

Comparación del efecto de la fertilización con lombrihumus y lixiviado sobre el desarrollo y crecimiento vegetal del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa* L) variedad Cayuse en el municipio de Pamplonita.

Sally Jazmín Castellanos Quintero

Código: 1094276351

Universidad de Pamplona

Facultad de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona

2018

Comparación del efecto de la fertilización con lombrihumus y lixiviado sobre el desarrollo y crecimiento vegetal del cultivo de avena forrajera (Avena sativa L) variedad Cayuse en el municipio de Pamplonita.

Sally Jazmín Castellanos Quintero

Código: 1094276351

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Zootecnista

M.Sc.Zoot. Dixon Fabián Flórez Delgado

Docente

Universidad de Pamplona

Faculta de Ciencias Agrarias

Programa de Zootecnia

Pamplona

2018

Nota de aceptación

Jurado 1

Jurado 2

Jurado 3

Pamplona, 14 de diciembre 2018

Dedicatoria

Dedico este proyecto de grado al padre creador de todas las cosas, que me ha llenado de fuerza y sabiduría al emprender mi camino de conocimiento en mi formación profesional que me condujo hasta el momento en el que estoy ahora; por ello, con toda la humildad que hay en mi corazón y mi alma te lo dedico primero a ti padre celestial.

De igual forma, dedico este proyecto a mi padre, quien es el pilar fundamental de mi vida, a él por enseñarme, guiarme, comprenderme y apoyarme, por su amor incondicional y entrega absoluta, por todo su esfuerzo y dedicación, por sacar hombres y mujeres productivos para esta sociedad. A mi madre, que adoro con mi alma, que a pesar de nuestras diferencias de opiniones siempre ha estado ahí para mí cuando la necesito.

A mis hermanos, Christian y Diana que a pesar de la distancia, siempre están conmigo de espíritu, por ser mi ejemplo a seguir, por ser mis consejeros en momentos de angustia y alegrías.

A mi abuelo Gilberto Castellanos, que por años me enseñó a valorar el campo y su trabajo, por su enfermedad no pudo seguir en él, pero dejó en mí un legado a seguir.

Sally Jazmín Castellanos Quintero

Agradecimientos

Primero doy infinitas gracias a Dios, por haberme dado la fuerza y sabiduría para culminar esta hermosa etapa de mi vida.

Agradezco también la confianza y el apoyo brindado por mi padre y madre que sin duda alguna en el trayecto de mi vida han demostrado el amor y comprensión tanto en mis triunfos como en mis derrotas. A mi padre que gracias a su carácter invencible nos dieron siempre el estudio mis hermanos y a mí, sabiendo que el conocimiento es la mejor arma para nuestra vida.

A mis hermanos que han sido un ejemplo excepcional y que con sus consejos de vida me ha ayudado a afrontar mis retos.

A mi novio Antonio Niño por ser mi soporte en los días más difíciles, por el amor y cariño que siempre me ha demostrado en este tiempo que hemos estado juntos, gracias Toño.

Agradezco especialmente a mis amigos Santiago y Sergio quienes se volvieron una parte importante en mi vida, por su apoyo incondicional en el transcurso de nuestra carrera universitaria, por compartir sus vidas conmigo.

A Jesús Vidal Duarte por toda su colaboración brindada durante el desarrollo y elaboración de este proyecto.

Al Profesor Dixon Flórez y Lino Mesa quienes me han guiado desde el principio de la carrera, gracias por ayudarme en este duro camino de aprendizaje.

Al Rugby que me hizo una mejor persona y me lleno de valores, por brindarme la familia Búfalas RC. Kelly, Mónica, Andreina y Ana María gracias por la amistad y apoyo incondicional.

Sally Jazmín Castellanos Quintero.

LISTA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
SUMMARY.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3. JUSTIFICACIÓN	17
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos específicos.....	19
5. HIPOTESIS	20
5.1 Hipótesis nula:.....	20
5.2 Hipótesis alternativa	20
6. ANTECEDENTES.....	21
7. MARCO TEORICO	24
7.1 Origen de la avena forrajera	24
7.2 La avena como cultivó forrajero.....	25
7.3 Importancia del cultivo de avena forrajera.	26
7.4 Utilizaciones de la avena sativa.....	27
7.5 Calidad del forraje	27
7.6 Clasificación taxonómica	28
7.7 Desarrollo vegetativo de la avena sativa.	29
7.8 Descripción botánica y morfológica	29
7.8.1 Radícula y raíces seminales	29
7.8.2 Raíces principales o adventicias.	29
7.8.3 Tallo principal.....	30
7.8.4 Hojas	30
7.8.5 Etapa de macolla.	31
7.8.6 Etapa de encañado.....	31
7.8.7 Inflorescencias.....	32
7.8.8 Espiguillas	32
8. LA LOMBRICULTURA.....	33
8.1 Historia.....	33
8.2 Marco de referencia.....	34

8.3	Conceptos generales de la lombriz roja californiana.....	35
8.4	Morfología de la lombriz roja californiana.	36
8.5	Estructura de la lombriz.....	36
8.5.1	Partes externas e internas	36
8.6	Lombricompost, lombriabono o lombrihumus.	38
8.7	Lixiviado de lombriz.....	39
8.8	Efecto de los ácidos húmicos respecto a los suelos.	41
8.9	Efecto de los ácidos húmicos respecto a las plantas.....	42
9.	METODOLOGIA.....	43
9.1	Lugar de la investigación.....	43
9.2	Especie forrajera	43
9.3.	Adecuación del terreno.....	44
9.4.	Siembra.....	45
9.5.	Fertilización	46
9.6.	Niveles de fertilización.....	46
9.7.	Toma de datos.	47
9.8.	Pruebas estadísticas.	48
10.	RESULTADOS	50
10.1.	Altura de planta	51
10.2	Número de hojas	52
10.3	Desarrollo de espiga	53
10.4.	Largo de raíz	54
10.5.	Desarrollo de macolla.....	55
10.6.	Grosor de tallo.....	56
10.7.	Producción de biomasa	57
11.	CONCLUSIONES	58
12.	RECOMENDACIONES.....	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	60
	ANEXOS	65

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Características taxonómicas de la avena forrajera.....	29
Tabla 2 Composición nutricional de la avena forrajera	34
Tabla 3 Clasificación taxonómica de la lombriz.....	37
Tabla 4. Crecimiento y desarrollo de la lombriz roja californiana	39
Tabla 5 Composición bioquímica del humus de lombriz	40
Tabla 6. Composición químico orgánico del lixiviado de lombriz	41
Tabla 7 Descripción de los tratamientos empleados... ..	48
Tabla 8. Resumen de varianza de las variables agronómicas.....	51

LISTA DE GRAFICAS.

