



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Tlajomulco



TESIS

CON EL TEMA:

**“Influencia de Sustancias Húmicas Heterogéneas en los
Procesos Metabólicos y Fisiológicos del Pennisetum
Clandestinum (Césped kikuyo) en Situaciones de Estrés Físico y
Ambiental”**

QUE PRESENTA:

JORGE ALBERTO VALENZUELA RAZO

ASESORA:

ING. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ

REVISORES:

**ING. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO
ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES**

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGRONOMÍA**

TLAJOMULCO DE ZÚÑIGA, JALISCO. MARZO, 2024.

Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **13/Febrero/2024**

No. DE OFICIO: D.SA/340/2024
ASUNTO: Autorización de impresión
definitiva y digitalización.

C. JORGE ALBERTO VALENZUELA RAZO
PASANTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA EN AGRONOMIA
P R E S E N T E

Dado que el Comité dictaminó como **APROBADA** su TITULACIÓN INTEGRAL OPCIÓN I (TESIS), con el tema **"Influencia de Sustancias Húmicas Heterogéneas en los Procesos Metabólicos y Fisiológicos del Pennisetum Clandestinum (Césped kikuyo) en Situaciones de Estrés Físico y Ambiental"** y determinó que da cumplimiento con los requisitos establecidos, se le notifica que tiene la autorización para su impresión definitiva y digitalización.

Sin otro particular quedo de usted.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educando para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro

C. MARÍA ISABEL BECERRA RODRÍGUEZ
DIRECTORA DEL PLANTEL



C.c.p.- Coordinación de Apoyo a la Titulación. - Edificio
C.c.p.- Minutario. -

MIBR/*VP*/VHPS/mjhc
VP



Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco, **12/Febrero/2024**

No. DE OFICIO: D.SA/DCA/133/2024
ASUNTO: Liberación de proyecto para
la titulación integral.

MTI. VIOLETA HAIDE PLAZOLA SOLTERO
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

NOMBRE DEL ESTUDIANTE Y/O EGRESADO:	JORGE ALBERTO VALENZUELA RAZO
NO. DE CONTROL:	19940302
PRODUCTO:	OPCIÓN I (TESIS)
CARRERA:	INGENIERÍA EN AGRONOMIA
NOMBRE DEL PROYECTO:	"Influencia de Sustancias Húmicas Heterogéneas en los Procesos Metabólicos y Fisiológicos del Pennisetum Clandestinum (Césped kikuyo) en Situaciones de Estrés Físico y Ambiental"

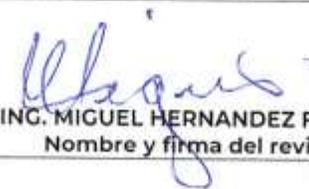
Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Educar para la Sociedad Actual y los Retos del Futuro



ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES
RESPONSABLE DEL DEPARTAMENTO
DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

 ING. FAUSTINO RAMIREZ RAMIREZ Nombre y firma del asesor	 ING. ANA LUISA GARCIA CORRALEJO Nombre y firma del revisor	 ING. MIGUEL HERNANDEZ FLORES Nombre y firma del revisor
--	---	--

C.c.p.- Expediente.
PYC/mjhc*



Km. 10 Carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán, Cto. Vicente Fernández Gómez, C.P. 45640
Tlajomulco de Zúñiga, Jal. Tel. 33 29 02 11 30 | www.tlajomulco.tecnm.mx



I. RESUMEN.

EFFECTO DE SUSTANCIAS HÚMICAS HETEROGÉNEAS, SOBRE PROCESOS METABÓLICOS Y FISIOLÓGICOS DEL CÉSPED KIKUYO (PENNISSETUM CLANDESTINUM), BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS FÍSICO Y AMBIENTAL.

¹Ramírez Ramírez-Faustino, ¹Valenzuela Razo-Jorge Alberto

¹Tecnológico Nacional de México Campus Tlajomulco, Jal., Departamento de Ciencias Agropecuarias. Programa Académico de Ingeniería en Agronomía. Km. 10 carretera Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. CP 45640 Tel (33) 3772-4426 Y 3772-4427

El estudio se enfocó en investigar el impacto de sustancias húmicas heterogéneas en el césped Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) frente a condiciones de estrés físico y ambiental. Utilizando un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos (SUSHUM0, SUSHUM5, SUSHUM10, SUSHUM20 y SUSHUM40), se evaluaron diversas variables. Los resultados revelaron efectos significativos en el crecimiento de raíz, crecimiento foliar, Índice de Vegetación Diferencial Normalizada (NDVI) y rendimiento global.

El tratamiento SUSHUM40 destacó como el más efectivo, sugiriendo que una concentración del 40% de sustancias húmicas heterogéneas mejora los procesos metabólicos y fisiológicos del césped Kikuyo, fortaleciendo su resistencia ante condiciones adversas. Estos hallazgos respaldan la utilidad de la aplicación de sustancias húmicas como estrategia para optimizar el rendimiento del césped Kikuyo en situaciones de estrés físico y ambiental.

Además, la evaluación del costo en el rendimiento de crecimiento de raíz destaca que, a pesar de la concentración más alta en el tratamiento SUSHUM40, los beneficios obtenidos superan los posibles costos asociados. Esto sugiere que la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas, especialmente en la concentración óptima identificada, podría ser una práctica rentable para mejorar el rendimiento del césped Kikuyo en situaciones de estrés físico y ambiental.

Palabras Clave: sustancias húmicas, procesos, césped

ABSTRACT.

EFFECT OF HETEROGENEOUS HUMIC SUBSTANCES ON METABOLIC AND PHYSIOLOGICAL PROCESSES OF KIKUYO GRASS (PENNISETUM CLANDESTINUM), UNDER CONDITIONS OF PHYSICAL AND ENVIRONMENTAL STRESS.

¹Ramírez Ramírez-Faustino, ¹Valenzuela Razo-Jorge Alberto

¹National Technology of Mexico Campus Tlajomulco, Jal., Department of Agricultural Sciences. Academic Program of Engineering in Agronomy. Km. 10 Tlajomulco-San Miguel Cuyutlán highway. Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. CP 45640 Tel (33) 3772-4426 and 3772-4427

The study focused on investigating the impact of heterogeneous humic substances on Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) under physical and environmental stress conditions. Using a randomized block experimental design with five treatments (SUSHUM0, SUSHUM5, SUSHUM10, SUSHUM20 and SUSHUM40), various variables were evaluated. The results revealed significant effects on root growth, leaf growth, Normalized Differential Vegetation Index (NDVI) and overall yield.

The SUSHUM40 treatment stood out as the most effective, suggesting that a 40% concentration of heterogeneous humic substances improves the metabolic and physiological processes of Kikuyu grass, strengthening its resistance to adverse conditions. These findings support the usefulness of the application of humic substances as a strategy to optimize the performance of Kikuyu grass in situations of physical and environmental stress.

Furthermore, the evaluation of the cost on root growth performance highlights that, despite the higher concentration in the SUSHUM40 treatment, the benefits obtained outweigh the possible associated costs. This suggests that the application of heterogeneous humic substances, especially at the identified optimal concentration, could be a cost-effective practice to improve the performance of Kikuyu grass under physical and environmental stress situations.

Keywords: humic substances, processes, grass

AGRADECIMIENTOS.

Primeramente y, antes que nada, quiero expresar mi eterna gratitud a mi Dios padre, por seleccionar tan adecuadamente los tiempos de mi vida, por permitirme y darme la oportunidad de ver este sueño cada día más cerca, por darme la fuerza y la valentía para poder recorrer esos kilómetros tan pesados de mi trayecto para fortalecer mis estudios profesionales y sobre todo por permitirme esta felicidad tan grande que ahora siento.

A mis padres, por motivarme día con día, darme la fuerza y la garra que se requiere, para poder sacar adelante cada uno de mis proyectos y propósitos, por ser la parte más fundamental de mi crecimiento personal y por siempre estar para mí como si fuese su niño pequeño todavía.

A mi esposa, por su enorme paciencia, motivación, apoyo incondicional, y recordarme con gran emoción, que, si lo hago con el corazón, también lo puedo lograr con lo mismo y así cumplir lo que me propongo siempre, por entender mis desvelos y cansancio, por estar ahí para mí cuando más lo necesito, incluso en los momentos más difíciles, por estar aquí hoy conmigo, a un paso de poder decir lo logre.

A mis hijos, que por ellos lo es todo, tratando ser siempre una mejor persona, con más opciones en la vida laboral, con más sentido, aprendizaje y sabiduría para apoyarlos en cada momento que se les presente, que por ellos haría todo lo que fuera necesario para darles una vida plena, llena de armonía y felicidad, a ellos gracias por darme la fuerza y la motivación de ver cada día más bonito.

A mi carnal Pepe, por jamás dejarme solo, por estar siempre conmigo y para mí, poniendo y levantando siempre en alto el papel de hermano mayor, por ser mi chofer favorito, aunque se quedara dormido manejando, por pasar por mí y en ocasiones subirme casi a la fuerza cuando se me

presento algún problema o simplemente un mal día y no querer asistir al plantel, por todo lo que pasamos juntos en este tiempo de universitarios y saber plenamente que es el tener al mejor hermano mayor del mundo, por eso y muchas cosas más gracias, te debo mucho hermano de verdad muchas gracias.

A mis hermanas, quienes fungieron como principales promotoras de apoyo y respaldo, al frente del cañón, de las responsabilidades, de jornadas de trabajo completas, todo esto con la finalidad de poder lograr mis estudios, ellas quienes estuvieron al tanto de cada práctica, tarea, investigación, desvelo y corajes también ¿por qué no?, a ellas por hacer fácil lo complicado y por siempre decir ¿a poco no vas a poder? Por ser las mejores porristas y estar conmigo siempre, las amo hermanas.

A mis compañeros, con quien pase una etapa de formación bastante agradable, quienes hicieron que las levantadas a las 4 de la mañana fueran especiales, a quienes con bastante gusto ayude cuando pude y me ayudaron también en algún tema escolar, quienes hicimos de un grupo una familia y demostramos estar unidos cuando tocaba serlo, a todos los que formaron parte del grupo FI GEN 2019 desde el primer día y hasta el día de hoy muchas gracias, además de esto, quiero agradecer también muy en especial y desde lo más profundo de mi alma y corazón, a ese pequeño grupo de batalla que nombramos “Mi Barrio Me Respalda”, saben que estoy orgulloso de ustedes por su gran crecimiento personal y profesional, sin ustedes no habría forma de lograrlo, a todos quienes en algún momento fueron participes, muchas pero muchas gracias.

A nuestro tutor, quien, desde el comienzo de todo el trayecto, hizo más ameno y volvió fácil la forma de ver el trabajo, su apoyo siempre incondicional y su ejemplo de trabajar amando lo que haces, es especial

para mí, gracias profe Faustino Ramírez por todos sus consejos y enseñanzas.

A todos mis docentes, maestros no me voy sin antes decirles gracias, muchas gracias, me voy con un pedacito de todos y cada uno de ustedes dentro de mi enseñanza y mi corazón, me quedo con las risas, con alguno de sus corajes, con los momentos difíciles, con los convivios, las tareas en vacaciones, investigaciones sin pie de partida, me quedo con las maestras lindas y sensibles, con los maestros fuertes y complicados, pienso que esta balanza fue lo más bonito de trabajar con ustedes, se requiere quien nos llame la atención, pero también siempre vamos a requerir de un consuelo, gracias totales mis queridos profesores ITTJ.

A mi plantel, INSTITUTO TECNOLOGICO DE TLAJOMULCO JALISCO, gracias por enseñarme tanto, por darme la oportunidad de poder decir, "SOY UN COYOTE MAS DEL ITTJ", gracias por alojar durante estos años, el sueño de un buen ingeniero en agronomía, uno que tiene bien claro lo que quiere, lo que va a hacer y hacía que lugar va dirigida esa ayuda y/o apoyo en base al conocimiento que me permitiste crear, para poder transmitirla de forma eficaz, oportuna e inteligentemente, a mi pueblo de México, en una etapa donde la incertidumbre, la desinformación y las malas prácticas de terceros, ponen en riesgo la agricultura y alimentación de esta gran nación, y en especial apoyar a mi tierra, LA BARCA, JAL. "El Corazón Maicero de Jalisco", quien me ha dado mucho y hoy gracias a ti, puedo devolver un poco, estaré eternamente agradecido.

"Gracias a todas esas personas que hoy están presentes en mi vida, pero sobre todo a aquellas que desafortunadamente el día de hoy ya no lo están, quiero decirles que estoy inmensamente agradecido con todos y cada uno de ustedes quienes siempre creyeron y seguirán creyendo en mí

desde donde quiera que se encuentren, gracias por ser parte de mi vida y de mi camino a su paso”.

INDICE

I. RESUMEN.....	I
ABSTRACT.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
INDICE DE CUADROS.....	X
INDICE DE TABLAS.....	XI
INDICE DE GRAFICAS.....	XIV
INDICE DE ANEXOS.....	XVI
II. INTRODUCCION.....	1
III. OBJETIVOS.....	3
3.1.- General.....	3
3.2.- Particulares.....	3
IV.- HIPOTESIS.....	4
V. ANTECEDENTES.....	5
5.1. Generalidades del Kikuyo.....	5
5.2. Descripción taxonómica.....	5
5.3. Descripción botánica.....	6
5.4. Descripción morfológica.....	6
5.4.1. Tallo.....	6
5.4.2. Hojas.....	6
5.4.3. Raíz.....	7
5.4.4. Espiguilla/Flores.....	7
5.4.5. Inflorescencia.....	7
5.4. Establecimiento.....	8
5.4.1. Establecimiento por estolones.....	8
5.5 Sustancias húmicas.....	8
5.6. Efecto de las Sustancias Húmicas.....	12
VI. MATERIALES Y METODOS.....	17
6.1 Localización del experimento.....	17
6.2 Materiales utilizados.....	17
6.3 Manejo Agronómico.....	19
6.3.1. Establecimiento del diseño experimental.....	19
6.3.2. Mantenimiento en campo deportivo.....	19

6.4. Variable de estudio.....	21
6.5 Aplicación de los tratamientos evaluados.....	22
6.6 Monitoreo.	22
6.7 Diseño experimental.....	22
6.8 Distribución de los tratamientos.....	23
7.0 Análisis estadístico	23
7.1 Comparación de medias y diferencia mínima de Tukey.....	23
VII. RESULTADOS Y DISCUSION.	24
7.1. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto... 24	
7.2. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto..... 27	
7.3. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto..... 29	
7.4. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto 32	
7.5. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto. .. 35	
7.6. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto. 39	
7.7. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre..... 42	
7.8. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre..... 45	
7.9. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre..... 48	
7.10. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre. 51	
7.11. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.... 54	
7.12. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre..... 58	
7.13. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre. 62	

7.14. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.	65
7.15. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.	69
7.16. Evaluación del efecto de sustancias humicas heterogeneas sobre el crecimiento de raiz del pasto cesped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre	72
7.17. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre	75
7.18. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre	78
7.19. Evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raiz del pasto césped (Pennisetum clandestinum).....	81
VIII. CONCLUSIONES.	85
IX LITERATURA CITADA.	86
X. ANEXOS.	92

INDICE DE CUADROS.

