

# **Efecto de Diferentes Dosis de Humus, Fitohormonas y Tiempos de Aplicación en la Producción Primaria del Pasto *Arrhenatherum elatius***

***Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco,***  
***Miguel Angel Gualpa Calva,***

Docentes Investigadores, Facultad de Recursos Naturales,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

***Lisseth Paola Ortiz Cruz,***

Consultora Independiente, Ecuador

Doi: 10.19044/esj.2019.v15n15p309 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n15p309](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n15p309)

---

## **Resumen**

La necesidad de brindar una alternativa como fuente de alimento para el ganado impulso evaluar el efecto diferentes dosis de humus, fitohormonas y tiempos de aplicación, en la producción forrajera del pasto *Arrhenatherum elatius* cultivo ya establecido en condiciones edafoclimáticas del sector de Licto, donde se implementó la presente investigación mediante 18 tratamientos, con 3 repeticiones, utilizando un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial: 3x3x2. Las variables analizadas fueron la altura de planta, cobertura basal, cobertura aérea, el tiempo de ocurrencia de la prefloración, la producción de materia verde y seca. Según los resultados, las seis variables evaluadas, no mostraron diferencias estadísticas en respuesta al efecto independiente debido a la aplicación de 4, 5, y 6 t·ha<sup>-1</sup> de humus y de 250 cc·ha<sup>-1</sup> de giberelinas, citoquininas y etileno respectivamente. En cambio la frecuencia de aplicación, mostró un comportamiento significativo, para las variables; altura de planta, cobertura aérea, el tiempo de ocurrencia de la prefloración y producción de materia verde a los 7 días. Finalmente, la interacción entre los factores estudiados en esta investigación, mostró diferencias estadísticas con 9 días de anticipación en la ocurrencia de la fase de prefloración al aplicar 4 t·ha<sup>-1</sup> de humus más 250 cc·ha<sup>-1</sup> de etileno a los 7 días del corte de igualación (H4-E-7), en relación a los 52 días del tratamiento (H5-E-14), al colocar 5 t·ha<sup>-1</sup> de humus más 250 cc·ha<sup>-1</sup> de etileno aplicados a los 14 días del corte de igualación.

---

**Palabras Claves:** Humus, fitohormonas, tiempos de aplicación, *Arrhenatherum elatius*

## **Efecto de Diferentes Dosis de Humus, Fitohormonas y Tiempos de Aplicación en la Producción Primaria del Pasto *Arrhenatherum elatius***

***Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco,***

***Miguel Angel Gualpa Calva,***

Docentes Investigadores, Facultad de Recursos Naturales,  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

***Lisseth Paola Ortiz Cruz,***

Consultora Independiente, Ecuador

---

### **Abstract**

There is the need to provide an alternative source of food for cattle impulse to evaluate the effect of different doses of humus, phytohormones, and application times in the forage production of the *Arrhenatherum elatius* pasture. This has already been established in edaphoclimatic conditions of the Licto sector. However, it was implemented through 18 treatments, with 3 repetitions, using a completely random block design with a factorial arrangement (3x3x2). The variables analyzed were the plant height, basal cover, aerial cover, the time of occurrence of pre-flowering, and the production of green and dry matter. According to the results, the six evaluated variables did not show statistical differences in response to the independent effect due to the application of 4, 5, and 6 t • ha<sup>-1</sup> of humus and 250 cc • ha<sup>-1</sup> of gibberellins, cytokinins and ethylene respectively. On the other hand, the frequency of application showed a significant behavior for the variables; plant height, air cover, the time of occurrence of preflowering, and the production of green matter in 7 days. Finally, the interaction between the factors studied in this investigation showed statistical differences with 9 days of anticipation in the occurrence of the prefloración phase when applying 4 t • ha<sup>-1</sup> of humus plus 250 cc • ha<sup>-1</sup> of ethylene at 7 days of the equalization cut (H4-E-7). Thus, this is in relation to the 52 days of the treatment (H5-E-14), when placing 5 t • ha<sup>-1</sup> of humus plus 250 cc • ha<sup>-1</sup> of ethylene applied to the 14 days of the equalization cut.

---

**Keywords:** Humus, phytohormones, application times, *Arrhenatherum elatius*

## Introduction

En Ecuador el sector ganadero cuenta con excelentes condiciones agroecológicas para el establecimiento y manejo de un gran número de gramíneas, leguminosas y otras especies forrajeras; sin embargo, de las especies forrajeras utilizadas, aún se requiere intensificar su manejo y de otras se dispone poca información sobre su potencial forrajero y en el caso de ciertas nativas de gran potencial que no han sido, evaluadas, ni adaptadas a las condiciones de los sistemas de producción pecuarios de cada sitio (Toral, 2002). Dentro de los factores que inciden en la productividad ganadera, está relacionada al tipo de alimento con que cuenta el productor en cantidades suficientes por unidad animal y de buena calidad, poco a poco han ido perdiendo su calidad nutritiva debido al deterioro de las características físicas y nutricionales de los suelos, el esquema de manejo de sus sistemas de producción, influyen en la rentabilidad de productos como la carne, la leche entre otros (Cardenas y Garzón, 2011).