Grafico 1. Altura de la planta (cm) comparación de la aplicación de lombrihumus y lixiviado en la Avena Forrajera	52
Grafica 2. Numero de hojas en la comparación de la aplicación de lombrihumus y lixiviado en Avena Forrajera.....	53
Grafica 3. Presencia de espiga en la comparación de la aplicación de fertilización con lombrihumus y lixiviado en el cultivo de avena forrajera	54
Grafica 4. Largo de la raíz (cm) en la comparación de la fertilización con lombrihumus y lixiviados en el cultivo de Avena Forrajera	55
Grafica 5. Presencia de Macolla en las plantas comparadas con la fertilización de lombrihumus y lixiviado en avena forrajera	56
Grafica 6. Grosor del tallo en mm de la comparación de fertilización con lombrihumus y lixiviado en el cultivo de Avena Forrajera.....	57
Grafica 7. Producción de biomasa en MS en la comparación de la fertilización con lombrihumus y lixiviados en el cultivo de Avena Forrajera	58

RESUMEN

Este proyecto fue desarrollado con el fin de determinar qué tipo de humus es la más beneficiosa y óptima para el desarrollo vegetal de la Avena Forrajera (*Avena sativa L.*) variedad Cayuse. Se estableció un estudio investigativo en la finca san pedro jurisdicción del municipio de Pamplonita en la vereda Matajira, manejando cuatro (4) tratamientos experimentales, divididas en 16 repeticiones o parcelas, siendo escogidas al azar, logrando obtener los datos de crecimiento vegetal para cada método o tratamiento. Tratamiento 1: parcela testigo a la cual no se le adiciono nada (T0), Tratamiento 2: Se adiciono el lombrihumus de la granja villa marina en concentración de 1 kg (T1), Tratamiento 3: Se adiciono el lombrihumus de la granja villa marina en concentración de 500 gr (T2), Tratamiento 4: Se adiciono 250ml de lixiviado en 750ml de agua (T3). Una vez aplicado el lombrihumus se empezó a evaluar periódicamente el crecimiento y desarrollo vegetal de cada tratamiento, teniendo en cuenta los parámetros agronómicos en la medición adecuada del porcentaje de optimización para cada experimento, manejando como parámetros: fenología, tamaño de la planta, crecimiento radicular, número de hojas, producción de biomasa, crecimiento de macollos y formación de espiga. Este estudio tiene como ventajas la utilización de las materias primas de la producción zootécnica de la lombriz roja californiana, como fuente principal de fertilización orgánica para los cultivos agrícolas para el consumo humano y animal, ya que es un producto de alto valor biológico y mineral. Como resultados se obtuvo que el T1 fertilización con lombrihumus obtuvo los mejores resultados en los parámetros agronómicos evaluados en el estudio, ya que las plantas de dicho tratamiento tuvieron mejor desarrollo vegetal, radicular, mayor número de hojas, presencia de macolla y producción de biomasa. La utilización de fertilizantes orgánicos es una alternativa viable, siendo una fuente de nutrientes para la planta y para el suelo que los productores pueden emplear para mejorar las condiciones de sus cultivos, para reducir costos de fertilización química, protección del suelo y sus cualidades óptimas para su utilización por largos periodos de tiempo.

SUMMARY

This project was developed in order to determine which type of humus is more beneficial and better for the vegetable development of Forage Oats (*Avena sativa* L.) Cayuse variety. An investigative study was carried out in the San Pedro town of Pamplonita in the village of Matajira, handling four (4) experimental treatments, divided into 16 repetitions or plots, being chosen at random, obtaining the plant growth data for each method or treatment. Treatment 1: control plot to which no addition is added (T0), Treatment 2: adds the lombrhumus of the farm Villa Marina in a concentration of 1 kg (T1), Treatment 3: the lombrhumus of the Villa Marina farm is added in a concentration of 500 gr (T2), Treatment 4: 250 ml of leachate is added in 750 ml of water (T3). Once the lombrhumus was applied, the growth and vegetative development of each treatment was periodically evaluated, taking into account the agronomic parameters in the adequate measurement of the percentage of optimization for each experiment, handling as parameters: phenology, plant size, root growth, number of leaves, biomass production, growth of tillers and spike formation. This study has as advantages the use of the raw materials of zoo technical production of the California red worm, as the main source of organic fertilization for agricultural crops for human and animal consumption, since it is a product of high biological and mineral value. As results, it was obtained that the T1 fertilization with lombrhumus obtained the best results in the agronomic parameters evaluated in the study, since the plants of said treatment had better vegetable development, radicular, greater number of leaves, and presence of tiller and production of biomass. The use of organic fertilizers is a viable alternative, being a source of nutrients for the plant and for the soil that producers can use to improve the conditions of their crops, to reduce costs of chemical fertilization, soil protection and their optimum qualities for its use for long periods of time.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de lombrices domesticadas se ha trabajado como herramienta de reciclaje orgánico obteniendo como beneficio de este trabajo el humus y sus lixiviados, la carne de lombriz y la harina de lombriz. La lombricultura es una actividad zootécnica altamente rentable y productiva que permite a los productores del campo colombiano perfeccionar cada una de sus producciones, ya que es rentable, económica y eficiente.¹

En la agricultura sustentable, el uso de materiales orgánicos para el suelo es necesario ya que estas son fuente esencial para reconstruir sus características naturales y para la asimilación de los nutrimentos. Durante la revolución verde la utilización de fertilización al suelo se centraba en la aplicación de fertilizantes químicos a base de nitrógeno (N) y fosforo (P), excluyo al abono orgánico que fue base y sustento de la agricultura por siglos.¹

Los irracionales manejos en las prácticas de fertilizantes químicos en los sistemas agrícolas intensivos son los mayores responsables de la degradación en la calidad del agua, debido a las altas concentraciones de nutrientes que son liberados, los cuales terminan contaminando todo el suelo y las aguas superficiales.² Tanto así que la parte biológica del suelo va muriendo poco a poco. El uso intensivo del suelo durante años genera grandes problemas de contaminación y degradación el cual ha traído consigo una alteración en el sistema productivo.³

¹ Arrendo V., C. 1996 Aplicación de estiércol bovino como complemento de la fertilización química del maíz de temporal. In: Memorias del VVVII congreso nacional de la ciencia del suelo. Cd. Obregón, Sonora, México. 194

² Townsend, C.R., Begon, M. y Harper, J.L. 2008. Essentials of ecology. Tercera edición, Blackwell publishing, Oxford, 510pp

³ Legaz, F. y E. Primo. Millo. 1992. Influencia de la fertilización nitrogenada en la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas. Levante agrícola 317-318, 4-15.

Los abonos orgánicos han sido utilizados desde la antigüedad por su ya demostrada influencia sobre la fertilidad de los suelos, aunque su efecto varía según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad.⁴ Teniendo en cuenta que la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que no difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos.⁵

La fracción líquida que se obtiene de los procesos de compostaje se conoce como extractos, téis y lixiviados en el caso de humus de lombriz, y son considerados como fertilizantes líquidos orgánicos.⁶ Salas y Ramírez, 2001 puntualizaron la necesidad de desarrollar tecnologías adecuadas para la producción de abonos orgánicos de buena calidad que permitan su comercialización y correcta utilización en la agricultura, especialmente con lo referente a las concentraciones de nutrientes disponibles para las plantas.