Cuadro 1 Descripción del producto HUMICAV.....	18
Cuadro 2 Aplicación de los tratamientos.....	22
Cuadro 3 Distribución de los tratamientos.	23

INDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.....	24
Tabla 2 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.....	25
Tabla 3 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.....	27
Tabla 4 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.....	28
Tabla 5 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.....	30
Tabla 6 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.....	31
Tabla 7 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	33
Tabla 8 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	34
Tabla 9 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	36
Tabla 10 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	38
Tabla 11 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	40
Tabla 12 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	41
Tabla 13 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.....	43
Tabla 14 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.....	44

Tabla 15 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.....	46
Tabla 16 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.....	47
Tabla 17 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.....	49
Tabla 18 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.....	50
Tabla 19 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.....	52
Tabla 20 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.....	53
Tabla 21 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.....	55
Tabla 22 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.....	57
Tabla 23 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.....	59
Tabla 24 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.....	61
Tabla 25 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.....	63
Tabla 26 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.....	64
Tabla 27 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.....	66
Tabla 28 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.....	67
Tabla 29 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.....	70

Tabla 30 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>) 30 octubre.....	71
Tabla 31 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>) 20 noviembre.....	73
Tabla 32 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>) 20 noviembre.....	74
Tabla 33 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>) 20 noviembre.....	76
Tabla 34 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>) 20 noviembre.....	77
Tabla 35 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>) 20 noviembre.....	79
Tabla 36 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>) 20 noviembre.....	80
Tabla 37 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>).....	82
Tabla 38 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (<i>Pennisetum clandestinum</i>).....	83

INDICE DE GRAFICAS.

Grafica 1 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto	26
Grafica 2 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto	29
Grafica 3 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.....	32
Grafica 4 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	35
Grafica 5 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.	39
Grafica 6 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.....	42
Grafica 7 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.	45
Grafica 8 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.	48
Grafica 9 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.....	51
Grafica 10 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre....	54
Grafica 11 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.....	58
Grafica 12 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.	62
Grafica 13 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre. 65	
Grafica 14 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre....	69
Grafica 15 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.	72
Grafica 16 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.	75
Grafica 17 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.	78
Grafica 18 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.....	81
Grafica 19 Evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum).....	84

INDICE DE ANEXOS.

Anexo 1 Pasto totalmente seco (Septiembre 2023).	92
Anexo 2 Podada de pasto seco.	92
Anexo 3 Cambio de pasto dañado.....	93
Anexo 4 Proceso de oxigenación.	93
Anexo 5 Aplicacion de las sustancias húmicas de manera foliar en el proceso de oxigenación e integración de minerales.	94
Anexo 6 Aplicacion del producto en toda la superficie.	94
Anexo 7 Resultados obtenidos en las variables evaluadas.....	95

II. INTRODUCCION.

La relación simbiótica entre las sustancias húmicas heterogéneas y el césped Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) ha despertado un creciente interés en la investigación agronómica, particularmente en el contexto de condiciones adversas como el estrés físico y ambiental. Este fenómeno complejo revela una interacción dinámica entre los componentes orgánicos presentes en las sustancias húmicas y los procesos metabólicos y fisiológicos de la planta, que se manifiestan de manera significativa cuando el césped Kikuyo se enfrenta a condiciones desafiantes.

Las sustancias húmicas, provenientes de la descomposición de materia orgánica, poseen una composición química diversa que incluye ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y humina. Estos compuestos interactúan con las raíces y tejidos de la planta, desencadenando respuestas bioquímicas y fisiológicas que impactan directamente en su capacidad para resistir el estrés. Bajo condiciones adversas como sequías, altas temperaturas o suelos degradados, el césped Kikuyo muestra una mayor susceptibilidad a daños, pero las sustancias húmicas heterogéneas emergen como potenciales agentes mitigadores.

Este estudio busca profundizar en la comprensión de cómo las sustancias húmicas afectan los procesos metabólicos y fisiológicos del césped Kikuyo cuando se encuentra sometido a estrés físico y ambiental. Analizar los mecanismos de respuesta a nivel molecular, la activación de enzimas antioxidantes, la mejora en la retención de agua y la modulación de la fotosíntesis son aspectos cruciales que se abordarán para arrojar luz sobre la eficacia de las sustancias húmicas como herramientas promisorias en la optimización del rendimiento del césped Kikuyo en condiciones desafiantes.

En este contexto, explorar los efectos de las sustancias húmicas heterogéneas en la salud y vigor del césped Kikuyo no solo contribuirá al conocimiento fundamental de estas interacciones, sino que también podría tener implicaciones prácticas en la gestión sostenible de áreas verdes y campos de césped en entornos propensos a condiciones estresantes.

III. OBJETIVOS.

3.1.- General.

Evaluar el efecto de sustancias húmicas heterogéneas, sobre procesos metabólicos y fisiológicos del césped kikuyo (*pennisetum clandestinum*), bajo condiciones de estrés físico y ambiental.

3.2.- Particulares.

- Evaluar el efecto de sustancias húmicas en el crecimiento de raíz del césped kikuyo (*pennisetum clandestinum*).
- Evaluar el efecto de sustancias húmicas en el crecimiento foliar del césped kikuyo (*pennisetum clandestinum*).
- Evaluar el efecto de sustancias húmicas en el NDVI del césped kikuyo (*pennisetum clandestinum*).
- Determinar la dosis optima, rendimiento total y los costos de mantenimiento, por rehabilitación después de los tratamientos con sustancias húmicas, dentro de la superficie de la cancha de futbol con césped natural Kikuyo (*pennisetum clandestinum*).

IV.- HIPOTESIS.

Hipótesis nula: No hay diferencia significativa en los procesos metabólicos y fisiológicos del césped Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cuando se expone a sustancias húmicas heterogéneas bajo condiciones de estrés físico y ambiental.

Hipótesis alternativa: Existe una diferencia significativa en los procesos metabólicos y fisiológicos del césped Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) cuando se expone a sustancias húmicas heterogéneas bajo condiciones de estrés físico y ambiental.

V. ANTECEDENTES.

5.1. Generalidades del Kikuyo

El pasto Kikuyo, cuyo nombre científico es *Pennisetum clandestinum*, es nativo de África, específicamente de los lagos de la zona de Kikuyo, Kenya. Esta zona tiene suelos francos, de origen volcánico, altas precipitaciones (1000-1600 mm) y temperaturas moderadas (Moore et al. 2006).

Este tipo de pasto se puede encontrar también en Oceanía, Asia y América (Vibrans 2009). Es una planta que posee una reproducción vegetativa que produce estolones, estos tienen un enraizamiento en los internodos, forma abundantes hojas que pueden tener una longitud de 60 cm y puede alcanzar una altura de 40 cm (Lobo & Díaz 2001). El Kikuyo se adapta desde los 1800 msnm hasta los 2800 msnm, no necesita alta humedad, siempre y cuando tenga un mínimo de 1000 mm anuales de precipitación.

Las raíces de este forraje pueden tener más de dos m de longitud, tienen mejor desarrollo en suelos de textura liviana, buena profundidad, buen drenaje y alta fertilidad. (Lobo et al. 2001). El promedio de proteína del Kikuyo es alrededor de 14%; la digestibilidad in vitro promedio en materia seca es un 66% y una producción por día de forraje de 40 Kg MS Ha⁻¹ sin ningún tipo de fertilización (Lobo et al. 2001).

5.2. Descripción taxonómica

Reino Plantae
División Magnoliophyta
Clase Liliopsida (monocotiledóneas)
Orden Poales
Familia Poaceae
Subfamilia Panicoideae
Tribu Paniceae

Género Pennisetum
Especie Clandestinum

5.3. Descripción botánica

El Kiyuyo es un forraje que tiene una masa de follaje baja y compacta, esto porque forma rizomas, que pueden ser hasta de cinco metros de largo. Los rizomas llevan dos clases de tallos, estériles, de entrenudos cortos y hojas largas, y fértiles, las inflorescencias crecen en las axilas de las hojas. Las espiguillas del Kikuyo tienen dos flores: una inferior estéril y la superior fértil, en esta se destacan los filamentos de los estambres, que miden hasta cinco cm de longitud y sobresale del follaje. El Kikuyo forma semillas, probablemente apomícticas, pero se propaga vegetativamente (León 2000).

5.4. Descripción morfológica

5.4.1. Tallo

El tallo del forraje *Pennisetum clandestinum* es subterráneo (rizomas, con ellos se forma un pasto denso). Es un tallo rastrero con nudos y entrenudos cilíndricos glabros (sin ornamentación) de un cm a dos cm de longitud (Heike 2009; León 2000; Zapata 2000; Silva 1984).

5.4.2. Hojas

Las hojas del Kikuyo son laminadas, pueden ser glabras o con pelos. Poseen vainas esparcidamente vilosas en el envés a glabras, con márgenes membranosos y secos. La lígula se presenta en forma de anillo

de pelos de un mm o dos mm de largo. Las láminas foliares son planas o coduplicadas (dobladadas a lo largo de su nervio medio), con el ápice obtuso, cuyas medidas van de dos cm a nueve cm de largo y dos milímetros a cinco mm de ancho, y su base puede ser glabra o esparcidamente vilosa (Heike 2009; León 2000; Zapata 2000; Silva 1984).

5.4.3. Raíz

Las raíces pueden tener dos metros de largo, lo cual ayuda a una mejor extracción de agua del suelo. Este forraje tiene predilección por suelos con buen drenaje, alta fertilidad y una textura liviana (Heike 2009; Estrada 2002; Lobo & Sánchez 2001; León 2000; Zapata 2000; Silva 1984).

5.4.4. Espiguilla/Flores

El Kikuyo tiene de dos o tres, con una longitud de 1,4 cm a 1,8 cm de longitud, escasas, ocultas en las vainas superiores. Tiene una espiguilla pedicelada y las demás sésiles. El pedicelo de la espiguilla mide de 2 mm a 5 mm de largo, cada una con quince a dieciséis cerdas hasta de 1 cm de longitud. La lema de la flor estéril es igual a la lema de la flor fértil, con varias nervaduras y una palea casi igual a la lema. Las flores del Kikuyo tienden a estar ocultas en la base de las hojas por ello se le conoce como clandestinum, pero se pueden observar cuando el pasto esta corto y a nivel de suelo (Heike 2009; Estrada 2002; Lobo & Sánchez 2001; León 2000; Zapata 2000; Silva 1984).

5.4.5. Inflorescencia

El *Pennisetum clandestinum* tiene una inflorescencia escondida entre las vainas, constituida por espigas cortas axilares. Cuando florece se pueden observar los estambres por fuera (Heike 2009; Estrada 2002; Lobo & Sánchez 2001; León 2000; Zapata 2000; Silva 1984.).

5.4. Establecimiento

El pasto Kikuyo se establece vegetativamente (estolones) (Heike 2009; Estrada 2002; Lobo & Sánchez 2001; León 2000; Zapata 2000).

5.4.1. Establecimiento por estolones

Se marcan surcos en el terreno a una distancia entre 0,5 m a 1,0 m y a una profundidad de 5 cm a 10 cm. Seguidamente, se distribuyen los estolones a chorro continuo y se tapan con tierra (Heike 2009; Estrada 2002; Lobo & Sánchez 2001; León 2000; Zapata 2000).

5.5 Sustancias húmicas

Desde la remota antigüedad, se ha considerado a la materia orgánica (MO) del suelo, como un factor esencial para la fertilidad del mismo, por sus numerosas cualidades beneficiosas. De ella pertenece un grupo de sustancias, que, en razón de sus propiedades, han sido objeto de múltiples investigaciones, siendo catalogadas de omnipresentes por encontrarse en todos los suelos, sedimentos y aguas (MacCarthy et al. 1990).

De acuerdo con Stevenson (1994), la materia orgánica del suelo está conformada por la totalidad de las sustancias de tipo orgánico presentes en los suelos, incluyendo restos de tejidos vegetales y animales inalterados, sus productos de descomposición parcial, la biomasa del suelo que algunos autores (Drozd y weber, 1996) excluyen de la totalidad de la

materia orgánica estabilizada, la fracción orgánica soluble en agua y la materia orgánica estabilizada: el humus.

De Saussure (1804), fue el primero en utilizar el término humus. En la antigüedad, se utilizó para hacer referencia a la totalidad del suelo, posteriormente se empleó como sinónimo de materia orgánica y actualmente, hace referencia a una fracción de dicha materia orgánica que engloba a un grupo de sustancias difícilmente clasificables, de color oscuro, elevado peso molecular, poseen polisacáridos, proteínas y sustancias simples como azúcares, aminoácidos y otras moléculas (Stevenson, 1994).

La materia orgánica del suelo o humus, incluye un amplio espectro de constituyentes orgánicos, muchos de los cuales proceden de tejidos biológicos. Se distinguen dos grandes grupos, las sustancias no húmicas y las sustancias húmicas.

Las sustancias húmicas, provienen de desechos de animales y plantas, descompuestos microbial y químicamente, son de color oscuro, con carácter ácido, elevado peso molecular, muy resistente al ataque microbiano y con propiedades refractarias (Aiken et al. 1985; Stevenson, 1994), además de tener un elevado contenido en grupos carboxílicos, fenólicos y quinónicos, cierta aromaticidad y con incorporación de nitrógeno heterocíclico (Cadahia, 1998).