Si bien es cierto que los sistemas de producción, por las características de las zonas agroecológicas, se desarrollan sin mayores inversiones, estos necesitan ser potencializados a través del uso adecuado de los recursos, especialmente el suelo, agua, y fertilización de manera que se asegure la provisión de alimento para el ganado. (Requelme y Bonifaz. 2012). En tal sentido los sistemas de producción agropecuarios deben tener un adecuado manejo de sus sistemas de crianza, donde deben cubrir las necesidades requeridas por el animal como agua, alimento, sanidad, entre otros, que garantice el óptimo desarrollo y por ende una calidad de carne que cubra las expectativas del consumidor. La necesidad de satisfacer la demanda de un producto obtenido en base a una alimentación con pastos de alto contenido en nutrientes, al punto que representa el 80% del rendimiento de la producción, lo restante es el valor genético del animal con un 15% y un 5% la sanidad (Tierra, 2009).

*Arrhenatherum elatius*, es una especie forrajera promisoría, poco conocida, aparentemente sin importancia, porque ignoran las bondades nutricionales que posee, que puede ser una alternativa como fuente de alimento para el ganado a fin romper la dependencia del material genético importado al utilizar pastos como; *Pennisetum purpureum*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*, entre otros (Chavarrea, 2004; Quero, Enríquez, y Miranda, 2007).

Hay que tener en cuenta que los forrajes pueden contener hasta un 90% de fibra, según la madurez, las leguminosas pueden tener de 15 a 23% de proteína cruda y las gramíneas de 8 a 18% de acuerdo a Sánchez (2004), con ello se puede evidenciar como una buena opción para la ganadería en sí. Además los suelos son el medio fundamental e imprescindible de la producción agropecuaria, al suministrar agua y nutrientes a la planta, factores

que influyen en el crecimiento y desarrollo de las mismas por consiguiente, la magnitud de la cosecha (Gonzales y Soto, 2005).

Por otro lado, se está impulsando el desarrollo de nuevas técnicas para la producción de pastos donde los productos orgánicos como el humus se ha ido abriendo paso en los últimos años, ya que disminuyen la contaminación ambiental y ayudan a reutilizar algunos desechos de otras producciones o explotaciones agropecuarias, por tanto es necesario cubrir un déficit en la baja producción de pasto y ayudarle al suelo a mejorar las características físico-químicas. Mediante la intensificación de los sistemas de producción animal basados en pasturas con el uso de cultivares de gramíneas y leguminosas de alta productividad, con niveles adecuados de calidad nutritiva (Pezo, 2018)

Lo anterior amerita la búsqueda de alternativas alimenticias que ayuden a mejorar esta situación. Estas opciones deben sustentarse en el uso de pastos y forrajes promisorios, que tengan una buena producción de biomasa, elevado valor nutricional, amplio rango de adaptación y buena palatabilidad, promoviendo de esta manera eficacia y rentabilidad para los ganaderos (Benitez, *et al.*, 2017). Adicionalmente, es importante tomar en cuenta la integralidad entre el animal, el clima y el suelo, lo que permitirá al sistema mantenerse en el tiempo. Por tales razones el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto diferentes dosis de humus, fitohormonas y tiempos de aplicación, en la producción forrajera del pasto *Arrhenatherum elatius* con el propósito de estimular el avance y la difusión del conocimiento sobre esta especie forrajera (Benitez, Silva y Sánchez, 2015).

## Metodología

La presente investigación se desarrolló en la Estación Experimental “Tunshi”, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, localizada en el Km. 12, vía Riobamba – Licto, provincia de Chimborazo. Se encuentra ubicada a 01° 42’ Sur y 78° 53’ Oeste, a una altitud de 2735 msnm, siendo la precipitación media anual de 558,6. mm, su temperatura promedio es de 13,10 °C y una humedad relativa media de 66,25%. Datos de la Estación Meteorológica ESPOCH, 2014. El predio se categoriza dentro de la formación: estepa espinosa Montano Bajo (Sierra *et al.*, 2012).

Las características del suelo fueron: una textura franco arenosa con un pH 6,3; parámetros determinados en el laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales-ESPOCH.

Los factores y niveles estudiados fueron: factor A: Humus (4, 5, y 6 t·ha<sup>-1</sup>) factor B: Fitohormonas (250 cc·ha<sup>-1</sup> de giberelinas, citoquininas y etileno) Factor C: Tiempos de aplicación (7 y 14 días). Mediante la combinación de los factores, se estableció 18 tratamientos, que fueron distribuidos al azar (3 niveles de humus x 3 niveles de fitohormonas x 2 tiempos de aplicación) con tres repeticiones, dando un total de 54 unidades

experimentales, la superficie de cada unidad experimental fue de 12 m<sup>2</sup> (4m x 3 m), se aplicó un diseño de bloques completamente al azar con arreglo factorial (3 x 3 x 2). Las variables estudiadas fueron: Altura de la planta, cobertura basal y cobertura área en la prefloración, tiempo de ocurrencia de la prefloración, producción de forraje en materia verde y seca en la prefloración.