La avena (*Avena sativa* L.) es una planta importante como productora de grano, que también se utiliza como forraje para la alimentación de animales en pastoreo, heno o ensilado.⁷ En la mayoría de fincas de ganadería de leche, se utiliza gran cantidad de concentrados, los cuales son de alto costo. La avena forrajera es un forraje de alta calidad y de fácil manejo que permite reducir el uso de concentrados y mantener la producción lechera. La concentración nutrimental en el forraje es esencial para el crecimiento y reproducción de animales. Los macronutrientes, elementos requeridos en grandes cantidades, son componentes importantes de huesos y tejidos, sirven como constituyentes de fluidos corporales y juegan roles vitales en las funciones metabólicas. Los micronutrientes están presentes en los tejidos del cuerpo en muy bajas concentraciones y frecuentemente sirven como componentes de metaloenzimas

⁴ Romero-Lima, R., A. Trinidad-Santos, R. Gracia-Espinoza y R. Ferrera-Cerrato. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelos con abonos orgánicos y minerales. *Agro ciencia* 34, 261-269.

⁵ Castellanos R., J.Z. 1980. El estiércol como fuente de nitrógeno. *Seminarios técnicos* 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Secretaría de Agricultura y recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.

⁶ Fortis-Hernández M., J. A. Leos-Rodríguez, P. Preciado-Rangel, I. Orona-Castillo, J. A. García-Salazar, J. L. García-Hernández y J. A. Orozco-Vidal (2009) Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana* 27:329-336.

⁷ Ramírez-Ordóñez S., D. Domínguez-Díaz, J. J. Salmerón-Zamora, G. Villalobos-Villalobos y J. A. Ortega-Gutiérrez (2013) Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. *Revista Fitotecnia Mexicana* 36:395-403.

y cofactores enzimáticos. Por su importancia en la nutrición del ganado, el análisis de laboratorio de los macro y micronutrientes contenidos en los alimentos es necesario para precisar la formulación de dietas a fin de satisfacer los requerimientos a bajo costo.⁸

Este estudio se realizó con el fin de evaluar las propiedades naturales que tiene el humus de lombriz en algunos cultivos productores de forraje verde para el uso pecuario, siendo este un gran activador de la tierra, ayudando a sus características propias, además de ser una fuente de nutrientes para las plantas, donde sus elementos son fácilmente aprovechables, expresando mejores rendimientos agrícolas en los cultivos y a nivel nutricional en la alimentación animal.

⁸NRC, National Research Council (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. National Academy Press. Washington, D. C. 408 p.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A través del tiempo la producción agrícola y pecuaria se ha transformado en un factor clave de la economía colombiana y global, ya que son los pilares generadores de recursos y productos para lograr satisfacer la demanda alimentaria de la humanidad, generando productos de muy alta calidad para permitir el adecuado desarrollo biológico de cada individuo.

En la actualidad la aridez del suelo se considera como uno de los grandes problemas ambientales en el mundo, ya que afecta aproximadamente al 70% de sus tierras áridas y, en la mayoría de países se presenta una tendencia hacia su agravación. Las prácticas agronómicas convencionales como los monocultivos, la fertilización química, la aplicación de pesticidas y demás, producen una reducción significativa en la diversidad biológica y de la biota edáfica en general, destruyendo también los microorganismos beneficiosos y perjudicando la fertilidad natural del suelo, ocasionando pérdidas de grupos capaces de favorecer el desarrollo vegetal".⁹

Los abonos orgánicos pueden aportar cantidades considerables de nutrientes importantes para el desarrollo de los cultivos. Sin embargo la influencia del lombrihumus sobre las propiedades intrínsecas tanto del suelo como de los cultivos depende de la cantidad, tipo y tamaño de los materiales orgánicos añadidos. "El Lombrihumus constituye una alternativa eficaz para disminuir la cantidad de fertilizantes inorgánicos que se utilizan en todos los cultivos, ya que conduce a mejorar las propiedades del suelo y al retención de nutrientes, dando así mejores resultados y efectos positivos sobre el crecimiento de las plantas".¹⁰

La granja experimental Villa marina posee una producción de lombriz roja californiana y sus derivados orgánicos que son el lombrihumus y sus lixiviados, materias primas de alta calidad biológica, brindando a la región oportunidades de

⁹ Altieri A. Miguel. 1999. Agroecología Bases científicas para una agricultura sustentable.

¹⁰ Yardim, E.N., Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Oliver, T.J., and Byrne, R.J. 2006. Suppression by vermicomposts of tomato hornworm (*Manduca quinquemaculata*) and cucumber beetle (*Acalymma vittatum*) populations and damage. 50: 23-29

aprovechamiento de estos compuestos orgánicos para sus diferentes producciones vegetales. “La búsqueda de soluciones que permitan la recuperación y el reciclaje racional de los desechos y subproductos orgánicos constituye una imperiosa necesidad para un adecuado desarrollo tecnológico y la salvaguarda del medio ambiente”.¹¹

La avena forrajera es un componente importante en la producción animal, ya que es usada como forraje verde, cultivo acompañante en el establecimiento de praderas, ensilaje, heno además de constituir parte de las raciones, a más de producir en poco tiempo una gran cantidad de forraje a menor costo a comparación de otros forrajes, en términos de maquinaria e insumos.¹²

La avena ocupa el sexto lugar de los cereales que se producen en el mundo; donde se distinguen tres grandes productores a nivel mundial que son la antigua Unión Soviética (Rusia), los Estados Unidos de América y la Unión Europea, quienes suman el 72% de toda la producción mundial, reportado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). La avena forrajera es utilizada básicamente para alimentar especies animales.¹³

Para dar solución a dicho problema se estudiaron los métodos fundamentados en la producción zootécnica de la lombriz roja californiana como principal recicladora natural del planeta.

La presente investigación se abordó desde la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué tipo de lombrihumus o lixiviado tiene mayor eficiencia teniendo en cuenta los parámetros agronómicos del cultivo de avena forrajera (*Avena sativa*) variedad cayuse en la finca san pedro, vereda matajira municipio de pamplonita?

¹¹ (Martínez RF. Lombricultura: manual práctico. 1ra ed. Instituto de Suelos, La Habana; 2003)

¹² Romero et al, 2000; variedades de avena y su utilización en producción animal e industrial, Centro Regional De Investigación Carillanca, Chile.

¹³ Leyva E., Soto A, Espitia E., Villaseñor H., Gonzales R. y Huerta J. 2004. Etiología e incidencia de la antracnosis *Colletorrichum graminicola* (Ces.) G. W. Willis. De la avena (*Avena sativa* L.) en Michoacan, Mexico. Revista Mexicana de Fitopatología, Mexico, 22 (003): 351-355.