Las sustancias húmicas, en el suelo, forman complejos macromoleculares, que pueden estar ligados a cationes como el Ca^{++} , Fe^{+++} y Al^{+++} , combinados con los minerales de las arcillas o asociados a algunas sustancias no húmicas como los carbohidratos; generalmente mediante uniones de carácter débil (fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrogeno) aunque también se pueden unir covalentemente (MacCarthy et al. 1990; Stevenson, 1994).

El contenido de sustancias húmicas difiere con el tipo de suelo; así, en los suelos naturales, este porcentaje es mayor que en los suelos destinados a la agricultura, donde el tipo de cultivo y el grado de mecanización aplicado, aumenta la mineralización de la materia orgánica, donde los nutrientes liberados, son asimilados por el cultivo (Gallardo, 1982).

En general, los contenidos de sustancias húmicas, según el tipo de suelo, van a oscilar entre el 33 – 75 por ciento del total de la materia orgánica del suelo, el contenido y tipo de sustancias húmicas, también difiere con la profundidad en el perfil (Kalbitz et al. 1997; Zysset y Berggren, 2001), el tiempo (Zsolnay, 2003) y los factores ambientales (Senesi et al. 1989; Barancikova et al. 1997) ya que en razón de su dinámica se van transformando y evolucionando sin cesar.

Las sustancias húmicas, están constituidas por tres fracciones en función de su solubilidad en agua, a varios valores de pH (Aiken et al. 1985; Stevenson, 1994).

1) Ácidos húmicos: fracción insoluble en medio ácido, pero soluble a pH alcalinos.

2) Ácidos fúlvicos: fracción soluble en agua a cualquier valor de pH.

3) Humina: fracción insoluble en agua a cualquier valor de pH.

La mayor parte de los estudios acerca de las sustancias húmicas, se han llevado a cabo sobre las fracciones húmicas y fúlvicas, siendo la humina la que se ha estudiado menos (Rice y MacCarthy, 1988).

Ácidos Húmicos

Es soluble en una solución alcalina, pero precipita cuando se acidifica el extracto. Es de color café oscuro, de alto peso molecular (5,000 – 300,000 Dalton), altamente polimerizado, íntimamente ligado a arcillas y resistente

a la degradación. Contiene alrededor de 50 – 60 por ciento de carbono (Florenza y Martínez, 1991; Schnitzer, 2001), químicamente son anillos aromáticos, compuestos cíclicos de nitrógeno, cadenas peptídicas, carboxilos y fenoles de alto peso molecular y alta capacidad de intercambio catiónico, además contiene alrededor del 30 por ciento de oxígeno, la mayor porción de oxígeno parece estar presente como un componente estructural del núcleo y/o ciclos aromáticos. Los grupos funcionales oxigenados, están involucrados en reacciones con metales y minerales que proveen elementos nutrimentales para las raíces de los vegetales.

Los ácidos húmicos, tienen alta estabilidad relativa y distinta reactividad y una de sus formas muy interesantes, es la presencia de vacíos de variadas dimensiones, los cuales pueden atrapar o unir otros componentes orgánicos como carbohidratos, proteínas y lípidos o también arcillas minerales oxihidróxidos.

Ácidos Fúlvicos

Es la fracción de sustancias solubles en medios alcalinos y no se precipita en medios ácidos (Morales, 2003). Es de color pardo – amarillento, de menor peso molecular (900 – 5,000 Dalton) y posee cerca de 43 – 52 por ciento de carbono (Florenza y Martínez, 1991; Bollo, 1999). Son polímeros con un anillo aromático, grupos fenólicos y alto contenido de grupos carboxílicos, posee un 48 por ciento de oxígeno y tiene una alta capacidad de intercambio catiónico (Stevenson 1994; Coyne, 2000). Una de sus características que la distingue, es su coloración más clara, mayor contenido de oxígeno y bajo contenido de carbono. El oxígeno puede ser considerado como grupos funcionales –COOH, -OH fenólicos, -COO y C=O, unidos a cadenas alifáticas y ciclos aromáticos.

Según Stevenson (1994), la acidez total de los ácidos fúlvicos (900 – 1,400 cmol.kg⁻¹) duplica a la de los ácidos húmicos (500 – 870 cmol.kg⁻¹), esto se debe a que estas sustancias tienen mayor contenido en grupos carboxílicos (-COOH) e hidroxílicos (-OH), presumiblemente fenólicos.

Según Labrador (2001), estos presentan una unidad nuclear (estructuras aromáticas de carbono) poco pronunciada, con un predominio de cadenas laterales. Este predominio, está representado por una relación de estructuras aromáticas/cadenas laterales.

Los AF, son agentes complejantes de cationes metálicos muy importantes, por lo que causan un impacto directo en la disponibilidad y transporte de los mismos (Melo, 2006). Estos compuestos, poseen una relación C/H más baja que los ácidos húmicos y tiene mayor actividad con respecto a los procesos fisiológicos y metabólicos de la planta (Vaughan et al. 1985).

5.6. Efecto de las Sustancias Húmicas

Numerosos autores, han descrito los efectos directos (que actúan sobre la planta en diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que estimulan su crecimiento) e indirectos (que actúan sobre las propiedades físicas, químicas, y biológicas que determinan la fertilidad de los suelos) sobre el desarrollo vegetal, que ejercen las sustancias húmicas (Chen y Aviad, 1990; Stevenson, 1994; Veranini y Pinton, 2000).

Las sustancias húmicas, ejercen distintos efectos, en las propiedades del suelo y pueden variar en función del origen (García, 1990), contenido de grupos funcionales (Piccolo et al. 1992) y concentración, así como de la especie vegetal, edad y estado nutricional (Albuzio et al. 1986).

Sobre el Suelo

Los ácidos húmicos y fúlvicos ejercen una serie de mejoras físicas, químicas y biológicas en los suelos, que conducen finalmente a un incremento en la fertilidad y productividad (Tradecorp, 2001). Siendo los principales efectos:

Físicos

- a) Favorecen la formación de agregados estables, actuando conjuntamente con arcillas y humus; mejorando la estructura del suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Bollo, 1999).
- b) Da un color oscuro al suelo, lo que provoca un aumento de su temperatura (Landeros, 1993).
- c) El humus, aumenta la capacidad de retención de humedad en el suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).
- d) El humus, mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, evitando la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999).

Químicos

- a) Las SH, elevan la capacidad de intercambio cationico de los suelos, al unirse con las arcillas para formar un complejo arcillo-húmico (Landeros, 1993; Guerrero, 1996; Tradecorp, 2001).
- b) Forman complejos fosfo-húmicos, manteniendo el fosforo en un estado asimilable por la planta (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Tradecorp, 2001).
- c) Las SH, eleva la capacidad tampón de los suelos (Landeros, 1993; Bollo, 1999).

d) Su acción quelatante, contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes para la planta (Landeros, 1993; Bollo, 1999; Tradecorp, 2001).

e) El humus, aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono (Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).

f) Los radicales libres de las sustancias húmicas, permiten la descomposición de determinados plaguicidas (Senesi y Miano, 1995) y de esta forma afectan su persistencia, biodegradabilidad y bioactividad.

g) Pueden formar complejos con metales pesados de suelos contaminados y quedar retenidos sobre las superficies orgánicas del suelo, limitando su movilidad (Wang et al. 1997).

Biológicos

a) Incremento en el suelo de la actividad microbiana (Ocio y Brookers, 1990).

b) Favorece el normal desarrollo de cadenas tróficas en el suelo (Bollo, 1999).

Las sustancias húmicas, inciden indirectamente en el desarrollo de las plantas, al modificar propiedades del suelo, y para lograrlo es necesario el aporte de grandes cantidades.

En la Planta

Para que las plantas, puedan tener un efecto directo de las sustancias húmicas, sobre el desarrollo vegetal, implica su absorción, ya sea por aplicación foliar o adición al suelo.

En los últimos años, se han investigado sus efectos bioestimulantes (Ramos, 2000; Vivas, 2001) considerando la implicación de estos productos,

en los diferentes procesos fisiológicos-bioquímicos que tiene lugar en la planta. Algunos de los efectos que se han encontrado en múltiples investigaciones son las que se presenta a continuación:

Las sustancias húmicas, tienen como principal efecto estimulante sobre el crecimiento de las plantas, aumentar la absorción de macronutrientes (Guminsky et al. 1983), gracias al papel quelatante que ejercen, colocando los cationes disponibles para la raíz y previene su precipitación.

Uno de los efectos generalmente asumidos de las sustancias húmicas, es su influencia en la germinación de semillas. Así, Csicsor et al. (1994), observaron efectos beneficiosos en la germinación in vitro de semillas de tabaco, con la aplicación de humatos potásicos y ácidos fúlvicos en diferentes dosis, obteniéndose los mejores resultados con los humatos potásicos, en dosis de 200 mg.L⁻¹. Chen y Aviad (1990), atribuyeron los efectos beneficiosos sobre la germinación, a la capacidad de las sustancias húmicas, de incrementar la actividad enzimática de las semillas.

Sladky (1959), aplicó ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y un extracto alcohólico de materia orgánica en concentraciones de 50, 50, y 10 mg.L⁻¹, respectivamente, a plantas de tomate creciendo en disolución nutritiva. Las tres fracciones de materia orgánica estimularon significativamente la longitud y peso de la raíz, en comparación con una disolución nutritiva pura. David et al. (1994), reportaron que las plantas de tomate con adición de 1280 mg.L⁻¹ de ácidos húmicos produjeron un incremento significativo en brotes, acumulación de P, K, Ca, Mg, Fe, Mn y Zn, así como un incremento en la acumulación de N, Ca, Fe y Cu en raíces. Los pesos secos y frescos se incrementaron también.

Aza (2001), realizó dos experimentos en tomate, en invernadero, donde determino el efecto de los ácidos fúlvicos de dos orígenes, uno de leonardita y el otro extraído de composta, encontró que estos tienen

efectos positivos al incrementar el número y peso del fruto, en más del 25 por ciento con respecto al testigo, que solo se aplicó solución nutritiva.

De acuerdo con Fernández (1968), la influencia de las sustancias húmicas va a estar determinada por la especie vegetal tratada y el origen del material húmico.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Localización del experimento.

La presente investigación se desarrolló en campo abierto en una superficie de terreno de 5,000 m², en césped con edad de 26 meses desde su incorporación al suelo, con el permiso y consentimiento, del Gobierno Municipal de La Barca, a través de la Dirección de Fomento Deportivo en la ciudad de La Barca, Jalisco.



Imagen 1.-Ubicación del área experimental.

6.2 Materiales utilizados

- Libreta de anotaciones
- Cinta de seguridad para delimitar los espacios de los tratamientos

- Cámara fotográfica
- Mochila de aspersión.

Cuadro 1 Descripción del producto HUMICAV.

Nombre comercial	Nombre común	Formulación	Concentración	Peso
Humicav	Mezcla de Ácidos húmicos, fúlvicos y orgánicos.	Ácidos húmicos, fúlvicos y orgánicos.	Bioactivador, catalizador, estimulante solución acuosa.	25%
		Diluyentes y coadyuvantes.		75%

Fuente: GRUPO AGROCOVA, S.P.R DE R.L.

6.3 Manejo Agronómico.

6.3.1. Establecimiento del diseño experimental.

La presente investigación se desarrolló en campo abierto en una superficie de terreno de 5,000 m², en césped con edad de 26 meses desde su incorporación al suelo.

Se dividió en 5 partes de 20 x 50 m donde se utilizaron sustancias húmicas de menor a mayor concentración y procesos diferentes, con el objetivo de identificar la mejor fórmula de trabajo, reduciendo el costo de mantenimiento, mejorando la calidad del complejo deportivo y reduciendo el uso de compuestos químicos y plaguicidas.

6.3.2. Mantenimiento en campo deportivo.

Procedimiento: Inicio de aplicaciones lunes 07/08/2023 y última aplicación lunes 30/10/2023.

Descripción: Debido al tiempo con que contamos y para el mejor aprovechamiento del recurso y del material se hicieron 5 aplicaciones cada 21 días. Se realizaron aplicaciones con intervalos de 21 días, vía foliar directamente al campo, se utilizaron diferentes dosis, 0 lt por ha, 1 lt por ha, 2 lts por ha, 4 lts por ha y la dosis máxima a utilizar fue de 8 lts por ha, donde actualmente sabemos que en pastizales naturales se puede aplicar una cantidad de 10 lts por ha. Sin efectos contraproducentes.

Lote #1:

Dosis: 0 Lts De Sustancias Húmicas X Ha

Calculo: 1 Ha = (10,000 M²) Agua 120 Lts X Ha. = (8 Aspersores De 15 Lts).

$(120 / 2 = 60 \text{ Lts Agua A Utilizar} / 5 \text{ Aspersores De 15 Lts}) = 12 \text{ Lts De Agua} + \text{Producto.}$

Superficie: 1,000 M2

Resultado De Aplicación: (0.000 MI En 12 Lts Agua)

Costo del producto: \$120.00 x Lt

Lote #2:

Dosis: 1 Lts De Sustancias Húmicas X Ha

Calculo: 1 Ha = (10,000 M2) Agua 120 Lts X Ha. = (8 Aspersores De 15 Lts).

$(120 / 2 = 60 \text{ Lts Agua A Utilizar} / 5 \text{ Aspersores De 15 Lts}) = 12 \text{ Lts De Agua} + \text{Producto.}$

Superficie: 1,000 M2

Resultado De Aplicación: (0.050 MI En 12 Lts Agua)

Costo del producto: \$120.00 x Lt

Lote #3:

Dosis: 2 Lts De Sustancias Húmicas X Ha

Calculo: 1 Ha = (10,000 M2) Agua 120 Lts X Ha. = (8 Aspersores De 15 Lts).

$(120 / 2 = 60 \text{ Lts Agua A Utilizar} / 5 \text{ Aspersores De 15 Lts}) = 12 \text{ Lts De Agua} + \text{Producto.}$

Superficie: 1,000 M2

Resultado De Aplicación: (0.100 MI En 12 Lts Agua)

Costo del producto: \$120.00 x Lt

Lote #4:

Dosis: 4 Lts De Sustancias Húmicas X Ha

Calculo: 1 Ha = (10,000 M2) Agua 120 Lts X Ha. = (8 Aspersores De 15 Lts).

(120 / 2 = 60 Lts Agua A Utilizar / 5 Aspersores De 15 Lts) = 12 Lts De Agua + Producto.