La investigación se efectuó en un cultivar establecido de 3 años de edad, para ello se procedió de la siguiente manera: Se realizó un deshierbe y posteriormente un corte de igualación, después de ello se tomó una muestra del suelo con un barreno a una profundidad de 20 cm para su análisis en laboratorio de suelos, tanto al inicio del ensayo como al final del mismo, luego se formó cuadrantes de 12 m<sup>2</sup> para cada tratamiento con estacas y piola, dejando 1m de camino entre bloques.

A los 7 días del corte de igualación se efectuó la aplicación de humus y fitohormonas según los tratamientos. El humus se aplicó al suelo (base del tallo del pasto), y las fitohormonas por medio de una bomba de mochila a nivel foliar.

Como parte del manejo de la investigación se realizó el control de malezas según la incidencia de las mismas y el riego de acuerdo a las condiciones climáticas imperantes en la zona, finalmente los datos se tomaron al momento de la prefloración.

Para las variables consideradas en el estudio se aplicó un análisis de varianza, y la prueba de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), de acuerdo a lo planteado por Wong (2010).

## **Resultados y Discusión**

### **Efecto del humus**

Según la tabla I, para la altura de la planta en el momento de la prefloración no reportó diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ) por efecto de la aplicación de diferentes niveles de humus, pero si existieron diferencias numéricas, al aplicar 4 t·ha<sup>-1</sup> se obtuvo una altura de 57,33 cm, a diferencia de las aplicaciones de 5 y 6 t·ha<sup>-1</sup>, que reportaron valores inferiores, dicha predominancia en altura de planta es ligeramente mayor al obtenido por Gaibor (2008), quien al utilizar 5 t·ha<sup>-1</sup> de humus a una altitud de 2750 msnm y con similares condiciones climáticas, registró una altura de planta de 56,72 cm, por tanto el humus aportado al suelo mejora las características físico – químicas y al mismo tiempo dota de nutrientes a las plantas mejorando la elongación de los tejidos.

Para el porcentaje de cobertura basal (Tabla I), reportó que al aplicar 5 t·ha<sup>-1</sup> se obtuvo un 53,33% de cobertura y al añadir 4 y 6 t·ha<sup>-1</sup>, se alcanzó el 53,22 y 52,67% respectivamente, superando a los valores reportados por Guevara (2011) quien al aplicar humus líquido (200 l·ha<sup>-1</sup>) más la adición de

microelementos, obtuvo 26,3% de cobertura, con ello se demuestra el efecto del humus aplicado en la zona basal de la planta, al promover el desarrollo radicular y por ende se incrementa el espacio de la planta en el suelo (Baños, 2008).

**Tabla I.** Evaluación del valor forrajero del *Arrhenatherum elatius* por efecto de diferentes dosis de humus

Variables	Niveles de Humus			E.E.	Prob.
	4t·ha <sup>-1</sup>	5 t·ha <sup>-1</sup>	6 t·ha <sup>-1</sup>		
Altura de la planta (cm)	57,33 a	55,98 a	55,79 a	0,97	0,480
Cobertura basal (%)	53,22 a	53,33 a	52,67 a	1,17	0,911
Cobertura aérea (%)	95,69 a	95,14 a	95,86 a	0,90	0,841
Tiempo de ocurrencia de la prefloración	47,11 a	47,72 a	48,50 a	0,46	0,120
Producción de materia verde (t·ha <sup>-1</sup> ·corte <sup>-1</sup> )	7,64 a	7,21 a	7,34 a	0,19	0,252
Producción de materia seca (t·ha <sup>-1</sup> ·corte <sup>-1</sup> )	2,34 a	2,24 a	2,17 a	0,06	0,91

EE: Error Estándar, Prob: Probabilidad

ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente (Tukey,  $p > 0.05$ )

La mayor cobertura aérea por efecto de aplicación de distintas dosis de humus, fue al aplicar 6 t·ha<sup>-1</sup> con 95,86 % como lo muestra la tabla I, a diferencia de los valores reportados al aplicar 4 y 5 t·ha<sup>-1</sup>, con resultados de 95,69 % y 95,14% respectivamente. Estos valores resultaron superiores a los indicados por Chalan (2009), quien al aplicar 4 y 6 t·ha<sup>-1</sup> de Bokashi, reportó el 92,97 % y 85,69%, esto nos indica que al aplicar humus, produce activadores de crecimiento que las plantas pueden absorber y favorecer a su desarrollo generando el apareamiento de brotes nuevos.

El tiempo de ocurrencia de la prefloración del pasto *Arrhenatherum elatius* fue entre los 47,1 y 48,5 días, sin existir diferencias estadísticas entre estos valores (Tabla I) lo que determina que los niveles de humus no afectan al desarrollo de las plantas, aunque numéricamente se registró el menor tiempo de ocurrencia al emplear 4 t·ha<sup>-1</sup>, esto a su vez es ratificado por López (2007) quien sostiene que la cantidad de humus aplicado al suelo y a la base del pasto, no afecta el tiempo de recuperación y desarrollo de las plantas después del corte de igualación (Campagnoni, 2018).