3. JUSTIFICACIÓN

Las buenas prácticas agrícolas son bien acogidos en cualquier campo productivo ya que la conservación y cuidado del medio ambiente son primordiales para cualquier administrador agropecuario, los fertilizantes y agroquímicos convencionales, tienen un impacto perjudicial a las características físicas, químicas y biológicas del suelo, trayendo consigo la contaminación y destrucción de los componentes más importantes para cualquier actividad agrícola y pecuaria que son: “el suelo y el agua”. Siendo una actividad bastante realizada por los productores del agro colombiano, con la justificación que se ve en los resultados más rápidos y mejores asimilaciones nutricionales para las plantas en diferentes estados fisiológicos del crecimiento vegetal. Aunque se les presenten alternativas mucho menos perjudiciales para mitigar este impacto, muchos de los productores no desean cambiar como producen por el hecho de su aprendizaje empírico y siempre utilizado por sus antepasados.¹⁴

Las lombrices son animales altamente prolíferos, y la utilización del lombrihumus se ha considerado una práctica fácil de establecer debido a que brinda un sin número de beneficios, por las altas concentraciones nutricionales que le aporta al suelo, además de que la lombricultura no requerir grandes inversiones en instalaciones ni alimentación, brindando así mayores porcentajes productivos. Teniendo en cuenta lo anterior es necesaria la realización de estudios experimentales para la obtención de resultados científicos de consoliden la investigación en las teorías de los abonos orgánicos, que dichos productos de la lombricultura puedan ser brindados a todo tipo de cultivos, pudiendo así mitigar el impacto de los fertilizantes y agroquímicos utilizados en la agricultura convencional, dando paso a la expansión de la lombricultura como producción zootécnica utilizando favorablemente los desechos orgánicos que generamos en nuestro diario vivir.¹⁴

En la ganadería de leche se utiliza gran cantidad de concentrados, los cuales generan altos costos de producción. La avena forrajera es un forraje de alta

calidad y de fácil manejo que permite reducir el uso de concentrados y mantener la producción de leche. Este forraje se adapta mejor de los 1600 a los 3400 msnm, sin embargo, reportaron que la mayoría de las variedades que se han evaluado se adaptan en los 1800 msnm, la avena contiene de 8 a 12 % de proteína cruda y entre 60 y 85 % de digestibilidad, sin embargo, los valores dependen de la variedad y el manejo que se les dé. ¹⁴

También es de alto valor alimenticio ya que contiene concentraciones significativas en el componente de carbohidratos fermentables o almidones, razón por la cual se cultiva como forraje para la alimentación de rumiantes. ¹⁵

Los fertilizantes proveen los nutrientes necesarios para el crecimiento y desarrollo de las plantas, los usos de fertilizantes inorgánicos pueden aumentar la productividad de manera asombrosa, pero su costo es elevado, además de que su uso indiscriminado causa daños ambientales perjudiciales para las producciones agrícolas. Por esta razón se buscan alternativas como la aplicación de fertilizantes orgánicos pues estos pueden suplir los requerimientos nutricionales de los cultivos, asemejar la producción de forraje y propiciar características agronómicas de calidad que se obtiene con el uso de fertilizantes químicos. ¹⁶

¹⁴ Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de tecnología agropecuaria. LA AVENA FORRAJERA: UNA ALTERNATIVA PARA SUPLEMENTAR SUS VACAS LECHERAS. Costa rica 2016

¹⁵ Rodríguez, C. & Sana, W. Importancia de la cebada y la avena en la alimentación animal. El cerealista. 9-12, 2007

¹⁶ Echeverri-Zuluaga, J.; Restrepo, L. F. & Parra, J. E. Evaluación comparativa de los parámetros productivos y agronómicos del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) bajo dos metodologías de fertilización. Revista Lasallista de Investigación. 7 (2):94-100, 2010.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Evaluar el efecto de la fertilización con lombrihumus y lixiviado sobre las variables agronómicas y productivas de la Avena Sativa variedad Cayuse en el municipio de Pamplonita

4.2 Objetivos específicos

- Analizar las variables agronómicas de la Avena Forrajera Variedad cayuse bajo fertilización con lombrihumus y lixiviado.
- Estimar la producción de biomasa base materia seca de la Avena Forrajera Variedad cayuse bajo fertilización con lombrihumus y lixiviado.

5. HIPOTESIS

51 Hipótesis nula: La avena forrajera variedad cayuse presentara comportamiento similar bajo fertilización con lombrihumus y lixiviado.

52 Hipótesis alternativa: Al menos uno de los tratamientos de fertilización de la avena forrajera variedad cayuse presentara comportamiento agronómico y productivo diferente.

6. ANTECEDENTES.

El municipio de Pamplonita Norte de Santander ha trabajado desde hace ya muchos años la parte pecuaria agrícola de su dimisión geopolítica, ya que este municipio está constituido por la cabecera municipal y 22 veredas, estas veredas son productoras principalmente en la parte agrícola de papa, cítricos, caña panelera, morón, alverja y frijol, y en la parte pecuaria de bovinos, caballos, porcinos, conejos y aves de corral.¹⁷ Pero hasta el momento se han realizado pocos estudios enfocados a la producción de lombriz roja californiana en el departamento, ya que la gran mayoría de productores de la región no conocen alternativas productivas sostenibles, se ven forzados a utilizar los métodos convencionales de fertilización, generando así daños en las características normales del suelo.

En el país se han registrado antecedentes teóricos en los cuales se trabaja con fertilización orgánica y en la medición de sus efectos en parámetros agronómicos en la especie vegetal Avena Forrajera (*Avena sativa L.*) variedad Cayuse para la producción de biomasa utilizado en la alimentación animal, en este caso específicamente de la fertilización con lombrihumus y lixiviados . Un estudio realizó una evaluación productiva y nutricional en tres variedades de avena forrajera (*Avena Sativa*) variedad cayuse con tres niveles de ferti-riego hidropónico, en el cual expresa las ventajas de la producción de forraje verde hidropónico (FVH) como su alta digestibilidad, bajo costo de producción, alto valor proteico, fácil manejo y producciones durante todo el año, obteniendo como resultado que el mejor rendimiento en biomasa fue el tratamiento regado con 50% de Lombrihumus.¹⁸

Trabajos similares, analizaron los efectos de compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de la berenjena (*Solanum melongena L.*), donde evaluaron características agronómicas como: la altura de la planta, diámetro del tallo, número de frutas por planta y peso del fruto, demostrando mediante el

¹⁷ Plan de Desarrollo Municipal 2016- 2019. Municipio de Pamplonita, Norte de Santander.

¹⁸ Avendaño A., 2017 Evaluación productiva y nutricional de tres variedades de avena forrajera (avena sativa): cayuse, ever leaf y avena nativa, con tres niveles de ferti-riego hidropónico en Monguí- Boyacá.

análisis de varianza que los caracteres vegetativos de la berenjena (altura de la planta, diámetro del tallo, área foliar, características y peso del fruto) no fueron influenciados por la aplicación de lombriabono, compost y lixiviado de humus de lombriz. Donde sí se reportaron diferencias significativas fue en los días de floración, expresando que las plantas fertilizadas con lombriabono fueron precoces, interpretando que el uso de abonos orgánicos es una alternativa de fertilización sostenible.¹⁹

En la Universidad Nacional determinaron el efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*), empleando para dicho estudio diferentes tratamientos de fertilización tanto orgánica como inorgánica, siendo T1=100 % orgánica, T2 =75 % orgánica y 25 % inorgánica; T3= 25 % orgánica y 75 % inorgánica, T4= 100 % inorgánica, y C= control no fertilizado, en condiciones de campo. Expresando que las combinaciones de fuentes de fertilización orgánica e inorgánica presentan una alternativa confiable a corto plazo que garantiza los requerimientos nutricionales del cultivo.²⁰

En estudios análogos se evaluó el efecto de tres abonos líquidos foliares orgánicos con un enriquecimiento adicional de micro elementos para la producción primaria de diferentes especies de pastos promisorios e introducidos, en donde los resultados demostraron que el mejor comportamiento fue el de la aplicación de 200l/ha de humus líquido o lixiviado.²¹

De igual manera se ha estudiado el efecto de diferentes niveles de abono orgánico (humus) en la producción de forraje y semilla de pasto avena (*Arhenatherum elatius*) tomando niveles de 3, 6 y 9 tn/ha como tratamientos y aplicándolos de forma basal, dando mejores resultados en producción de biomasa el tratamiento de 9 tn/ha. Reportaron que la aplicación en grandes

¹⁹ CANTERO, J.; ESPITIA, L.; CARDONA, C.; VERGARA, C.; ARAMÉNDIZ, H. 2015. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L.