Superficie: 1,000 M2

Resultado De Aplicación: (0.200 MI En 12 Lts Agua)

Costo del producto: \$120.00 x Lt

Lote #3:

Dosis: 8 Lts De Sustancias Húmicas X Ha

Calculo: 1 Ha = (10,000 M2) Agua 120 Lts X Ha. = (8 Aspersores De 15 Lts).

(120 / 2 = 60 Lts Agua A Utilizar / 5 Aspersores De 15 Lts) = 12 Lts De Agua + Producto.

Superficie: 1,000 M2

Resultado De Aplicación: (0.400 MI En 12 Lts Agua)

Costo del producto: \$120.00 x Lt

6.4. Variable de estudio.

Las variables de estudio fueron: Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) en diferentes fechas y evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*)

6.5 Aplicación de los tratamientos evaluados.

Cuadro 2 Aplicacion de los tratamientos.

Tratamiento	Producto	Dosis	Aplicaciones
1	S. Húmicas.	0	6
2	S. Húmicas	5	6
3	S. Húmicas	10	6
4	S. Húmicas	20	6
5	S. Húmicas	40	6

Fuente: elaboración propia a partir de trabajo de investigación

6.6 Monitoreo.

Los lotes serán evaluados periódicamente y el análisis será determinado por cantidad de producto aplicado en cada intervalo.

6.7 Diseño experimental.

Los datos experimentales se consideraron como un bloque completamente al azar y para su análisis estadístico se empleó el modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

donde:

μ = Parámetro, efecto medio

T_i = Parámetro, efecto del tratamiento

β_j = Parámetro, efecto del bloque j

ϵ_{ij} = Valor aleatorio, error experimental de la unidad experimental ij

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

6.8 Distribución de los tratamientos

En el cuadro 3 se puede observar cómo fue la distribución de cada uno de los tratamientos.

Bloques completamente al azar

Distribución de tratamientos

Bloq I	Bloq II	Bloq III
SUSHUM0	SUSHUM10	SUSHUM5
SUSHUM10	SUSHUM5	SUSHUM20
SUSHUM5	SUSHUM40	SUSHUM40
SUSHUM20	SUSHUM0	SUSHUM10
SUSHUM40	SUSHUM20	SUSHUM0

Cuadro 3 Distribucion de los tratamientos.

7.0 Análisis estadístico

7.1 Comparación de medias y diferencia mínima de Tukey

Para el análisis de variables cuantitativas, se utilizó el paquete estadístico SAS, el cual al ingresar la información obtenida analiza mediante análisis de varianza, si en este análisis se registra que existe diferencia mínima significativa, se lleva a cabo la comparación de medias y diferencia mínima de Tukey con una confiabilidad del 95%.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION.

7.1. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto presento diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar el T SUSHUM5 a base de sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media mayor de 18.986667 siendo el que mejor efecto obtuvo (Grafica 1)

*Tabla 1 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.*

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: craiz					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	0.01537333	0.00256222	64.06	<.0001
Error	8	0.00032000	0.00004000		
Total correcto	14	0.01569333			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	craiz Media	
	0.979609	0.033318	0.006325	18.98267	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	0.00016000	0.00004000	1.00	0.4609
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 1) no mostro diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los tratamientos SUSHUM0, SUSHUM10, SUSHUM20, SUSHUM40, SUSHUM5. Los resultados arrojados mostraron homogeneidad en los tratamientos evaluados en las diferentes dosis de sustancias húmicas. Se puede

observar que el valor de la probabilidad ($Pr > F$) es mayor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.

*Tabla 2 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.*

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para craiz

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

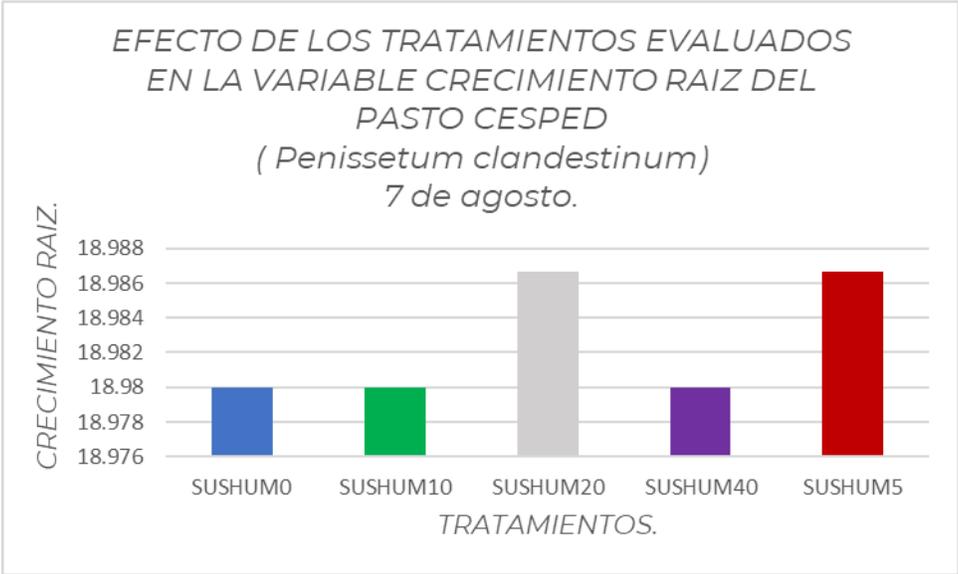
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	18.986667	3	SUSHUM5
A	18.986667	3	SUSHUM20
A	18.980000	3	SUSHUM10
A	18.980000	3	SUSHUM40
A	18.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 2) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto dividió los grupos en una sola letra A, por lo tanto, las diferencias entre las medias que comparten una misma letra no son estadísticamente significativas. En el todos los tratamientos evaluados SUSHUM0, SUSHUM10, SUSHUM20, SUSHUM40, SUSHUM5 arrojó una media de 18.986667 y 18.980000 el cual corresponden a sustancias húmicas en diferentes dosis.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 1 que, no existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo la media para todos de 18.986667 y 18.980000 con relación a la evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto

*Grafica 1 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.2. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto presento diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento foliar al utilizar el SUSHUM5 a base de sustancias húmicas con una media mayor de 8.986667 siendo el que mejor efecto obtuvo (Grafica 2)

*Tabla 3 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.*

Procedimiento ANOVA						
Variable dependiente: choja						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	6	0.01537333	0.00256222	64.06	<.0001	
Error	8	0.00032000	0.00004000			
Total correcto	14	0.01569333				
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	choja Media		
	0.979609	0.070408	0.006325	8.982667		
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Trat	4	0.00016000	0.00004000	1.00	0.4609	
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001	

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 3) no mostro diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los tratamientos SUSHUM0, SUSHUM10, SUSHUM20, SUSHUM40, SUSHUM5. Los resultados arrojados mostraron homogeneidad en los tratamientos evaluados en las diferentes dosis de sustancias húmicas. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es mayor al nivel de

significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.

*Tabla 4 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.*

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para choja

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

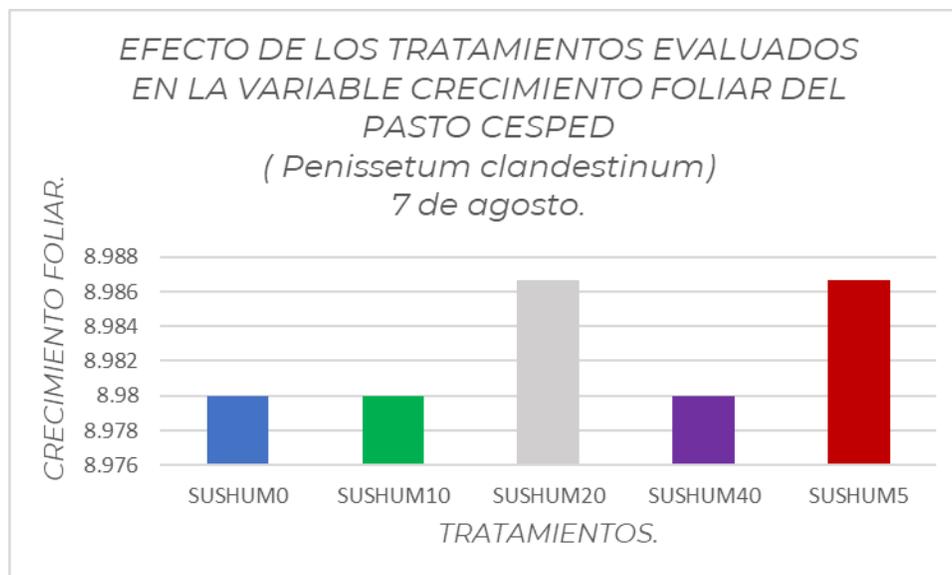
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	8.986667	3	SUSHUM5
A	8.986667	3	SUSHUM20
A	8.980000	3	SUSHUM10
A	8.980000	3	SUSHUM40
A	8.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 4) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto dividió los grupos en una sola letra A, por lo tanto, las diferencias entre las medias que comparten una misma letra no son estadísticamente significativas. En el todos los tratamientos evaluados SUSHUM0, SUSHUM10, SUSHUM20, SUSHUM40, SUSHUM5 arrojó una media de 8.986667 y 8.980000 el cual corresponden a sustancias húmicas en diferentes dosis.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 2 que, no existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo la media para todos de 8.986667 y 8.980000 con relación a la evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto

*Grafica 2 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.3. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto presento diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el NDVI al utilizar el SUSHUM5 a base de sustancias húmicas con una media mayor de 3.786667 siendo el que mejor efecto obtuvo (Grafica 3)

*Tabla 5 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.*

Procedimiento ANOVA						
Variable dependiente: NDVI						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	6	0.01537333	0.00256222	64.06	<.0001	
Error	8	0.00032000	0.00004000			
Total correcto	14	0.01569333				
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	NDVI Media		
	0.979609	0.167198	0.006325	3.782667		
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Trat	4	0.00016000	0.00004000	1.00	0.4609	
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001	

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 5) no mostro diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los tratamientos SUSHUM0, SUSHUM10, SUSHUM20, SUSHUM40, SUSHUM5. Los resultados arrojados mostraron homogeneidad en los tratamientos evaluados en las diferentes dosis de sustancias húmicas. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es mayor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que no existen diferencias significativas entre los tratamientos en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto.

Tabla 6 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para NVDI

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

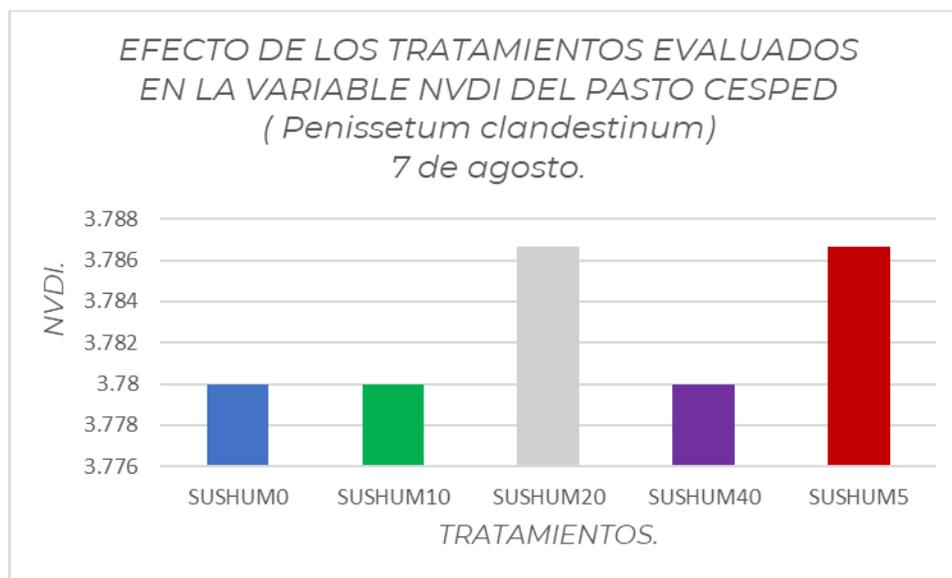
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	3.786667	3	SUSHUM5
A	3.786667	3	SUSHUM20
A	3.780000	3	SUSHUM10
A	3.780000	3	SUSHUM40
A	3.780000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 6) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto dividió los grupos en una sola letra A, por lo tanto, las diferencias entre las medias que comparten una misma letra no son estadísticamente significativas. En el todos los tratamientos evaluados SUSHUM0, SUSHUM10, SUSHUM20, SUSHUM40, SUSHUM5 arrojó una media de 3.786667 y 3.780000 el cual corresponden a sustancias húmicas en diferentes dosis.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 3 que, no existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo la media para todos de 3.786667 y 3.780000 con relación a la evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 7 agosto

Grafica 3 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NVDI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 7 agosto



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.4. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar el T SUSHUM20 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media mayor de 25.986667 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 19.980000 (Grafica 4).

Tabla 7 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto.

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: craiz					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr >
Modelo	6	60.09537333	10.01589556	250397	<.0001
Error	8	0.00032000	0.00004000		
Total correcto	14	60.09569333			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	craiz Media	
	0.999995	0.027519	0.006325	22.98267	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	60.08016000	15.02004000	375501	<.0001
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 7) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM20 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad ($Pr > F$) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto.