Al evaluar la producción de forraje verde (Tabla I) no presentaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ), de forma numérica, se destacó como la mayor producción al aplicar 4 t·ha<sup>-1</sup> con 7,64 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup>, mientras que al aplicar 5 y 6 t·ha<sup>-1</sup>, reportaron valores de 7,21 y 7,34 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup> respectivamente. Son valores inferiores a los registrados por (Benítez, 2010) mediante el uso de un fertilizante foliar orgánico estimó 8,01 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup>, hay que tener en cuenta que el humus a más de mejorar la calidad de muchos suelos agrícolas o degradados, posee un elevado contenido de aminoácidos libres, lo cual es un activador del desarrollo vegetativo.

La mayor producción de materia seca fue al aplicar 4 t·ha<sup>-1</sup> de humus con 2,3 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup>, mientras que al aplicar 5 y 6 t·ha<sup>-1</sup> de humus se obtuvo 2,24 y 2,27 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup> respectivamente, estos valores a su vez son mayores a los obtenidos por (Cayambe, 2013) quien al aplicar 5 t·ha<sup>-1</sup> de bokashi obtuvo una producción de forraje en materia seca de 2.1 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup>·año<sup>-1</sup>. De forma general la cantidad de agua disponible también es un factor que reduce o modifica la absorción de nutrientes, y puede inhibir el efecto de la fertilización (Heinemann *et al.*, 2005).

### Efecto de las fitohormonas

La tabla II, nos indica que al aplicar etileno al pasto *Arrhenatherum elatius* en dosis de 250 cc·ha<sup>-1</sup> se obtuvo una altura de 56,52 cm, mientras que al emplear giberelinas y citoquininas en la misma dosis obtuvo 56,42 cm y 56,16 cm respectivamente, estos datos son superiores a los reportados por (Zambrano, 2014) quien al aplicar 250 cc·ha<sup>-1</sup> de etileno reportó una altura de 50,46 cm después del corte de igualación.

Para la cobertura basal en la época de prefloración (Tabla II), se obtuvo 53,49 % al aplicar 250 cc·ha<sup>-1</sup> de citoquininas, mientras que al aplicar giberelinas y etileno con las mismas dosis se obtuvieron coberturas de 52,89 y 52,85 % respectivamente, esto se debe a que esta fitohormona promueve el crecimiento de tejidos meristemáticos, en los ápices radiculares, por tanto amplían el área basal de la planta (Srivastava, 2002).

Al analizar la cobertura aérea en la prefloración el valor más alto se obtuvo al aplicar 250 cc·ha<sup>-1</sup> de citoquininas con 96,53% (Tabla II), a diferencia de la aplicación de giberelinas y etileno que en las mismas dosis reportó una cobertura del 94,68 y 95,45 % respectivamente. Estos valores son inferiores a los registrados por (Lucio, 2014) quien al aplicar 250 cc·ha<sup>-1</sup> de giberelinas obtuvo una cobertura de 96,81%.

**Tabla II:** Evaluación del valor forrajero del *Arrhenatherum elatius* por efecto de diferentes fitohormonas

Variables	Fitohormonas			E.E.	Prob.
	Giberelinas	Citoquininas	Etileno		
Altura de la planta(cm)	56,42 a	56,16 a	56,52 a	0,97	0,963
Cobertura basal (%)	52,89 a	53,49 a	52,85 a	1,17	0,911
Cobertura aérea (%)	94,68 a	96,53 a	95,49 a	0,90	0,358
Tiempo de ocurrencia de la prefloración	48,56 a	47,78 a	47,00 a	0,46	0,074
Producción de materia verde (t·ha <sup>-1</sup> ·corte <sup>-1</sup> )	7,67 a	7,28 a	7,23 a	0,19	0,202
Producción de materia seca (t·ha <sup>-1</sup> ·corte <sup>-1</sup> )	2,43 a	2,26 a	2,06 a	0,06	0,91

EE: Error Estándar, Prob: Probabilidad

ns: Promedios con letras iguales en la mismas fila no difieren estadísticamente según Tukey

El tiempo de ocurrencia de la prefloración del pasto fue entre los 47,00 y 48,56 días, sin existir diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ), como se muestra en la tabla II, sin embargo el menor tiempo de ocurrencia fue al aplicar 250 cc·ha<sup>-1</sup>

<sup>1</sup> de etileno, con 47 días, supera a los valores reportados por (Chavarrea, 2004), quien evaluó fitohormonas con diferentes dosis a distintas edades, registró un tiempo de 41 días para la prefloración. Esto indica que aplicar etileno, acelera la división celular lo que conlleva a que exista un crecimiento de todas las partes vegetativas de acuerdo a Lira (2007) el etileno puede inducir a la floración en pastos, además incentiva la formación de flores (Jordan, 2006).