²⁰ Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*) Edwin Torres-Moya, Daniel Ariza-Suárez, Carlos D. Baena-Aristizabal, Sebastián Cortés-Gómez, Laura Becerra-Mutis y Camila A. Riaño-Hernández Universidad Nacional de Colombia. 2016

²¹ JIMÉNEZ M., Evaluación del efecto de tres abonos líquidos foliares orgánicos, enriquecido con microelementos en la producción primaria forrajera de diferentes especies de pastos promisorios e introducidos. 2010

concentraciones de abono orgánico expresa mejores rendimientos en el crecimiento y desarrollo de la planta.²²

De igual manera se ha analizado la influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) donde se realizaban aplicaciones cada 7 días desde la fase fenológica, exponiendo que los tratamientos que recibieron los beneficios de vermicompost a partir del estiércol vacuno, alcanzaron valores de crecimiento y rendimiento significativo al testigo, destacándose el tratamiento de 1:60 de extracto líquido del vermicompost respecto al resto de aplicaciones.²³

La Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” 2010 efectuó la diferenciación de características agronómicas de maíz forrajero (*Zea mays*, L) con diferentes tratamientos de fertilización orgánica, utilizando 5 tratamientos con 4 repeticiones para un total de 20 unidades experimentales, en donde T3: Vermicompost logro alcanzar los valores más significativos en la altura de la planta, el número de hojas, peso de la mazorca, diámetro polar y ecuatorial.²⁴

²² Lopez B. Estudio del efecto de diferentes niveles de abono orgánico en la producción de forraje y semilla de pasto avena aplicado en forma basal. Ecuador 2007.

²³ Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. cc-25– Guillermo Hernández del Valle1, Orlando Hernández González, Fernando Guridi Izquierdo, Norma Arbelo Fortes. 2012 La Habana Cuba.

²⁴ Ruiz A., Diferenciación de características agronómicas de maíz forrajero (*Zea mays* L) con diferentes tratamientos de fertilización orgánica. México 2010

7. MARCO TEORICO.

La producción animal es una fuente primordial de ingresos económicos para un porcentaje de familias en territorio colombiano, ya que la proteína de origen animal es una base de la pirámide nutricional, por ende, los productos que nos brindan los animales son sumamente importantes en el crecimiento y desarrollo de las personas. Para que un animal pueda expresar sus rasgos productivos este debe estar en las condiciones óptimas de bienestar, contando con la nutrición apropiada, con las instalaciones necesarias y en óptimas condiciones de sanidad para su desarrollo y producción normal. La mayoría de las especies productivas son herbívoras que consumen plantas, esto conlleva a los productores a tener altas cantidades de materia vegetal para poder alimentar adecuadamente a sus especímenes. La demanda alimenticia de cada producción está sujeta a los requerimientos nutricionales que demande cada especie. La producción de forraje es una alternativa eficaz para suplir dichos requerimientos a un bajo costo, por ende, forrajes de alto valor nutricional son sembrados para ser suministradas como forraje verde en épocas de abundancia o como ensilaje o heno en épocas de escases. El valor nutricional de un forraje se puede expresar en términos de su digestibilidad, su consumo y la eficiencia con que sus nutrientes son usados por el animal.²⁵

7.1 Origen de la avena forrajera.

Las civilizaciones griegas y romanas no se interesaron nunca por la avena porque solo se conocía esta especie vegetal, como una mala hierba campestre. Su mejora genética fue realizada por las colonias que habitaban el actual país de Kazajistán y Armenia, desde allí la avena se propago hacia el Noroeste desde tiempos remotos. Todavía hoy en día, en las regiones meridionales ahorran este cereal exclusivamente a la alimentación animal. La procedencia de la palabra

²⁵Carulla J., Cardenas E., Sanchez N., Roveros C., Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia.

"avena" no está muy clara. Los romanos la utilizaban sin distinción, tanto para describir la avena silvestre como la cultivada. Muy probablemente el nombre deriva del sánscrito "avi" que significa "cordero" o "avása", que quiere decir "alimentarse", por lo que se relacionó con el "animal" y por consiguiente como alimento para los animales. No fue hasta el Medievo que empezaron a descubrir sus méritos y sus campos de aplicación. Lonícero escribió en 1737 en su Libro que "la avena es un cereal útil para la alimentación del ganado y para el hombre".

26

7.2 La avena como cultivó forrajero

La avena es un cereal anual, muy cultivado en países templados y subtropicales que también se adapta a las condiciones tropicales de gran altitud. Los granos de avena son usados como alimento humano y animal, y la avena se puede usar para pastoreo o para conservar como heno.²⁷

La avena forrajera posee una composición química muy equilibrada, valiosa nutricionalmente aparte de segura, la avena se distingue de otros cereales ya que en sus características naturales tiene alto contenido de proteína y la composición de aminoácidos es equilibrada y las grasas y aceites que posee este grano son de alta calidad, así refuerza su valor energético. La cantidad de lípidos en la avena es mayor que la de otros cereales, brindado así mayor valor energético de los piensos. Se ha observado que la digestibilidad del almidón de la avena es más eficiente que la de otros cereales tales como el maíz y la cebada. La avena presenta un elevado contenido de lípidos ricos en ácidos oleicos y linoleicos.²⁶ Contiene las vitaminas B1, B2 y B6 así como las vitaminas A, K y E.

²⁶ Vogel A. Enciclopedia de las plantas Avena sativa L. Tomado del sitio web el 28 de noviembre 2018 : <https://www.avogel.es/enciclopedia-de-plantas/avena-sativa.php>

²⁷ Suttie J.M Colección FAO: Producción y Protección vegetal N° 29. CONSERVACION DE HENO Y PAJA para pequeños productores y en condiciones pastoriles. 2003. Tomado del sitio web el 27 de noviembre 2018: <http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s09.htm>

también contiene valiosos minerales, micronutrientes, antioxidantes y esteroides.

