3	1500	30	68
3	1000	10	70

En la tabla 3, se presenta el análisis de varianza para la altura de crecimiento del pasto proteico maralfalfa.

La tabla ANOVA particiona la variabilidad de Altura de crecimiento en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 0 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

Tabla 3. Análisis de Varianza para altura de crecimiento

Fuente	Suma de Cuadrados	de Gl	Cuadrado Medio	Razón- F	Valor- P
A: dosis FME M4	1,33333	1	1,33333	4,00	0,0924
B: momento aplicación	1,33333	1	1,33333	4,00	0,0924
AB bloques	0,333333	1	0,333333	1,00	0,3559
Error total	0,666667	2	0,333333	1,00	0,4219
Total (corr.)	2,0	6	0,333333		
	5,66667	11			

Tabla 4. Coeficiente de regresión para altura de crecimiento

Coefficiente	Estimado
constante	73,1667
A: Dosis FME M4	-0,00266667
B: Momento aplicación	-0,116667
AB	0,0000666667

La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Altura de crecimiento} = 73,1667 - 0,00266667 \cdot \text{DOSIS FME M4} - 0,116667 \cdot \text{MOMENTO APLICACIÓN} + 0,0000666667 \cdot \text{DOSIS FME M4} \cdot \text{MOMENTO APLICACIÓN}$$

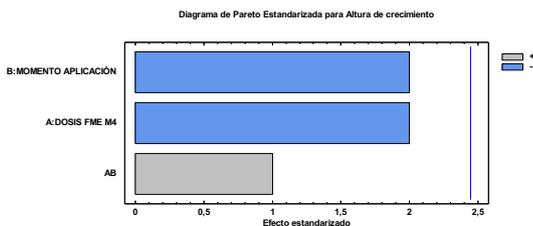
**Optimizar Respuesta**

Meta: maximizar altura de crecimiento  
 En la tabla 5, se muestra la combinación de los niveles de los factores, la cual maximiza altura de crecimiento sobre la región indicada. Valor óptimo = 70,0

**Tabla 5. Optimización**

Factor	Bajo	Alto	Óptimo
Dosis FME M4	1000,0	1500,0	1000,0
Momento aplicación	10,0	30,0	10,0

En la figura 4, se presenta el Diagrama de Pareto estandarizado para altura de crecimiento, lo cual corrobora que no existe diferencia significativa entre los factores estudiados.



**Figura 4. Diagrama de Pareto Estandarizado para altura de crecimiento.**

**CONCLUSIONES**

No existe diferencia significativa en los factores estudiados, momento de aplicación y dosis de FME-M4 en el crecimiento de la maralfalfa en sustrato fibra de coco, la máxima eficiencia con una altura de 70 cm se logra cuando se trabaja con momento de aplicación 10 días y dosis de 1000 ml FME-M4/ha.

**AGRADECIMIENTO**

Los autores expresan su agradecimiento al Centro Ecuatoriano de Biotecnología y Ambiente por la cooperación en la realización de la investigación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Belitama Montero, F. B. (2022). *Los plaguicidas y su impacto en el medio ambiente* (Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB, 2022)
2. Castillo, B., Ruiz, ;., Manrique, ;., & Pozo, C. (2020). *Contaminación por plaguicidas agrícolas en los campos de cultivos en Cañete (Perú)* Contamination by agricultural pesticides in crop fields in Cañete. Revistaespacios.com. Recuperado el 27 de julio de 2022, de <https://www.revistaespacios.com/a20v41n10/a20v41n10p11.pdf>
3. Calle, F. (2009). *Adaptación y producción del pasto Maralfalfa (Pennicetum violaceum) en la zona de Jadan 2600msnm*. Edu.ec. <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/435/1/07522.pdf>
4. Correa, H. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (Pennisetum sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. 18(6):2006. (En línea). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd18/6/corr18084.htm>
5. González Ulibarry, P. (2019). *Efecto de los plaguicidas sobre la salud humana Exposición e impactos Autor*. Bcn.cl. Recuperado el 27 de julio de 2022, de [https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26823/2/Efecto\\_de\\_los\\_plaguicidas\\_en\\_la\\_Salud.pdf](https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/26823/2/Efecto_de_los_plaguicidas_en_la_Salud.pdf)
6. Moreno, F. y D. Molina. 2007. Buenas practicas agropecuarias en la producción de ganado de doble propósito bajo confinamiento con caña panelera como parte de la dieta. MANA-FAO. Impresión CTP Print Ltda. Colombia. 139 p.
7. Mosquera, B. (2010, septiembre). *ABONOS ORGANICOS PROTEGEN EL SUELO Y GARANTIZAN ALIMENTACIÓN SANA*. Org.ec. [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)
8. *Producción pecuaria en América Latina y el Caribe*. (s/f). Fao.org. Recuperado el 5 de julio de 2022, de <https://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>