Tabla 8 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para craiz

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

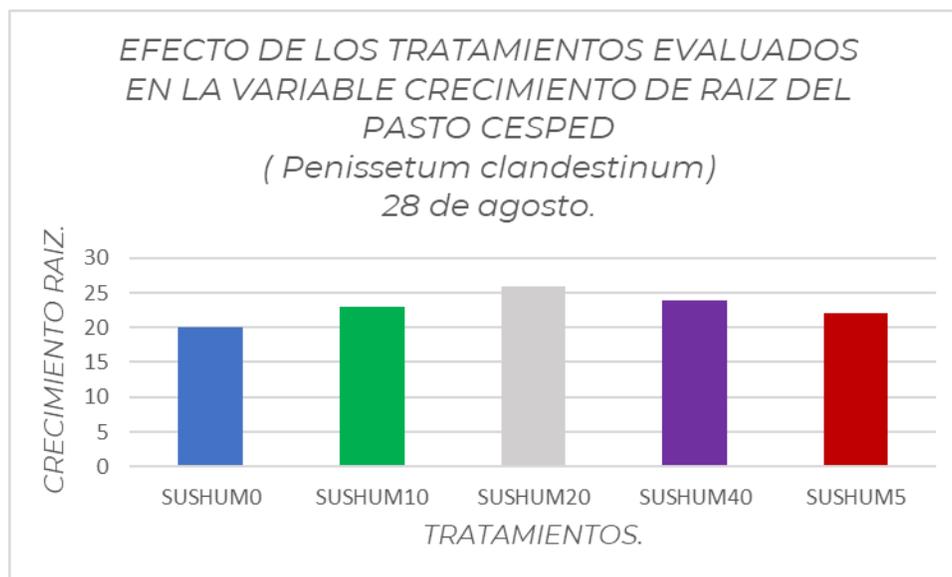
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	25.986667	3	SUSHUM20
B	23.980000	3	SUSHUM40
C	22.980000	3	SUSHUM10
D	21.986667	3	SUSHUM5
E	19.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 8) para la variable efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 20 con una media mayor de 25.986667 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media de 23.980000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 22.980000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 21.986667 y en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 19.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento de raíz se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 4 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM20 sustancias húmicas a una dosis de 20 el que muestra un mejor comportamiento con relación el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 4 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.5. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto presento un efecto positivo y diferencias estadísticas

homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento foliar al utilizar el T SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media mayor de 16.980000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 7.980000 (Grafica 5).

Tabla 9 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: hoja

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	156.0953733	26.0158956	650397	<.0001
Error	8	0.0003200	0.0000400		
Total correcto	14	156.0956933			

R-cuadrado 0.999998
 Coef Var 0.048715
 Raiz MSE 0.006325
 hoja Media 12.98267

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	156.0801600	39.0200400	975501	<.0001
blo	2	0.0152133	0.0076067	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 9) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.

Tabla 10 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para choja

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

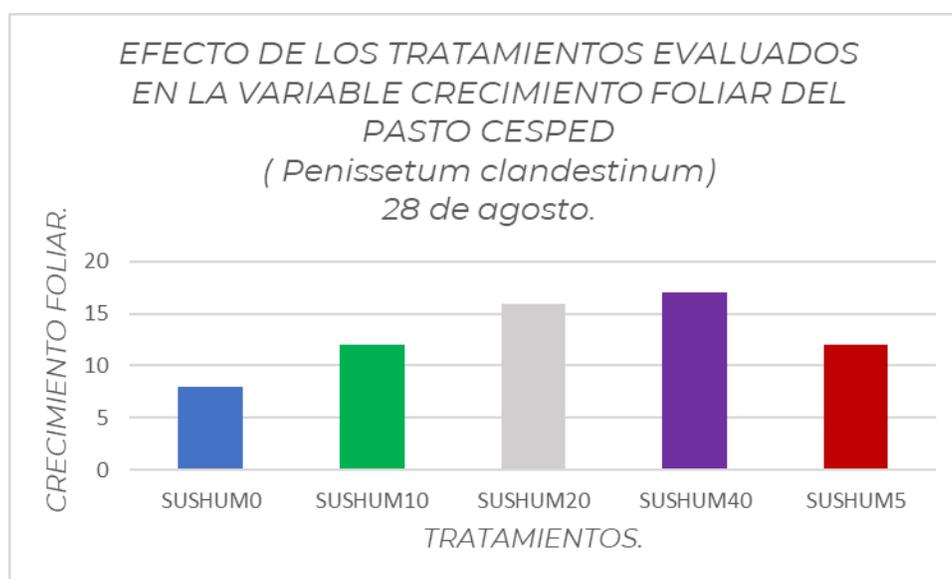
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	16.980000	3	SUSHUM40
B	15.986667	3	SUSHUM20
C	11.986667	3	SUSHUM5
C	11.980000	3	SUSHUM10
D	7.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 10) para la variable efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto dividió los grupos en 4 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 16.980000 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 15.986667, en el grupo letra C se encuentran los tratamientos SUSHUM5 y SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 y 10 con una media de 11.986667 y 11.980000 y en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 7.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento foliar se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 5 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 el que muestra un mejor comportamiento con relación el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 5 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.6. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el NDVI al utilizar el T SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis

de 40 con una media mayor de 5.580000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 3.980000 (Grafica 6).

Tabla 11 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.

Procedimiento ANOVA						
Variable dependiente: NDVI						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	6	5.20577333	0.86762889	21690.7	<.0001	
Error	8	0.00032000	0.00004000			
Total correcto	14	5.20609333				
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	NDVI Media		
	0.999939	0.134489	0.006325	4.702667		
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Trat	4	5.19056000	1.29764000	32441.0	<.0001	
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001	

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 11) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto.

Tabla 12 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para NDVI

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

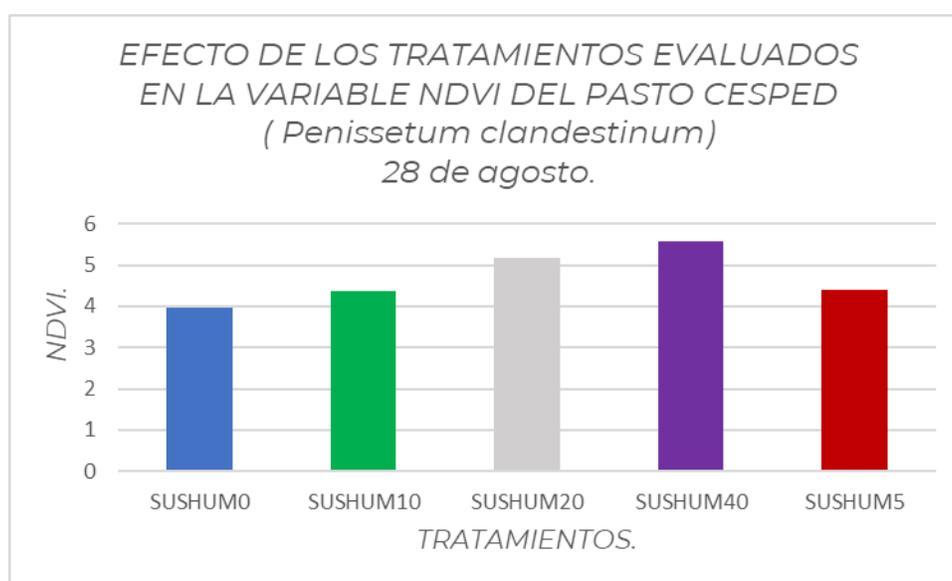
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	5.580000	3	SUSHUM40
B	5.186667	3	SUSHUM20
C	4.386667	3	SUSHUM5
C	4.380000	3	SUSHUM10
D	3.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 12) para la variable efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 28 agosto dividió los grupos en 4 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 5.580000 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 5.186667, en el grupo letra C se encuentran los tratamientos SUSHUM5 y SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 y 10 con una media de 4.386667 y 4.380000 y en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 3.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento foliar se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 6 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 el que muestra un mejor comportamiento con relación el NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 6 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 28 agosto.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.7. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar el T SUSHUM40 a

base de sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media mayor de 39.980000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 20.980000 (Grafica 7).

Tabla 13 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: craiz

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	728.5593733	121.4265622	3035664	<.0001
Error	8	0.0003200	0.0000400		
Total correcto	14	728.5596933			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	craiz Media
1.000000	0.020282	0.006325	31.18267

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	728.5441600	182.1360400	4553401	<.0001
blo	2	0.0152133	0.0076067	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 13) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Tabla 14 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para craiz

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

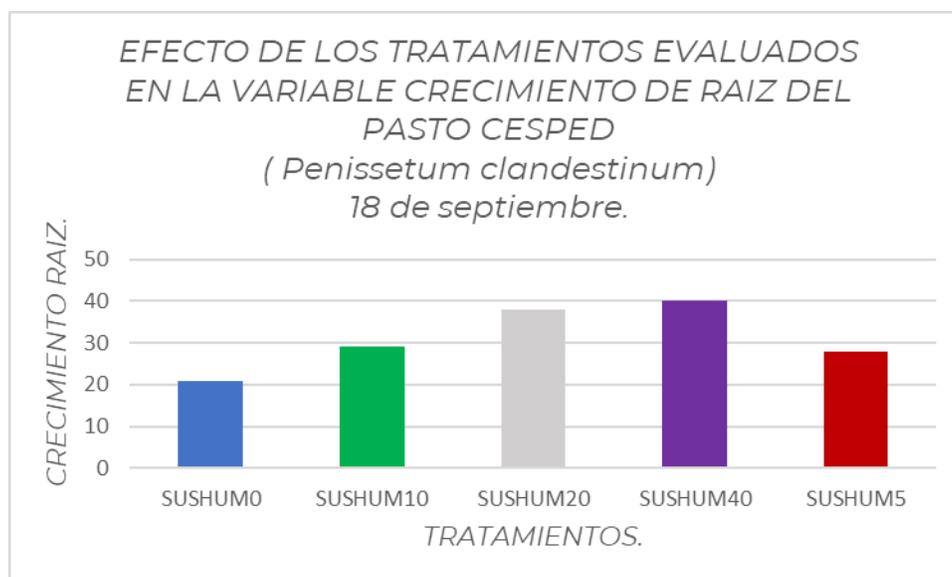
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	39.980000	3	SUSHUM40
B	37.986667	3	SUSHUM20
C	28.980000	3	SUSHUM10
D	27.986667	3	SUSHUM5
E	20.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 14) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 39.980000 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 37.986667, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 28.980000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 27.986667, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 20.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento de raíz se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 7 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 el que muestra un mejor comportamiento con relación a el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 7 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.8. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor

número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar los tratamientos T SUSHUM20 y TSUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 con una media mayor de 25.986667 y 25.980000 siendo los que mejor efecto obtuvieron en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 11.980000 (Grafica 8).

Tabla 15 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: hoja

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	393.7833733	65.6305622	1640764	<.0001
Error	8	0.0003200	0.0000400		
Total correcto	14	393.7836933			

R-cuadrado 0.999999
 Coef Var 0.029578
 Raiz MSE 0.006325
 hoja Media 21.38267

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	393.7681600	98.4420400	2461051	<.0001
blo	2	0.0152133	0.0076067	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 15) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Tabla 16 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para choja

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

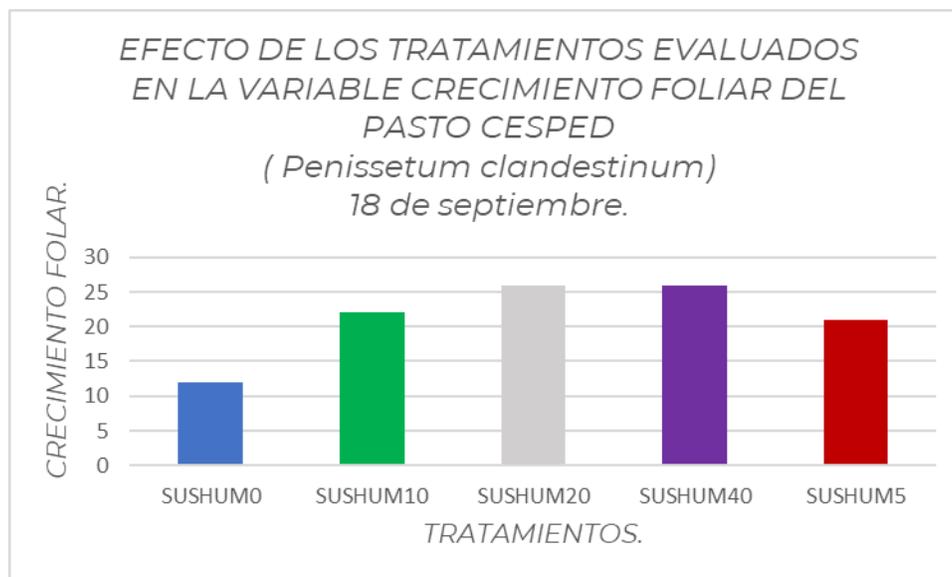
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	25.986667	3	SUSHUM20
A	25.980000	3	SUSHUM40
B	21.980000	3	SUSHUM10
C	20.986667	3	SUSHUM5
D	11.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 16) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre dividió los grupos en 4 grupos. En el grupo letra A se encuentran los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 los cuales corresponden a sustancias húmicas en dosis de 20 y 40 con unas medias mayores de 25.986667 y 25.980000 siendo estos con los que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 21.980000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 20.986667, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 11.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento foliar se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 8 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 los que muestran un mejor comportamiento con relación a el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 8 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.9. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre

presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el NDVI al utilizar el T SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media mayor de 6.980000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 3.980000 (Grafica 9).

Tabla 17 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: NDVI					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	17.65857333	2.94309556	73577.4	<.0001
Error	8	0.00032000	0.00004000		
Total correcto	14	17.65889333			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	NDVI Media	
	0.999982	0.110133	0.006325	5.742667	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	17.64336000	4.41084000	110271	<.0001
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 17) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Tabla 18 Procedimiento de Tukey para la variable evaluacion del efecto de sustancias humicas heterogeneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 18 septiembre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para NDVI

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

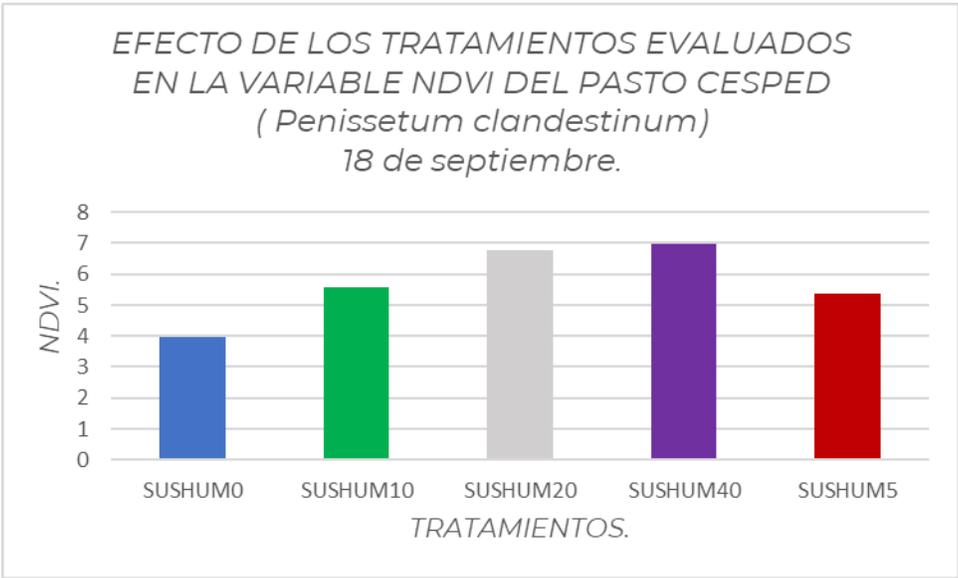
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	6.980000	3	SUSHUM40
B	6.786667	3	SUSHUM20
C	5.580000	3	SUSHUM10
D	5.386667	3	SUSHUM5
E	3.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 18) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 6.980000 siendo este con los que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 6.786667, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 5.580000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 5.386667, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 3.980000 siendo este con el que menor efecto sobre NDVI se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 9 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo los tratamientos SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 los que muestran un mejor comportamiento con relación a NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 9 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 18 septiembre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.10. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre' presento un efecto positivo y diferencias estadísticas

homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar el T SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media mayor de 49.980000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 23.980000 (Grafica 10).