28

La avena puede destinarse a cosecha de grano/semilla, el uso más común de los tres tipos de cultivos en Uruguay es para pastoreo directo. Cada año se pastorea una porción importante del área total sembrada, mientras que la parte restante se cosecha para producir heno y grano (doble propósito).²⁹

7.3 Importancia del cultivo de avena forrajera.

La avena (*Avena sativa L.*) es uno de los cereales más importantes del mundo, pues ocupa el sexto lugar en la producción de grano después del trigo (*Triticum aestivum L.*), maíz (*Zea mays L.*), arroz (*Oryza sativa L.*), cebada (*Hordeum vulgare L.*) y sorgo (*Sorghum bicolor L. Moench.*).³⁰

En las épocas secas se originan escasez forrajera la cual requiere la búsqueda de alternativas de conservación y promover el uso de especies arbóreas que sirvan para complementar las necesidades alimentarias. El ensilaje, aparte de conservar los forrajes, permitirá reducir los riesgos de contaminación, aminorar los niveles de metabolitos secundarios o factores anti nutricionales que puedan estar presentes en el follaje de algunas plantas y garantizar un suministro permanente a los animales.³¹

Su importancia e implementación ha ido creciendo en los últimos años, en consecuencia, a la falta de gramíneas para la alimentación animal en las épocas de sequía, los elevados costos de los cereales y alimentos balanceados, dan

²⁸ El uso de la avena en la alimentación de los animales domésticos ES 2013, este folleto fue elaborado por el comité de cereales finlandés. Tomado del sitio web el 27 de noviembre 2018:

<https://docplayer.es/10642990-La-avena-en-la-alimentacion-de-los-animales-domesticos.html>

²⁹ Tomado del sitio web el 20 de noviembre 2018

<http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/avena.pdf>

³⁰ Murphy, J.P., and Hoffman, L.A. 1992. The origin, history and production of oat. pp. 1-28. In: M.G. Marshall and M.E. Sorells (eds.). Oat Science and Technology. American Society of Agronomy Inc. and Crop Science Society of American Inc. Madison, WI, USA. 286 p.

³¹ Aguirre, J.; Cabrera, A. Evaluación de la calidad nutricional del ensilaje de (*Sambucus peruviana*, *Smallanthus pyramidalis* y *Acacia decurrens*) en minifundios del Municipio de Cumbal – Nariño. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2010. 119 p.

como resultado la necesidad de buscar y saber aprovechar más los recursos locales a favor de las producciones pecuarias, conduciéndola aun estado sostenible y altamente productivo.³⁰

7.4 Utilizaciones de la avena sativa

En la alimentación humana actual la avena es una fuente rica en fibra y minerales, que es utilizada para crear alimentos de la canasta familiar cotidiana como panes, galletas, ensaladas, batidos y demás preparaciones culinarias. Las preparaciones con avena son beneficiosas para la salud humana. Personas que tengan enfermedades del tracto digestivo suelen consumir cantidades diagnosticadas por sus médicos y nutricionistas ya que por su alto contenido de fibra soluble e insoluble hace el tránsito intestinal se regule, también cuida y protege las mucosas digestivas, ayudando a enfermedades como la gastritis, acidez estomacal, colon irritable y hemorroides.³²

7.5 Calidad del forraje

La nutrición se refiere a la relación que existe entre el valor nutritivo de ingrediente y la capacidad de los animales para convertirlos en productos como: carne, leche, huevos, grasa, quedando en función el grado de digestibilidad; la calidad del forraje se define por la capacidad de suministrar los requerimientos nutricionales necesarios a los animales incluyendo su aceptabilidad, estructura química y digestibilidad del mismo.³²

Para la avena hay dos métodos de cosecha ya sea para forraje o para grano. Al implementar la avena como forraje, se puede cortar alrededor de 105 días y el grano llega a su madurez fisiológica a los 160 días, teniendo producciones de forraje de 45 - 50 toneladas por Ha y un 16% de proteína. En grano de 3,7 toneladas por Ha con un 18% de proteína (ICA-Gualcala). Para emplear la avena

³² Fontanetto, H.; Keller, O.; F., García; & Ciampitti, I. Fertilización nitrogenada en avena. Informaciones agronómicas IPNI No. 38. p. 25-26, 2008.

como forraje, este se puede cortar cuando los promedios de las plantas se encuentren alrededor de 8cm, debido a que si no se corta se tendrían los mismos efectos del sobrepastoreo y por ende menos recuperación del cultivo al emplearse como heno tiene un porcentaje promedio de 8.2% de proteína.³³ La avena y la cebada son comúnmente cultivadas para henificar mientras que el trigo no es tan apreciado y el centeno es considerado ordinario. Los cultivos de cereales afectados por sequías a menudo son usados para heno.²⁴ El momento de cosecha del cultivo con mayor cantidad de nutrientes, especialmente almidones, se da cuando más de la mitad del cultivo tiene el tercio medio de las espigas con los granos en estado lechoso – pastoso, encontrándose granos maduros en el tercio superior, de color marrón.³⁴

7.6 Clasificación taxonómica.

La avena forrajera es un forraje utilizado para la alimentación humana y animal, donde sus características taxonómicas se ven evidenciadas en la siguiente tabla.

Tabla 1. Características taxonómicas de la avena forrajera.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Poales
Familia	Poaceae, pooideae
Tribu	Aveneae
Genero	Avena
Especie	Avena sativa
Variedad	Cayuse

Tomado de: Pagina web “SALUD Y BUENOS ALIMENTOS” avena sativa

³³ PEARSON, C.J. ISON, R. L. Agronomía de los sistemas pastoriles. 1994

³⁴ Villegas. J. Pardo. A. Llanos. L. (2014). Cultivar avena para ensilar es una opción viable, para las ganaderías de lechería especializada. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

7.7 Desarrollo vegetativo de la avena sativa.

Las hojas son planas y alargadas. En la unión del limbo y el tallo tienen una lígula, pero no existen estípulas. El color de la hoja de avena es verde azulado. La inflorescencia es en panícula. Es un racimo de espiguillas de dos o tres flores, situadas sobre largos pedúnculos. Es planta autógena. La dehiscencia de las anteras se produce al tiempo de abrirse las flores. Sin embargo, existe cierta proporción de flores que abren sus glumas y glumillas antes de la maduración de estambres y pistilos, por lo cual se producen degeneraciones de las variedades seleccionadas. El fruto es en cariósipide, con las glumillas adheridas. El grano de avena es un magnífico pienso para el ganado caballar y mular, así como para el vacuno y el ovino. Es buena para animales de trabajo y reproductores por su alto contenido en vitamina E.³⁵

7.8 Descripción botánica y morfológica

7.8.1 Radícula y raíces seminales

La aparición de la radícula, seguida casi inmediatamente por la de las raíces seminales, corresponde a la primera etapa de la germinación. Estas raíces embrionarias presentan pocas ramificaciones y crecen sólo hasta que las plantas alcanzan un estado promedio de tres hojas.³⁶

7.8.2 Raíces principales o adventicias.

Las raíces principales son de carácter adventicio, muy ramificadas, y alcanzan un mayor crecimiento que las del trigo. Este sistema de raíces se origina inicialmente a partir del subnudo que se ubica en el punto de unión del mesocotilo

³⁵ Parsons, D. 1994. Trigo, cebada, avena. Trillas 2da edición. México. 58 p

³⁶ Rosengurt, B., O. del Puerto, B. Arrillaga de Maffei y A. Lombardo. Gramíneas. Curso de botánica. Universidad de la República, Departamento de Producción Vegetal, Montevideo, Uruguay. 154p.