Para el análisis de la producción de forraje verde, según la tabla II, sobresalió de forma numérica con el mayor rendimiento al aplicar 250 cc·ha<sup>-1</sup> de giberelinas con 7,67 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup> y a su vez difiere con los resultados obtenidos al aplicar citoquininas y etileno con 7,28 y 7,23 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup> respectivamente. Estos valores son superiores a los reportados por (Zambrano, 2014), al utilizar 250 cc·ha<sup>-1</sup> de etileno obtuvo 5,61 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup> con las mismas condiciones de sitio, lo que confirma que las giberelinas actúan como reguladores esenciales del desarrollo de las plantas.

La mayor producción de forraje verde en la época de prefloración se obtuvo al aplicar 250 t·ha<sup>-1</sup> de giberelinas con 2,43 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup> como muestra la tabla II, a diferencia de la aplicaciones de citoquininas y etileno en la misma dosis que obtuvieron 2,26 y 2,06 t·ha<sup>-1</sup>·corte<sup>-1</sup> respectivamente. Según (Suquilanda, 2012), las giberelinas alargan los tallos o ejes florales con lo cual impulsa al crecimiento de su área foliar por tanto influyen en la producción de forraje tanto en materia verde como en seca. Adicionalmente las giberelinas promueven el desarrollo súbito de inflorescencias y la floración en muchas plantas (Yu *et al.*, 2004). Aunque también inciden factores imperantes de clima y suelo, que influyen en el crecimiento y desarrollo de los pastizales.

### **Efecto de la época de aplicación**

Al aplicar las dosis a los 7 días del corte de igualación se obtuvo la mayor altura de planta, con 57,94 cm, mientras que a los 14 días presentó una altura de 54,79 cm (Tabla III), esto concuerda con lo antes mencionado donde al fertilizar con anticipación a un cultivo este tendrá mayor tiempo para poder absorber los nutrientes, y por ende solo es posible un máximo crecimiento de la planta con un adecuado abastecimiento de nutrientes y en la época correcta (Suquilanda, 2012).

La cobertura basal del pasto *Arrhenatherum elatius*, al ser evaluada no presento diferencias significativas, pero si la prevaencia numérica (Tabla III), al aplicar los fertilizantes a los 7 días, con 53,45 %, mientras que al aplicar a los 14 días se registró una cobertura de 52,69%, además la cobertura aérea en la prefloración (Tabla III) reportó diferencias estadísticas (P<0,05), según la época de aplicación de los fertilizantes, donde al aplicar a los 7 días, presentó una cobertura de 97,38 %, en cambio a los 14 días con el 93,76 %,

esto indica que entre más rápido se fertilice más tiempo de absorción tendrá la planta para su adecuado desarrollo y crecimiento.

**Tabla III:** Evaluación del valor forrajero del *Arrhenatherum elatius* por efecto de la época de aplicación

Variables	Época de Aplicación		E.E.	Prob.
	7	14		
Altura de la planta(cm)	57,94 a	54,79 b	0,79	0,008
Cobertura basal (%)	53,45 a	52,69 a	0,95	0,577
Cobertura aérea (%)	97,38 a	93,76 b	0,73	0,001
Tiempo de ocurrencia de la prefloración.	46,93 a	48,63 b	0,38	0,003
Producción de materia verde ( $t \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$ )	7,92 a	6,87 b	0,15	0,000
Producción de materia seca ( $t \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$ )	2,37 a	2,13 a	0,03	0,58

EE: Error Estándar, Prob: Probabilidad

ns: Promedios con letras iguales en la misma fila no difieren Estadísticamente según Tukey

Al evaluar el tiempo de ocurrencia de la prefloración, por efecto de la época de aplicación (Tabla III) registraron diferencias estadísticas, donde al aplicar a los 7 días del corte de igualación, la prefloración se alcanzó a los 46,93 días, mientras que al aplicar a los 14 días ocurrió a los 48,63 días, esto refleja que la planta al ser fertilizada con anticipación dispondrá de mayor tiempo para poder absorber los elementos necesarios para su crecimiento.

La producción de forraje verde según la época de aplicación de los tratamientos si reportaron diferencias estadísticas ( $P > 0,05$ ; tabla III), donde el mayor rendimiento se registró a los 7 días, con una producción de  $7,92 t \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$ , mientras que al aplicar a los 14 días reportó  $6,87 t \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$ , por ende una adecuada fertilización el pasto tendrá más posibilidades de absorber los nutrientes y por ende tendrá un mayor crecimiento y desarrollo que al aplicar varios días después del corte de igualación.

Al evaluar la producción de forraje en materia seca, por la influencia de la época de aplicación de los tratamientos, no registraron diferencias estadísticas (Tabla III) pero sí de forma numérica donde al aplicar a los 7 días se obtuvo la mayor producción de forraje con  $2,37 t \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$  en materia seca, mientras que a los 14 días se reportó una producción de  $2,13 t \cdot ha^{-1} \cdot corte^{-1}$ .

### Interacción de niveles de humus, fitohormonas y días de aplicación

Al evaluar el tiempo de ocurrencia de la prefloración por la interacción de los factores (Humus, fitohormonas y días de aplicación) según la tabla IV, presentan diferencias estadísticas, en el cual la mejor interacción la obtuvo H4-E-7 ( $4 t \cdot ha^{-1}$  de humus,  $250 cc \cdot ha^{-1}$  etileno, aplicados a los 7 días), con 42 días desde el corte de igualación a diferencia del resto de interacciones.