Tabla 19 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.

Procedimiento ANOVA						
Variable dependiente: craiz						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	6	1262.751373	210.458562	5261464	<.0001	
Error	8	0.000320	0.000040			
Total correcto	14	1262.751693				
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	craiz Media		
	1.000000	0.015508	0.006325	40.78267		
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Trat	4	1262.736160	315.684040	7892101	<.0001	
blo	2	0.015213	0.007607	190.17	<.0001	

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 19) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.

Tabla 20 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para craiz

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	49.980000	3	SUSHUM40
B	47.986667	3	SUSHUM20
C	41.986667	3	SUSHUM5
D	39.980000	3	SUSHUM10
E	23.980000	3	SUSHUM0

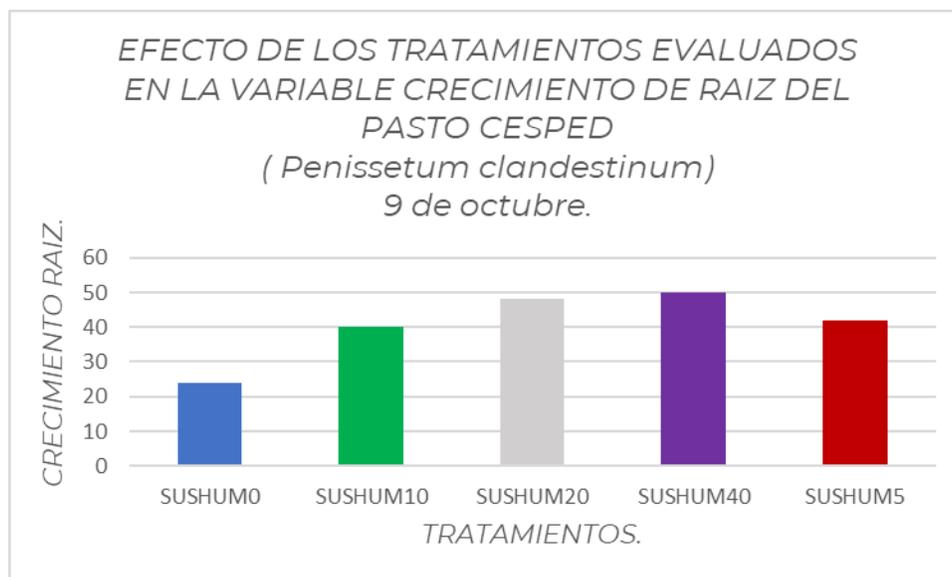
Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 20) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 49.980000 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 47.986667, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 41.986667, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 39.980000, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media

de 23.980000 siendo este con el que menor efecto sobre crecimiento de raíz se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 10 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo los tratamientos SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 los que muestran un mejor comportamiento con relación a el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 10 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.11. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar el T SUSHUM20 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media mayor de 41.986667 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 17.980000 (Grafica 11).

*Tabla 21 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.*

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: choja

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1068.335373	178.055896	4451397	<.0001
Error	8	0.000320	0.000040		
Total correcto	14	1068.335693			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	choja Media
1.000000	0.019175	0.006325	32.98267

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	1068.320160	267.080040	6677001	<.0001
blo	2	0.015213	0.007607	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 21) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM20 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias

húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped
(*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.

Tabla 22 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para choja

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	41.986667	3	SUSHUM20
B	39.980000	3	SUSHUM40
C	32.980000	3	SUSHUM10
D	31.986667	3	SUSHUM5
E	17.980000	3	SUSHUM0

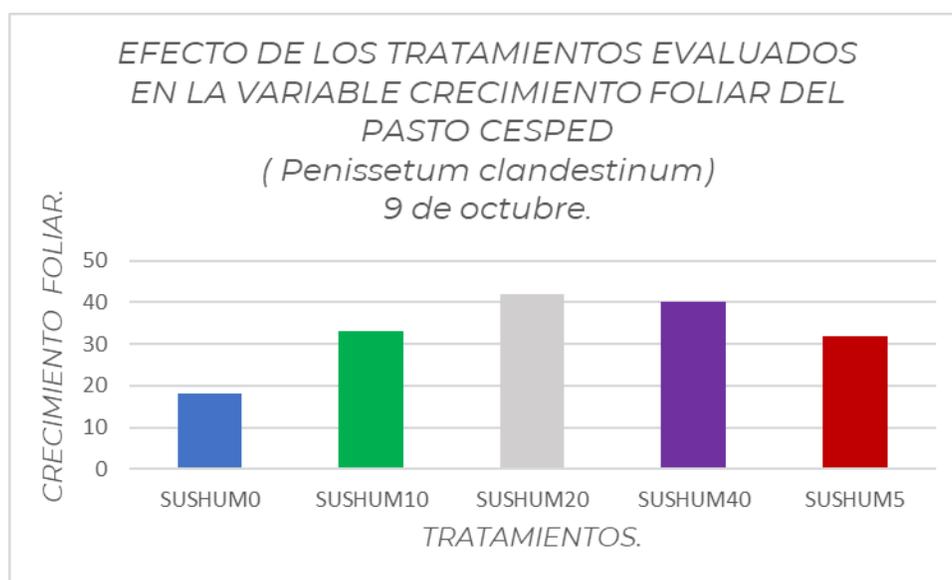
Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 22) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 20 con una media mayor de 41.986667 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media de 39.980000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 32.980000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 31.986667, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de

17.980000 siendo este con el que menor efecto sobre crecimiento foliar se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 11 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM20 sustancias húmicas a una dosis de 20 el que muestra un mejor comportamiento con relación a el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 11 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.12. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el NDVI al utilizar el T SUSHUM20 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media mayor de 8.186667 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 3.980000 (Grafica 12).

*Tabla 23 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.*

Procedimiento ANOVA						
Variable dependiente: NDVI						
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Modelo	6	33.77057333	5.62842889	140711	<.0001	
Error	8	0.00032000	0.00004000			
Total correcto	14	33.77089333				
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	NDVI Media		
	0.999991	0.093799	0.006325	6.742667		
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F	
Trat	4	33.75536000	8.43884000	210971	<.0001	
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001	

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 23) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM20 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias

húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.

Tabla 24 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para NDVI

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

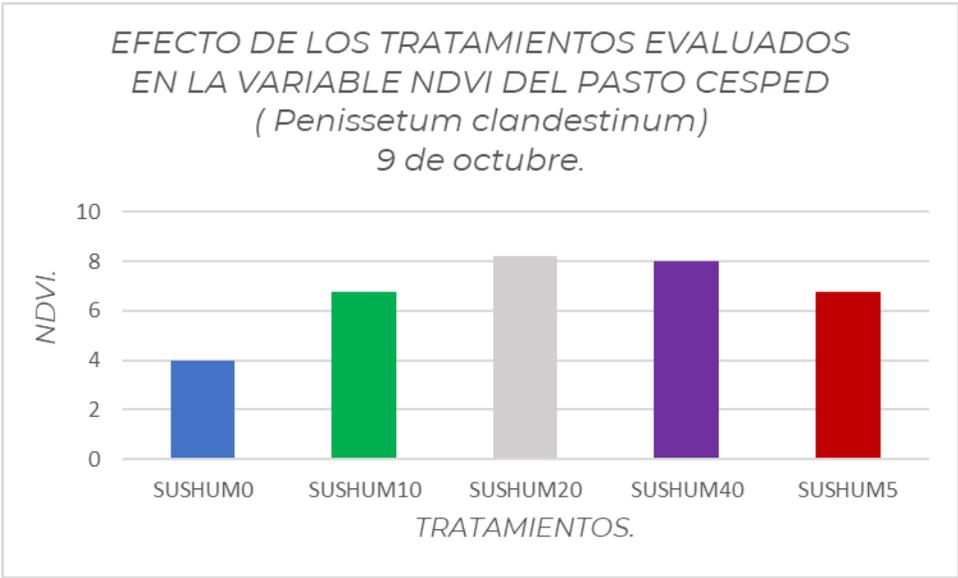
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	8.186667	3	SUSHUM20
B	7.980000	3	SUSHUM40
C	6.786667	3	SUSHUM5
C	6.780000	3	SUSHUM10
D	3.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 24) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 9 octubre dividió los grupos en 4 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 20 con una media mayor de 8.186667 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media de 7.980000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM5 y SUSHUM10 los cuales corresponden a sustancias húmicas a una dosis de 5 y 10 con unas medias de 6.786667 y 6.780000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 3.980000 siendo este con el que menor efecto sobre NDVI se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 12 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM20 sustancias húmicas a una dosis de 20 el que muestra un mejor comportamiento con relación a el NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 12 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 9 octubre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.13. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar los tratamientos T

SUSHUM20 y SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 con una media mayor de 55.986667 y 55.980000 siendo los que mejor efecto obtuvieron en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 24.980000 (Grafica 13).

Tabla 25 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raiz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: craiz

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1940.791373	323.465229	8086631	<.0001
Error	8	0.000320	0.000040		
Total correcto	14	1940.791693			

R-cuadrado 1.000000 Coef Var 0.014123 Raiz MSE 0.006325 craiz Media 44.78267

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	1940.776160	485.194040	1.213E7	<.0001
blo	2	0.015213	0.007607	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 25) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raiz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Tabla 26 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para craiz

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

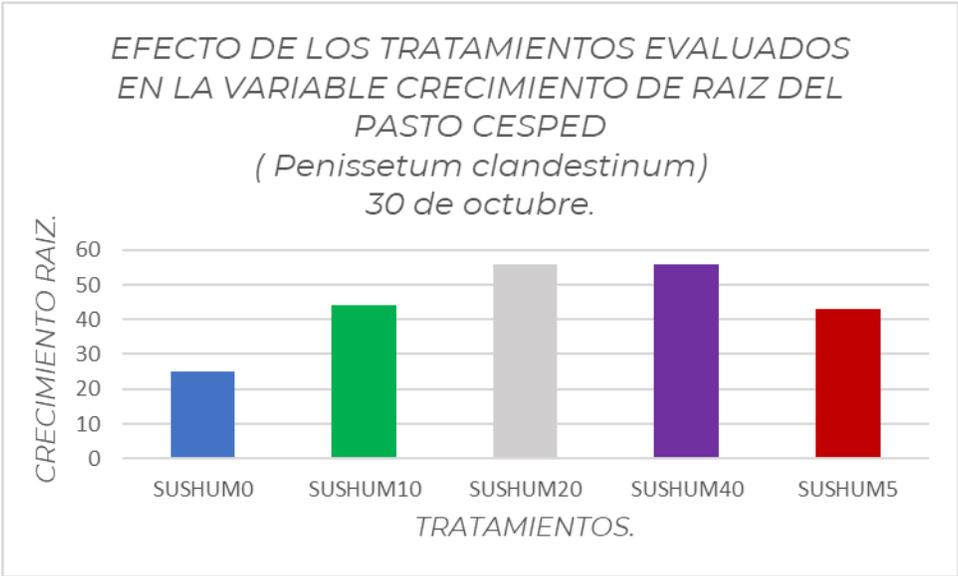
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	55.986667	3	SUSHUM20
A	55.980000	3	SUSHUM40
B	43.980000	3	SUSHUM10
C	42.986667	3	SUSHUM5
D	24.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 26) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre dividió los grupos en 4 grupos. En el grupo letra A se encuentran los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 los cuales corresponden a sustancias húmicas en dosis de 20 y 40 con unas medias mayores de 55.986667 y 55.980000 siendo estos con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 43.980000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 42.986667, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 24.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento de raíz se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 13 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 los que muestran un mejor comportamiento con relación a el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 13 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.14. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*)

30 octubre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento foliar al utilizar el T SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media mayor de 46.980000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 17.980000 (Grafica 14).

Tabla 27 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Procedimiento ANOVA

Variable dependiente: choja

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	1632.335373	272.055896	6801397	<.0001
Error	8	0.000320	0.000040		
Total correcto	14	1632.335693			

R-cuadrado 1.000000
 Coef Var 0.017101
 Raiz MSE 0.006325
 choja Media 36.98267

Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	1632.320160	408.080040	1.02E7	<.0001
blo	2	0.015213	0.007607	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc.Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 27) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Tabla 28 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para choja

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

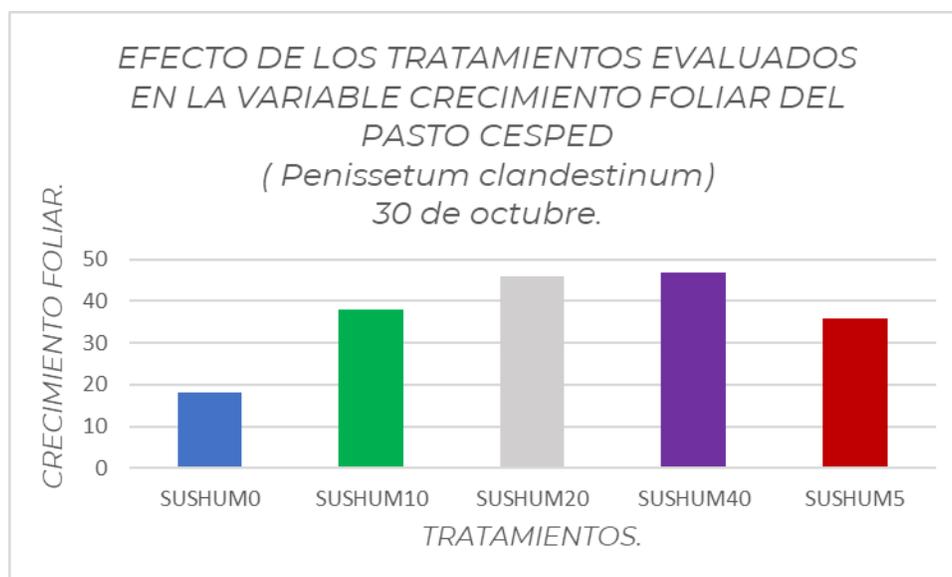
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	46.980000	3	SUSHUM40
B	45.986667	3	SUSHUM20
C	37.980000	3	SUSHUM10
D	35.986667	3	SUSHUM5
E	17.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 28) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponden a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 46.980000 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 45.986667, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 37.980000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 35.986667, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 17.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento foliar se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 14 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 el que muestra un mejor comportamiento con relación a el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 14 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.15. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre.