con el coleoptilo; poco después el sistema comienza a expandirse, desarrollándose también raíces principales desde los subnudos siguientes.³⁷

7.8.3 Tallo principal.

El tallo principal es erguido, alcanzando una altura que fluctúa desde 0,6 m hasta más de 1,5 m. El primer subnudo corresponde a la unión del escutelo con el embrión; el segundo subnudo, en tanto, corresponde al punto de unión del mesocotilo con el coleoptilo, siendo ese el lugar en que se ubica el punto de crecimiento. Posteriormente, y antes de la iniciación de la panícula, se desarrollan tres internudos que no se elongan y que permanecen en la parte subterránea; a partir de las yemas localizadas en los subnudos, se originan en definitiva los macollos. Los tallos, que son huecos a nivel de los internudos y macizos a nivel de los nudos, pueden ser desde bastante gruesos, hasta finos y flexibles. Cada tallo presenta en promedio seis a siete nudos aéreos, desde los cuales, a su vez, surgen hojas en forma alterna. El internudo superior, que sostiene la panícula, recibe el nombre de pedúnculo.³⁶

7.8.4 Hojas.

Las hojas son de un color verde intenso, de nervadura paralela y en el caso de *Avena sativa* L. alcanzan hasta 2 cm de ancho, superando a las hojas de trigo y de cebada; las hojas de *Avena strigosa* Schreb., en tanto, son más angostas. La lígula en ambas especies es grande y ovalada, y a diferencia de lo que ocurre en los demás cereales, las hojas carecen de aurículas.³⁶

³⁷ University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 1990. Integrated pest management for small grains. Publicación 3333. University of California, Oakland, California, EUA. 126p.

7.8.5 Etapa de macolla.

A partir del estado de segunda hoja, comienza el crecimiento de macollos desde yemas ubicadas en los sub-nudos del eje principal. Los macollos corresponden a brotes laterales y su desarrollo sigue el mismo modelo del tallo principal; así, un macollo va emitiendo hojas y produciendo raíces adventicias durante su desarrollo vegetativo. Las plantas pueden llegar a producir entre tres y cuatro macollos, siendo común que uno o dos de los macollos de formación más tardía no logren aportar al rendimiento.³⁶

7.8.6 Etapa de encañado.

La planta, además de producir en promedio tres internudos subterráneos que no se elongan, produce seis a siete internudos aéreos que sí lo hacen; el nudo apical del primer internudo que se elonga es el que porta la panícula, siendo ese mismo nudo el que se detecta subterráneamente al comenzar la etapa de encañado. Luego de comenzada la etapa de encañado, las raíces principales y los internudos de la parte aérea se van desarrollando en forma relativamente rápida; estos internudos, que varían en longitud y diámetro, presentan nudos prominentes, los cuales alcanzan un número promedio de seis en los cultivares más precoces y de siete en los cultivares más tardíos. Mientras más alta es la posición de los internudos en la planta, mayor es la longitud que ellos alcanzan. En este sentido, el internudo superior, que corresponde al pedúnculo, presenta una gran elongación; dicho internudo puede llegar a representar entre 40 y 55% de la altura total alcanzada por la planta.³⁶

El diámetro de los tallos presenta una menor variación, siendo el internudo superior el que alcanza los valores más bajos. El diámetro, a través de los diferentes internudos, alcanza valores que fluctúan entre 3 y 4 mm.³⁶

Al completarse el crecimiento del internudo aéreo más basal, el internudo que le sigue, segundo hacia arriba, ha completado la mitad del crecimiento; el tercero, en tanto, está recién comenzando a crecer.³⁶

La diferenciación de la panícula ocurre simultáneamente con el inicio de la elongación de los internudos; el mayor incremento en el tamaño de la panícula, en tanto, se produce durante el proceso de elongación del pedúnculo.³⁷

7.8.7 Inflorescencias.

La inflorescencia de la planta de avena es una panícula o panoja más bien abierta, suelta y de tipo compuesta; presenta un eje principal o raquis central frágil, y ejes o raquis secundarios que corresponden a ramas provenientes del eje principal.³⁷

Los ejes o raquis secundarios, por su parte, que son largos y delgados, pueden tener una disposición unilateral, o sea, todos a un solo lado del eje principal, o equilateral; en este último caso, que es el más común, los ejes secundarios aparecen distribuidos en un número similar a cada lado del eje principal de la panícula.³⁶

7.8.8 Espiguillas

Las espiguillas, que son colgantes, se producen en los ejes secundarios, presentándose unidas a éstos por medio de un pedicelo. El número de espiguillas por panícula es muy variable y depende principalmente del cultivar, pudiendo encontrarse entre 20 y 150 espiguillas por panícula.³⁶

Cada espiguilla está formada por dos glumas y dos a cuatro antecios. Los antecios, a su vez, están constituidos por una lemma o glumela inferior, una pálea o glumela superior y una flor. Las glumas, en tanto, una de posición inferior y otra de posición superior, miden aproximadamente 2,5 cm de largo.³⁶

Tabla 2 Composición nutricional de la avena forrajera

Componentes	Porcentajes (%)
Humedad	11,0 - 12,0
Carbohidratos	65,0 - 70,0
Proteína	12,0 - 16,0
Grasa	4,5 - 7,5
Fibra	1,5 - 3,0
Ceniza	2,0 - 2,5

Fuente Bonnett O. 1961

8. LA LOMBRICULTURA

8.1 Historia

La lombriz fue conocida en la antigüedad como el “intestino de la tierra” denominado así por Aristóteles. En el antiguo Egipto, la reina Cleopatra le concedió el grado de animal sagrado y castigaba fuertemente a quien las perturbara o sacara del territorio. Algunos grandes pensadores como Galileo, Newton y Darwin que cambiaron el pensamiento humano con sus planteamientos científicos, de esta trilogía de sabios el señor Charles Darwin a quien debemos la teoría de la evolución se interesó desde muy temprana edad por las lombrices, el cual escribió un libro que se llamó “La formación de la tierra vegetal por la acción de las lombrices” publicado el 20 de octubre de 1881. Esta obra nos brindó profundos conocimientos sobre la biología de este anélido basado en la metodología en la observación de ambientes naturales. Darwin jamás imagino que su libro después de 137 años de publicación haya transformado la Lombricultura en una interesante actividad Zootecnia y que comprende muchas áreas de la agricultura en el aspecto de tecnologías limpias.³⁸

³⁸ Peñaranda G., Londoño L., Lo que usted debe saber acerca de la Lombricultura. Universidad de pamplona. ISBN: -978-958-44-1760-2. 2007