Esto se debe al efecto del etileno que promueve la floración y apareamiento de flores femeninas (Azcón, 2000), al mismo tiempo el humus al aplicarse a los 7 días del corte de igualación, influyó en el rápido

crecimiento de la planta al tener mayor tiempo para absorber los nutrientes aportados al suelo.

Según la tabla IV, al realizar el análisis para la altura de la planta, no presentaron diferencias estadísticas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos, se distinguen de forma numérica, donde la interacción H4-E-7 obtuvo 60,77 cm siendo la mayor altura, a diferencia de la interacción H6-C-14 con una altura de 53,00 cm.

**Tabla IV:** Evaluación del valor forrajero del *Arrhenatherum elatius* por efecto de la Interacción entre niveles de humus, fitohormonas y días de aplicación

Interacción ABC	Variables											
	Altura (cm)	Cobert. basal (%)	Cobert. aérea (%)	Produ. materia verde ( $t \cdot ha^{-1}$ )	Tiempo de Ocurrencia de la Prefloración	Producción de materia seca ( $t \cdot ha^{-1}$ )						
H4-G-7	60,13	a	58,17	a	97,33	a	8,34	a	50,00	ab	2,53	a
H4-C-7	57,40	a	54,08	a	97,25	a	7,20	a	49,67	ab	2,30	a
H4-E-7	60,77	a	52,83	a	99,32	a	8,55	a	42,00	d	2,43	a
H5-G-7	55,60	a	51,75	a	93,83	a	8,26	a	48,67	abc	2,58	a
H5-C-7	57,60	a	53,75	a	98,83	a	7,87	a	45,67	abcd	2,86	a
H5-E-7	58,00	a	54,17	a	96,75	a	7,90	a	43,33	cd	2,09	a
H6-G-7	58,43	a	51,58	a	98,00	a	8,34	a	44,33	bcd	2,72	a
H6-C-7	57,87	a	51,00	a	97,58	a	7,79	a	49,00	abc	2,14	a
H6-E-7	55,63	a	53,75	a	97,50	a	7,04	a	49,67	ab	1,68	a
H4-G-14	54,43	a	51,25	a	93,67	a	7,25	a	48,00	abcd	2,46	a
H4-C-14	56,23	a	51,00	a	95,00	a	7,57	a	47,00	abcd	2,21	a
H4-E-14	55,00	a	52,00	a	91,58	a	6,93	a	46,00	abcd	2,10	a
H5-G-14	53,57	a	52,00	a	92,00	a	6,28	a	49,67	ab	1,86	a
H5-C-14	54,84	a	56,42	a	94,75	a	6,62	a	47,33	abcd	2,06	a
H5-E-14	56,27	a	51,92	a	94,70	a	6,30	a	51,67	a	2,02	a
H6-G-14	56,33	a	52,58	a	93,25	a	7,56	a	50,67	a	2,42	a
H6-C-14	53,00	a	54,67	a	95,75	a	6,66	a	48,00	abcd	2,00	a
H6-E-14	53,47	a	52,42	a	93,10	a	6,65	a	49,33	abc	2,06	a
E.E.	2,37		2,86		2,20		0,45		1,13		0,14	
Prob.	0,788		0,788		0,759		0,327		0,001		0,79	

Es importante mencionar que al aplicar  $4 t \cdot ha^{-1}$  de humus se está aportando las cantidades óptimas para el crecimiento de la planta, ya que se ve influenciado tanto en el tiempo de ocurrencia de la prefloración como también en la altura de la planta, además el etileno influyó en el crecimiento de la planta que según Azcón (2000) destaca que dentro de los varios efectos fisiológicos del etileno está el crecimiento radial y la elongación de los entrenudos.

Al evaluar la cobertura basal según la tabla IV, el mejor tratamiento fue H4-G-7 ( $4 t \cdot ha^{-1}$  de humus,  $250 cc \cdot ha^{-1}$  de giberelinas aplicados a los 7 días del corte de igualación), al presentar una cobertura del 58,17%, mientras

que los tratamientos H6-C-7 y H4-C-14 registraron una cobertura de 51,00%, esto nos quiere decir que la incorporación de humus ( $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) es necesario para el adecuado rendimiento de la planta, debido a que aporta de los nutrientes esenciales para su desarrollo, a su vez el mismo se ve influenciado positivamente por las giberelinas las cuales aportan o estimulan el pleno crecimiento del pasto.

(Azcón, 2000) por su parte manifiesta que las giberelinas tienen la capacidad intrínseca de controlar el crecimiento y desarrollo de los vegetales. Así mismo tales criterios son corroborados por Lira (2007), quien asume que el efecto más sorprendente es la estimulación del crecimiento donde los tallos se vuelven generalmente muchos más largos, estimulan el crecimiento de los entrenudos más jóvenes y frecuentemente incrementan la longitud de los mismos.