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el

NDVI al utilizar el T SUSHUM20 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media mayor de 8.386667 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 4.580000 (Grafica 15).

Tabla 29 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: NDVI					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	27.80577333	4.63429556	115857	<.0001
Error	8	0.00032000	0.00004000		
Total correcto	14	27.80609333			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	NDVI Media	
	0.999988	0.089045	0.006325	7.102667	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	27.79056000	6.94764000	173691	<.0001
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 29) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM20 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Tabla 30 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para NDVI

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

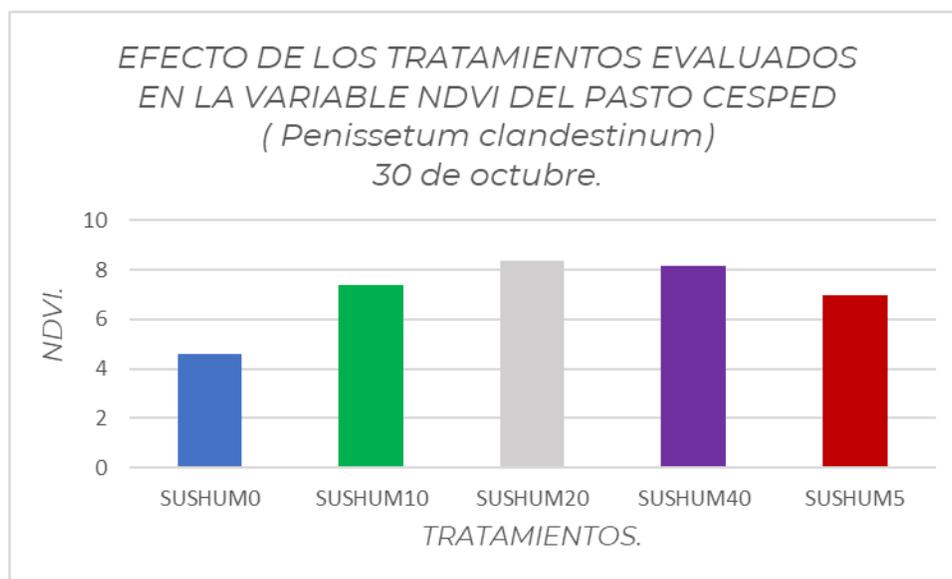
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	8.386667	3	SUSHUM20
B	8.180000	3	SUSHUM40
C	7.380000	3	SUSHUM10
D	6.986667	3	SUSHUM5
E	4.580000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 30) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 30 octubre dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 20 con una media mayor de 8.386667 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media de 8.180000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 7.380000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 6.986667, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 4.580000 siendo este con el que menor efecto sobre NDVI se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 15 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM20 sustancias húmicas a una dosis de 20 el que muestra un mejor comportamiento con relación a NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 15 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 30 octubre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.16. Evaluación del efecto de sustancias humicas heterogeneas sobre el crecimiento de raiz del pasto cesped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre

La variable evaluación del efecto de sustancias humicas heterogeneas sobre el crecimiento de raiz del pasto cesped (*Pennisetum clandestinum*)

20 noviembre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar el T SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media mayor de 61.980000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 25.980000 (Grafica 16).

Tabla 31 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: craiz					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	2528.831373	421.471896	1.054E7	<.0001
Error	8	0.000320	0.000040		
Total correcto	14	2528.831693			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	craiz Media	
	1.000000	0.012704	0.006325	49.78267	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	2528.816160	632.204040	1.581E7	<.0001
blo	2	0.015213	0.007607	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 31) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Tabla 32 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para craiz

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

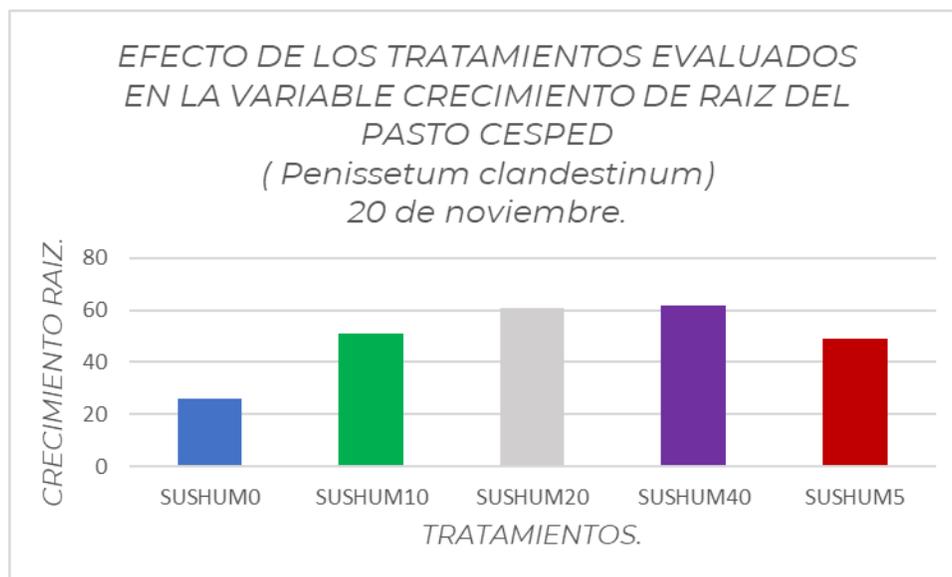
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	61.980000	3	SUSHUM40
B	60.986667	3	SUSHUM20
C	50.980000	3	SUSHUM10
D	48.986667	3	SUSHUM5
E	25.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 32) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 61.980000 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 60.986667, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 50.980000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 48.986667, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 25.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento de raíz se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 16 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 el que muestra un mejor comportamiento con relación a el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 16 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.17. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas

homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el crecimiento de raíz al utilizar los tratamientos T SUSHUM20 y SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 con una media mayor de 34.986667 y 34.980000 siendo los que mejor efecto obtuvieron en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 18.980000 (Grafica 17).

Tabla 33 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: choja					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	558.2153733	93.0358956	2325897	<.0001
Error	8	0.0003200	0.0000400		
Total correcto	14	558.2156933			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	choja Media	
	0.999999	0.020413	0.006325	30.98267	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	558.2001600	139.5500400	3488751	<.0001
blo	2	0.0152133	0.0076067	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 33) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Tabla 34 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para choja

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

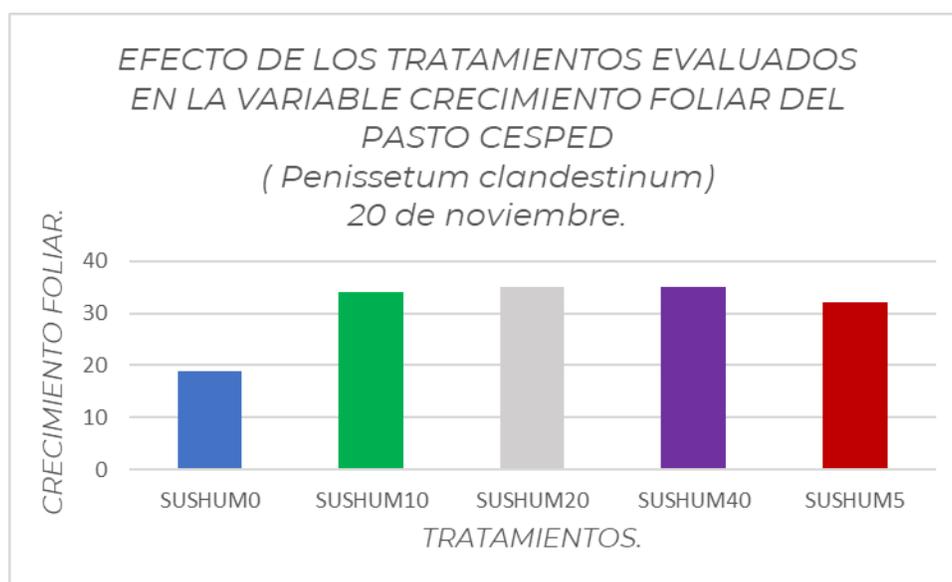
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	34.986667	3	SUSHUM20
A	34.980000	3	SUSHUM40
B	33.980000	3	SUSHUM10
C	31.986667	3	SUSHUM5
D	18.980000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 34) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre dividió los grupos en 4 grupos. En el grupo letra A se encuentran los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 20 y 40 con unas medias mayores de 34.986667 y 34.980000 siendo estos con los que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 10 con una media de 33.980000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 31.986667, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 18.980000 siendo este con el que menor efecto sobre el crecimiento foliar se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 17 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 los que muestran un mejor comportamiento con relación a el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 17 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.18. Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre

La variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre

los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor número de efecto en el NDVI al utilizar los tratamientos T SUSHUM20 y SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 con una media mayor de 8.386667 y 8.380000 siendo los que mejor efecto obtuvieron en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 4.780000 (Grafica 18).

Tabla 35 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: NDVI					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	26.56257333	4.42709556	110677	<.0001
Error	8	0.00032000	0.00004000		
Total correcto	14	26.56289333			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	NDVI Media	
	0.999988	0.086134	0.006325	7.342667	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	26.54736000	6.63684000	165921	<.0001
blo	2	0.01521333	0.00760667	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 35) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Tabla 36 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre.

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para NDVI

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

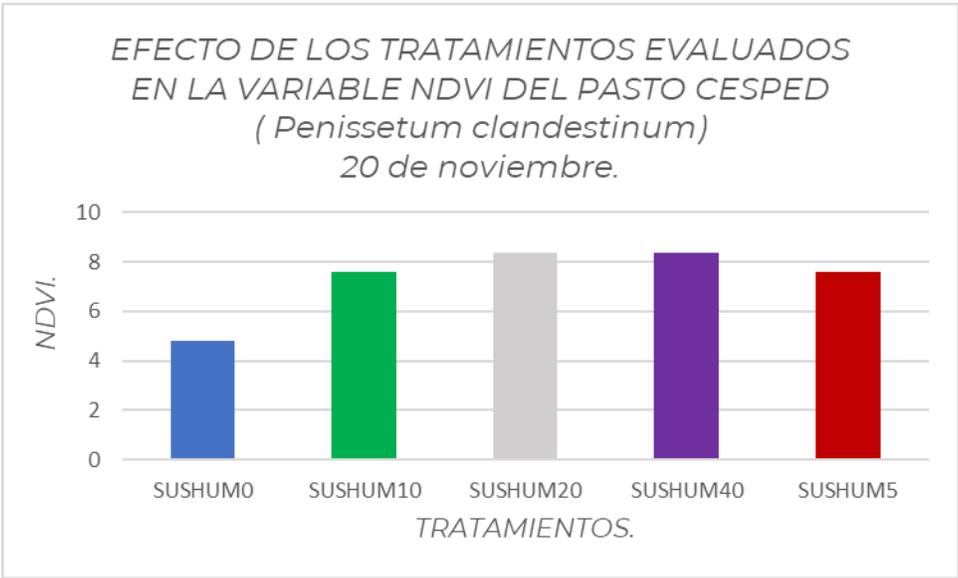
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	8.386667	3	SUSHUM20
A	8.380000	3	SUSHUM40
B	7.586667	3	SUSHUM5
B	7.580000	3	SUSHUM10
C	4.780000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 36) para la variable evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento foliar del pasto césped (Pennisetum clandestinum) 20 noviembre dividió los grupos en 3 grupos. En el grupo letra A se encuentran los tratamientos SUSHUM20 y SUSHUM40 el cual corresponden a sustancias húmicas en dosis de 20 y 40 con unas medias mayores de 8.386667 y 8.380000 siendo estos con los que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentran los tratamientos SUSHUM5 y SUSHUM10 el cual corresponden a sustancias húmicas a una dosis de 5 y 10 con unas medias de 7.586667 y 7.580000, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 4.780000 siendo este con el que menor efecto sobre el NDVI se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 18 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM20 y SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 20 y 40 los que muestran un mejor comportamiento con relación a NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 18 Evaluación del efecto de sustancias húmicas heterogéneas sobre NDVI del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) 20 noviembre.*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

7.19. Evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*)

La variable evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (*Pennisetum*

clandestinum) presento un efecto positivo y diferencias estadísticas homogéneas entre los tratamientos evaluados, alcanzando el mayor rendimiento y costo al utilizar el T SUSHUM40 a base de sustancias húmicas a una dosis de 40 con una media mayor de 465.98000 siendo el que mejor efecto obtuvo en comparación con el T SUSHUM0 que alcanzo una media menor de 4.98000 (Grafica 19).

Tabla 37 Procedimiento de ANOVA para la variable evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raiz del pasto césped (Pennisetum clandestinum)

Procedimiento ANOVA					
Variable dependiente: costotrat					
Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	6	401982.6054	66997.1009	1.6759	<.0001
Error	8	0.0003	0.0000		
Total correcto	14	401982.6057			
	R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	costotrat Media	
	1.000000	0.003599	0.006325	175.7327	
Fuente	DF	Anova SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Trat	4	401982.5902	100495.6475	2.5129	<.0001
blo	2	0.0152	0.0076	190.17	<.0001

Fuente: SAS Institute Inc.Software Version 9.0

En esta variable la prueba ANOVA (tabla 37) arrojo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados en el tratamiento SUSHUM40 en comparación con el SUSHUM0. Se puede observar que el valor de la probabilidad (Pr > F) es menor al nivel de significancia (alfa) 0.05 por lo tanto se puede constatar que existen diferencias significativas entre los tratamientos por lo tanto el uso de sustancias húmicas a una dosis de 40 si ejerció un efecto en la variable evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raiz del pasto césped (Pennisetum clandestinum)

Tabla 38 Procedimiento de Tukey para la variable evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum)

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para costotrat

NOTA: Este test controla el índice de error experimentwise de tipo I, pero normalmente tiene un índice de error de tipo II más elevado que REGWQ.