La cobertura aérea, por efecto de la interacción entre los factores, según la tabla IV, indica que el mejor tratamiento fue H4-E-7 ( $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de humus,  $250 \text{ cc} \cdot \text{ha}^{-1}$  de etileno aplicados a los 7 días del corte de igualación), con el 99,32% de cobertura, anteriormente se mencionó que al aplicar  $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de humus más  $250 \text{ cc} \cdot \text{ha}^{-1}$  de etileno se está aportando de todos los nutrientes y estímulos que la planta necesita para sus etapas de crecimiento, sin dejar de lado la época de aplicación, la cual influyó de manera significativa en la investigación, asumiendo que a menor tiempo de aplicación, la planta dispone del tiempo necesario para absorber de forma más rápida y con mayor dinamismo los microelementos para su desarrollo.

Al evaluar la producción de forraje en materia verde (Tabla IV), no presentó diferencias estadísticas, pero sí de forma numérica, donde las mejores interacciones fueron H4-G-7 ( $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de humus,  $250 \text{ cc} \cdot \text{ha}^{-1}$  de giberelinas aplicados a los 7 días del corte de igualación) y H6-G-7 ( $6 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de humus,  $250 \text{ cc} \cdot \text{ha}^{-1}$  de giberelinas aplicados a los 7 días del corte de igualación), con  $8,34 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{corte}^{-1}$ , a diferencia de las interacciones H5-G-14 que obtuvo  $6,28 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{corte}^{-1}$  de forraje verde.

De acuerdo a Jordán (2006) manifiesta que las giberelinas inducen al crecimiento de la planta y la elongación del tallo, además (Lira, 2007), manifiesta que esta hormona al ser aplicada a la planta provoca que sus tallos incrementen la división celular de sus meristemos apicales, influyendo en su rápido crecimiento y con el aumento de la superficie foliar de la mayoría de sus hojas.

Según la tabla IV, al evaluar la producción de forraje en materia seca, se determinó que la mejor interacción fue H5-C-7 ( $5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$  de humus,  $250 \text{ cc} \cdot \text{ha}^{-1}$  de citoquininas aplicados a los 7 días del corte de igualación) al obtener una producción de  $2,86 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{corte}^{-1}$  a diferencia de H6-E-7 con  $1,68 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{corte}^{-1}$ .

Se pudo evidenciar en este parámetro que al aplicar  $5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de humus recién estamos dotando de los nutrientes necesarios para la planta y no al aplicar  $4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  del mismo producto el cual influyó en la mayoría de variables, debido a la influencia del clima imperante en la zona, al existir fuertes precipitaciones se pudo lavar el humus aplicado a los tratamientos, a su vez se pudo demostrar el efecto de las citoquininas que según (Jordán, 2006) al ser aplicadas a las plantas estas no se mueven con tanta facilidad como las giberelinas y auxinas, por tanto al ser aplicadas en las hojas esta hormona permanece actuando en el lugar que se aplicó, e influyen en el área foliar de la planta, lo que se ve registrado en la producción forrajera del pasto.

### Conclusiones

Las seis variables evaluadas, no mostraron diferencias estadísticas en respuesta a la aplicación de 4, 5, y  $6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de humus y de  $250 \text{ cc}\cdot\text{ha}^{-1}$  de giberelinas, citoquininas y etileno respectivamente. Resultados que evidencian la influencia de los factores edafoclimáticos, y gradiente altitudinal, similares para el sitio de investigación, y sumado el manejo similar dado en cuanto al control de malezas y riego de las parcelas.

La frecuencia de aplicación, mostró un comportamiento significativo, para las variables; altura de planta, cobertura aérea, el tiempo de ocurrencia de la prefloración y producción de materia verde a los 7 días. Estos resultados constituyen indicadores técnicos de apoyo para el manejo de la unidad productiva a fin de planificar su sistema de producción que debe ser contrastado con el análisis económico para determinar su viabilidad.

La interacción entre los factores estudiados en esta investigación, mostró diferencias estadísticas con 9 días de anticipación en la ocurrencia de la fase de prefloración con el tratamiento (H4-E-7), en relación a los 52 días del tratamiento (H5-E-14). El menor periodo de inicio de prefloración demuestra la fertilización aplicada, más la inducción del proceso, inciden significativamente al manejo de la producción de la parcela en respuesta a las exigencias del crecimiento en el pasto *Arrhenatherum elatius*.