Alfa	0.05
Error de grados de libertad	8
Error de cuadrado medio	0.00004
Valor crítico del rango estudentizado	4.88575
Diferencia significativa mínima	0.0178

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

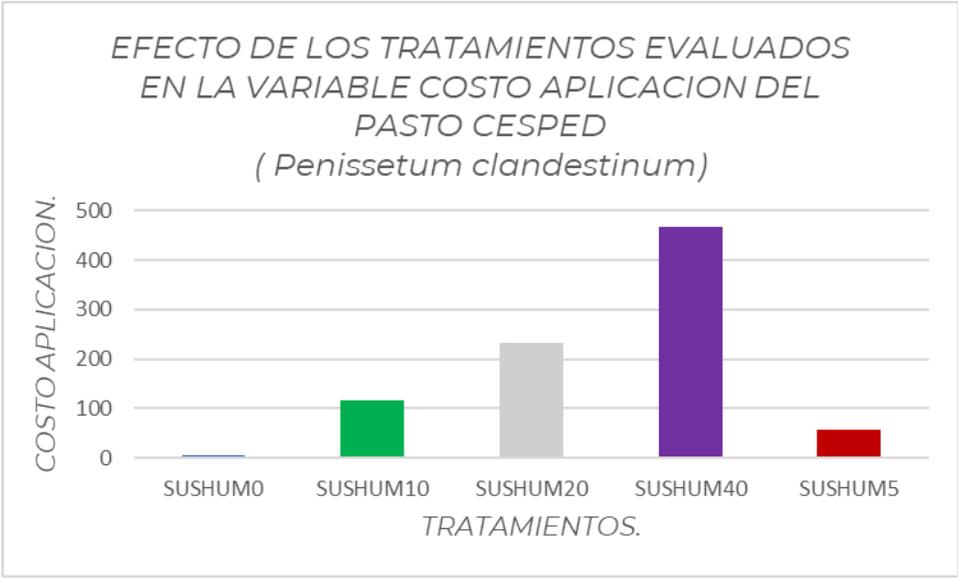
Tukey Agrupamiento	Media	N	Trat
A	465.98000	3	SUSHUM40
B	232.98667	3	SUSHUM20
C	116.48000	3	SUSHUM10
D	58.23667	3	SUSHUM5
E	4.98000	3	SUSHUM0

Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

En el procedimiento de Tukey (tabla 38) para la variable evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raíz del pasto césped (Pennisetum clandestinum) dividió los grupos en 5 grupos. En el grupo letra A se encuentra el tratamiento SUSHUM40 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 40 con una media mayor de 465.98000 siendo este con el que mejores resultados se obtuvieron, en el grupo letra B se encuentra el tratamiento SUSHUM20 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 20 con una media de 232.98667, en el grupo letra C se encuentra el tratamiento SUSHUM10 el cual corresponde a sustancias húmicas en dosis de 10 con una media de 116.48000, en el grupo letra D se encuentra el tratamiento SUSHUM5 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 5 con una media de 58.23667, en el grupo letra E se encuentra el tratamiento SUSHUM0 el cual corresponde a sustancias húmicas a una dosis de 0 con una media de 4.98000 siendo este con el que menor rendimiento y costo se obtuvo.

Al observar los resultados obtenidos en la variable evaluada podemos observar en la gráfica 19 que si existen diferencias significativas entre los tratamientos siendo el tratamiento SUSHUM40 sustancias húmicas a una dosis de 40 el que muestra un mejor comportamiento con relación a el costo de la aplicación de sustancias húmicas del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*) en comparación con el SUSHUM0.

*Grafica 19 Evaluación del costo de la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas sobre el crecimiento de raiz del pasto césped (*Pennisetum clandestinum*)*



Fuente: SAS Institute Inc. Software Version 9.0

VIII. CONCLUSIONES.

El estudio sobre el efecto de sustancias húmicas heterogéneas en el césped Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo condiciones de estrés físico y ambiental, utilizando un diseño experimental de bloques al azar con cinco tratamientos (SUSHUM0, SUSHUM5, SUSHUM10, SUSHUM20 y SUSHUM40), revela resultados significativos en las variables evaluadas.

En términos de crecimiento de raíz, crecimiento foliar, Índice de Vegetación Diferencial Normalizada (NDVI) y rendimiento global, el tratamiento SUSHUM40 demostró ser el más eficaz. Esto sugiere que una concentración del 40% de sustancias húmicas heterogéneas tiene un impacto positivo en los procesos metabólicos y fisiológicos del césped Kikuyo, mejorando su resistencia al estrés físico y ambiental.

Los resultados respaldan la hipótesis de que la aplicación de sustancias húmicas puede ser una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento del césped Kikuyo en condiciones desafiantes. La mejora observada en el crecimiento de raíz, crecimiento foliar y NDVI indica una mayor capacidad de adaptación y recuperación del césped frente a condiciones adversas.

Además, la evaluación del costo en el rendimiento de crecimiento de raíz destaca que, a pesar de la concentración más alta en el tratamiento SUSHUM40, los beneficios obtenidos superan los posibles costos asociados. Esto sugiere que la aplicación de sustancias húmicas heterogéneas, especialmente en la concentración óptima identificada, podría ser una práctica rentable para mejorar el rendimiento del césped Kikuyo en situaciones de estrés físico y ambiental.

IX LITERATURA CITADA.

- Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L., MacCarthy, P. 1985. An introduction to humic substances in soil, sediment, and water. In humic substances in soil, sediment, and water: Geochemistry, isolation and characterization. G. R. Aiken et al. (Eds) Wiley-Interscience, New York. Pp. 1 – 9.
- Albuzio, A., Ferrari, G., Nardi, S. 1986. Effects of humic substances on nitrate uptake and assimilation in barley seedlings. *Can. J. Soil Science*, 66:731-736.
- Aza, A. E. 2001. Efecto de Ácidos Fúlvicos de dos orígenes en el Tomate. Tesis de Licenciatura, Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México. P. 42.
- Barancikova, G., Senesi, N., Brunetti, G. 1997. Chemical and spectroscopic characterization of humic acids isolated from different Slovak soil types. *Geoderma*. 78 (3-4): 251-266.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-prensa, Barcelona, España. P. 150.
- Cadahía, C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. Pp. 127 -129.
- Chen, Y., y Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth. In humic substances in soil and crop science, selecte readings. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America (Eds.). Madison, Wisconsin, U.S.A. Pp. 161 – 186.
- Coyne M. 2000. Microbiología de suelo: un enfoque exploratorio. Ed. Paraninfo. Madrid, España. P. 416.

- Csicsor, J., Gerse, J., Titkos, A. 1994. The biostimulant effect of different humic substance fractions on seed germination. In N. Senesi, T.M. on human health. Elsevier Science B. V. Amsterdam.
- Drozd, J., y Weber. 1996. The role of humic substances in the ecosystem and in enviromental protection. Proc. 8th Meeting of the IHSS. Wroclaw.
- Estrada, J. 2002. Pastos y Forrajes para el Trópico Colombiano, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia. 506 p.
- Fernandez, V. H. 1968. The actino of humic acids of different sources on the development of plants and their affect on increasing concentration of the nutrient solution. Pontificiae Academiae Scientiarum Scripta Varia. 32: 805 – 850.
- Florenza, P., y Martínez, J. 1991. Horticultura y materia orgánica. Horticultura 66: 42 –50.
- Gallardo, J. 1982. La materia orgánica del suelo, su importancia en suelos naturales y cultivados. Temas de divulgación. Instituto de orientación y asistencia técnica del oeste, No. 6, Salamanca.
- García, C. 1990. Estudio del compostaje de residuos orgánicos. Valoración agrícola. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Murcia.
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-prensa. Bilbao, España. P. 206.
- Guminsky, S., Sulej, J., Glabiszewski, J. 1983. Influence of sodium humate on the uptake of some ions by tomato seedlings. Acta Societatis Botanicorum Poloniae.52, 149 – 164.

- Heike, V. 2009. Taxonomía del Pennisetum Clandestinum
- Kalbitz, K., Popp, P., Geyer, W., Hanschmann, G. 1997. HCH mobilization in polluted wetland soils as influenced by dissolved organic matter. *The Science of the Total Environment*. 204: 37 - 48.
- Labrador, M. J. 2001. La materia orgánica en los ecosistemas. Madrid, España. P. 293.
- Landeros, F. 1993. Monografía de los Ácidos Húmicos y Fúlvicos. Tesis. Área de Hortalizas y Flores. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Quillota, Chile. P. 145.
- León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. (3ª ed.). San José, Costa Rica.: Editorial Agroamérica.
- Lobo, M. Díaz, O. 2001. Agrostología. San José, Costa Rica.: Universidad Estatal a Distancia.
- Lobo, M. Sánchez, O. 2001. En Agrostología. Costa Rica.
- MacCarthy, P., Clapp, C. E., Malcolm, R. L., Bloom, P. R. 1990. An introduction to soil humic substances. Pp. 161-186 in humic substances in soil and crop sciences: selected readings. P. MacCarthy, C. E. Clapp, R. L. Malcom, P. R. Bloom (Eds). Proceedings of a symposium by the IHSS, Chicago, Illinois, December 1985.
- Melo, L. L. 2006. Análisis y caracterización de ácidos fúlvicos y su interacción con algunos metales pesados. Trabajo de Investigación. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, Pachuca de Soto, Hidalgo.

- Moore, G; Sanford, P; Willey, T. 2006. Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). Perennial pastures for Western Australia. En línea. Department of Agriculture and Food Western. Australia. AU. 4 p. Consultado el 01 de agosto del 2016 Disponible en: http://www.agric.wa.gov.au/objtwr/imported_assets/content/past/kikuyu.pdf
- Morales, M. J. 2003. Efecto de la aplicación de sustancias húmicas en el cultivo de liliium (*liliumhibrido asiatico*). Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. P. 170.
- Ocio, J. A., y Brookers, P. C. 1990. *Soil Biological Biochemistry*, 22, 685.
- Piccolo, A., Nardi, S., Concheri, G. 1992. Structural characteristics of humic substances as related to nitrate uptake and growth regulation in plant systems. *Soil Biol. Biochem.* 24: 373 – 380.
- Ramos, R. R. 2000. Aplicación de sustancias húmicas comerciales como productos de acción bioestimulante. Efectos frente al estrés salino. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.
- Schnitzer, M. 2001. The in situ analysis of organic matter in soils. *Canadian Journal of Soil Science* 81: 249 – 254.
- Senesi, N. y Miano, T. M. 1995. The role of abiotic interactions with humic substances on the environmental impact of organic pollutants. In *environmental impact of soil component interactions. Natural and antropogenic organic*. P. M. Huang, J. Berthelin, J. M. Bollag, W. B. McGill, A. L. Page (Eds). Lewis Publishers. CRC Press. Inc. Boca Raton.

- Senesi, N., Miano, T. M., Provenzano, M. R., Brunetti, G. 1989. Spectroscopic and compositional comparative characterization of I.H.S.S. reference and standard fulvic and humic acids of various origin. *Sci. Total Environ.* 81/82: 143-156.
- Silva, J. 1984. Recomendaciones generales sobre gramíneas y leguminosas de clima frío, medio y caliente, Pasto Colombia, ICA-DRI convenio Colombo –Holandes. 38 p
- Sladky, Z. 1959. The effect of extracted humus substances on growth of tomato plants. *Biol. Plant.* 1, 142 – 150.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus chemistry: Genesis, composition, reactions. J. Wiley and Sons, New York, NY.
- Tisdale, S. L. y Nelson, W. 1966. Soil fertility and fertilizers. Segunda edición. Macmillan Company. New York, Estados Unidos. P. 694.
- Tradecorp, 2001. Informe Técnico Humistar. España.
- Vaughan, D., Malcom, R. E., Ord, B. G. 1985. Influence of humic substances on biochemical processes in plants. In: Vaughan, D., Malcom, R. E. (Eds), *Soil Organic Matter and Biological Activity*, Martinus Nijhoff/Junk W, Dordrecht, The Netherlands.
- Veranini, Z. y Pinton, R. 2000. Direct versus indirect effects of soil humic substances on plant growth and nutrition. In the rhizosphere. *Biochemistry and Organic Substances at the Soil-Plant Interface*. Pinton, R., Varanini, Z. and Nannipieri, P. (Eds.) Marcel Dekker. Pp. 141 – 158.
- Vibrans, H. 2009. Pennisetum clandestinum En línea Consultado el 01 de Agosto del 2016 Disponible en: <http://www.conabio.gob>

.mx/malezasdemexico/poaceae/pennisetumclandestinum/
fichas/ficha.htm

Vivas, M. J. 2001. Mejora del desarrollo y la producción vegetal por bioestimuladores. Sustancias húmicas comerciales y alcoholes. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Alicante.

Wang, D. Y., Qing, C. L., Guo, T. Y., Guo, T. J. 1997. Effects of humic acid on transport and transformation of mercury in soil- plant system. *Water, Air and Soil Pollution*. 95:35-43.

Zapata, F. 2000. Kikuyo; Especies Forrajeras Versión 1.0. Colombia: Agrosoft Ltda.

Zsolnay, A. 2003. Dissolved organic matter: artefacts, definition and functions. *Geoderma* 113: 187 - 209.

Zysset, M., y Berggren, D. 2001. Retention and release of dissolved organic matter in podzol B horizons. *European J. Soil Sci.* 52_409 – 421

X. ANEXOS.



Anexo 1 Pasto totalmente seco (Septiembre 2023).



Anexo 2 Podada de pasto seco.



Anexo 3 Cambio de pasto dañado.



Anexo 4 Proceso de oxigenación.



Anexo 5 Aplicacion de las sustancias húmicas de manera foliar en el proceso de oxigenación e integración de minerales.



Anexo 6 Aplicacion del producto en toda la superficie.



Anexo 7 Resultados obtenidos en las variables evaluadas.