### References:

1. Azcón, J., & Talon, M. (2000). *Fisiología y bioquímica vegetal*. Barcelona, España: McGraw Hill Interamericana.
2. Baños, P., Gonzalez P., Jahel, C., Echeverría, J., et al., (2008). Efecto del uso del humus de lombriz y los hongos micorrízicos arbusculares en rendimientos de gramíneas. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 2(2): 87-90.
3. Benítez, F. (2010). *Evaluación de Diferentes Fertilizantes Orgánicos e Inorgánicos Aplicados Foliaramente en la Producción de Forraje y*

- Semillas de Pasto Arrhenatherum elatius (pasto avena)*. Riobamba, Ecuador.
4. Benitez, E., Silva, J y Sánchez, H. (2015). Evaluación de las características productivas de gramíneas forrajeras cultivadas, Tumbes – Perú. *Revista de Investigación Científica Manglar*, 12(1): 83 – 88
  5. Benitez, E. *et al.*, (2017). Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal. *Bosques Latitud*, 7(2): 83-97
  6. Cardenas, A y Garzón, J. (2011). Guía de manejo de pastos para la sierra sur ecuatoriana. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP. Boletín divulgativo N° 407. Cuenca, Ecuador.
  7. Cayambe, M. (2013). *Evaluación de diferentes niveles de bokashi mas la adición de giberelinas en la producción de pasto avena Arrhenatherum elatius*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
  8. Compagnoni L., P. (2018). *Cria moderna de Lombrices y utilizacion rentable del Humus*. Estados Unidos: De Vecchi.
  9. Chalan, L. (2009). *Evaluación de diferentes niveles de bokashi en la producción de forraje y semilla del Arrhenatherum pratense (pasto avena)*. Riobamba - Ecuador.
  10. Chavarrea, S. (2004). *Evaluación de Tres Fitohormonas con diferentes Dosis a Distintas Edades Post corte en la producción forrajera del Arrhenatherum elatius (Pasto Avena)*. Riobamba, Ecuador.
  11. Fagundes, J.L., Da Fonseca, D.M., Mistura, C., Salgado, L.T., Queiroz, D.S., De Moraes, R.V., Vitor, C.M.T., Moreira, L.M. (2007). Adubação nitrogenada e potássica em capimelefante cv. napier sobpastejo rotativo. *Bulletin Indústria Animal* 64:149-158.
  12. Gaïbor, N. (2008). *Utilización de diferentes niveles de abono orgánico (humus) en la producción de forraje y semilla de pasto avena (Arrhenatherum elatius)*. Riobamba - Ecuador.
  13. Gonzales, C. y Soto, A. (2005). *Manual de ganadería de doble propósito*. Primera edición. Maracaibo, Venezuela: Editorial A. Data.
  14. Guevara , G. (2011). *Evaluación de tres abonos líquidos foliares enriquecido con microelementos en la producción forrajera de una mezcla de Medicago sativa y Arrhenatherum elatius*. Riobamba - Ecuador.
  15. Heinemann, A., Fontes, A., Paciullo, D., Rosa, B., Macedo, R., Moreira, P., Aroeira, L. (2005). Potencial productivo e composição bromatológica de seis gramíneas forrageiras tropicais sob duas doses de nitrógeno e potasio. *Pasturas Tropicales* 27:34-41.

16. Jordan J. , C. (2006). *Hormonas y Reguladores del Crecimiento*:. La Serena - Chile: Universidad de la Serena.
17. Laboratorio de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. (2014). *Resultados de Análisis de Suelos de la localidad Tunshi. Provincia de Chimborazo*. Riobamba.
18. Lira, R. (2007). *Fisiología Vegetal. Primera edición. México DF, México: Editorial Trillas*. Mexico DF - Mexico: Trillas.
19. López, B. (2007). *Estudio del efecto de diferentes niveles de abono orgánico en la producción de forraje y semilla del pasto avena Arrhenatherum elatius aplicado en forma basal. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador*.
20. Lucio, G. (2014). *Evaluación de Diferentes Niveles de Vermicompost más la Adición de Giberlinas en la Producción Primarias Forrajera del Pennisetum sp. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador*.
21. Pezo, D. (2018). *Los pastos mejorados: su rol, usos y contribuciones a los sistemas ganaderos frente al cambio climático. (1ra edición). Turrialba, C.R: CATIE*
22. Quero, A. R., Enríquez, J. F. y Miranda, L. (2007). Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. *Interciencia*.32 (8): 566-571.
23. Sánchez, C. (2004). *Cultivo y producción de pastos y forrajes*. Primera edición. Lima, Perú: Ediciones Ripalme.
24. Requelme, N. y Bonifaz, N. (2012). Caracterización de sistemas de producción lechera de Ecuador. *La Granja*. Vol. 15(1): 55-69
25. Srivastava, L. (2002). *Crecimiento y desarrollo de las plantas: Hormonas y ambiente*.
26. Suquilanda, M. (2012). *Produccion Organica de Cultivos Andinos*. Quito - Ecuador.
27. Tierra, L. (2009) *Evaluación de diferentes niveles de fitohormonas en la producción de forraje y semilla de la Poa paustris (Pasto poa)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
28. Wong, E. (2010). ¿Después de un análisis de variancia...Qué? ejemplos en ciencia de alimentos. *Agronomía mesoamericana* 21(2):349-356.
29. Yu H, T Ito, Y Zhao, J Peng, P Kumar & Em Meyerowitz (2004). Floral homeotic genes are targets of gibberellin signaling in flower development. *Proc Natl Acad Sci USA*, 32.
30. Zambrano, A. (2014). *Evaluación de diferentes dosis de Ethephon en la producción primaria del Arrhenatherum elatius (Pasto Avena)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. Riobamba, Ecuador.