82 Marco de referencia.

Nos encontramos en el siglo XXI, donde se estima que hay alrededor de 7.500 millones de personas, en donde aumenta su crecimiento demográfico en 1000 millones cada 12 años, aproximadamente 150 personas por minuto, 220.000 por día y 80 millones por año. La pregunta histórica es ¿Cómo vamos a sostener tanta gente en el planeta tierra? Este problema nos hace pensar en buscar alternativas tanto sostenibles y amigables con el medio ambiente, como soluciones reales a bajo costo, elevando la producción de alimentos proteicos en pequeñas unidades de producción. Para que esto se logre debemos usar la tierra con mayor intensidad y para ello se deben aplicar grandes cantidades de fertilizantes inorgánicos o abonos químicos, pero estos requieren ser usados con mucha prudencia ya que, en altas concentraciones es nocivo para las características normales del suelo, presentado erosiones, desertificación y acidificación entre otras cosas. También se resalta que se han mejorado genéticamente las plantas, aumentando sus requerimientos nutricionales para su adecuado crecimiento y producción esperada, pero esta respuesta no siempre ha expresado resultados favorables.³⁸

Dentro de esta problemática la Lombricultura llegó para ayudar a mitigar este contexto social, ya que está destinada a generar y abonar las tierras en forma natural y económica, siempre y cuando se haga de una de una manera planificada y dentro de un sistema de producción, es decir, reestableces los pilares de la vida misma, dejar que la lombriz haga su trabajo airear y abonar nuestra tierra con fines productivos agrícolas. Darwin Recordó la importancia de la lombriz en los procesos de reciclaje ecológico y es así como varios de sus seguidores dedicaron sus esfuerzos y estudios investigativos que permitieran “domesticar” la lombriz y pudiera ser producida de manera rápida y masiva, para poder rescatar millones de hectáreas que por los malos usos y manejos de fertilizantes inorgánicos están a punto de perderse. Nuestra región es productora de café, lo que genera altas cantidades de desechos orgánicos que son

fácilmente utilizados para la alimentación de las lombrices. La Lombricultura se entiende como una biotecnología que emplea una especie doméstica de lombriz como obrero reciclador de todo tipo de materia orgánica, obteniendo como resultado lombríhumus, carne y harina de lombriz.³⁸

8.3 Conceptos generales de la lombriz roja californiana.

La lombriz roja californiana es un anélido de color rojo oscuro, la cual respira por medio de su piel, mide de 5 a 6 cm de largo, de 3 a 5 mm de diámetro y pesa aproximadamente 1 gramo. Este anélido no soporta la luz solar, ya que una lombriz que está expuesta a los rayos del sol muere en unos pocos minutos. Vive aproximadamente unos 15 años y puede llegar a producir bajo condiciones adecuadas hasta 1300 lombrices al año. La lombriz avanza a medida que come, depositando sus deyecciones, convirtiéndolas en un abono de alta calidad con la posibilidad de utilizarlo de la misma forma que los fertilizantes de síntesis química. El excremento de la lombriz contiene: 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material que ingirieron.³⁸

8.4 Morfología de la lombriz roja californiana.

Tabla 3 Clasificación taxonómica de la lombriz

Reino	Animal
Subreino	Metazoos
Phylum	Annellida
Orden	Opisthoro
Clase	Oligochaeta
Familia	Lombricidae
Genero	Eisenia
Especie	<i>Eisenia foetida</i>

Clasificación taxonómica de la lombriz roja californiana. Peñaranda G., 2007

8.5 Estructura de la lombriz

Es un gusano alargado, cilíndrico, ligeramente aplanado formado por numerosos segmentos o anillos. La cabeza es aguda. Entre los anillos 31 y 32 tiene un abultamiento llamado clitelo. EL extremo posterior del cuerpo es más abultado. El primer anillo de la cabeza se llama Prostomio y el segundo Peristomio. La lombriz de tierra tiene pares de cerdas cortas denominadas Sedas, dos laterales y dos lateroventrales por segmento. Entre los anillos 12 y 15 se encuentran los poros genitales Gonoporos Femeninos y Gonoporos Masculinos.³⁸

8.5.1 Partes externas e internas

- **Cutícula:** Lamina delgada de color marrón brillante fina y transparente.

- **Epidermis:** Situada debajo de la cutícula, epitelio simple con células glandulares que producen secreción mucosa. Responsable de la creación de la cutícula y del mantenimiento de la humedad y de la flexibilidad de la misma.³⁸
- **Capas Musculares:** Son dos, una circular externa y otra longitudinal interna.³⁸
- **Celoma:** Cavity que contiene líquido celómico y se extiende a lo largo del animal, dividida por los septos actúa como esqueleto hidrostático.³⁸
- **Sistema Circulatorio:** Está formado por 5 pares de corazones contráctiles que rodean el esófago, localizados entre el 7 y 9 anillo, con sus vasos sanguíneos, que están situados por encima del tubo digestivo, un vaso central situado por debajo de los vasos laterales. Posee también vasos y capilares que llevan la sangre a todo el cuerpo.³⁸
- **Sistema Digestivo:** Comienza en una boca sin dientes, entre el prostomio y peristomio, seguido por un bulbo mucoso. Continúa por el esófago situado entre los anillos 6 y 14, con glándulas calcíferas, contribuyendo a la regulación del equilibrio ácido básico, para neutralizar los valores de pH. Luego se encuentra el buche entre los segmentos 15 y 16, una molleja entre los anillos 17 y 19 y el intestino que se extiende del anillo 20 hasta el orificio anal.³⁸
- **Sistema Nervioso:** Es ganglionar nervioso, está formado por un ganglio cefálico supra esofágico que hace las veces de cerebro, situado dorsalmente en el anillo 3 y de un gran cordón nervioso central que se extiende a lo largo del cuerpo, de lo cual van nervios en cada anillo del animal.³⁸
- **Sistema Respiratorio:** La lombriz de tierra no tiene aparato respiratorio especializado, es primitivo, el intercambio de oxígeno lo realiza a través de la epidermis del cuerpo.³⁸
- **Aparato Excretor:** Formado por Nefridios, dos para cada anillo. Las células internas son ciliadas y sus movimientos peristálticos permiten retirar los desechos del celoma.³⁸

- **Aparato Reproductor:** La lombriz de tierra es hermafrodita, tiene aparato reproductor masculinos (testículos) y aparato reproductor femenino (ovarios), localizados en la región central del anillo 10 y 13. Los orificios genitales femeninos se abren en el anillo 4 y los masculinos en el 15-16.³⁸

Tabla 4. Crecimiento y desarrollo de la lombriz roja californiana

DIAS	LONGITUD	COLOR
0	1 mm	Transparente
7	7 mm	Blanco
15	12.5 mm	Rosado
90	3 cm	Rojo
7 meses	5.6 cm	Rojo
16 años	5.6 cm	Rojo

Fuente: FERRUZZI, Carlo 1994. Manual de lombricultura, editorial mundiprensa, Madrid. España

8.6 Lombricompost, lombriabono o lombrihumus.

Las lombrices son de gran importancia económica, porque con su actividad cavadora en la tierra, participan en la fertilización, aireación y formación del suelo y con sistemas de producción rustico semi-industrial o industrial permiten la producción de lombricompost a gran escala. Las lombrices en su estado natural tienen gran participación en la unidad del suelo, por su efecto marcado sobre la estructuración del mismo, debido a la mezcla permanente y el reciclaje de bases totales como el calcio, el cual sustraen de las capas más profundas del suelo hacia la superficie. Las lombrices ingieren diariamente una cantidad de comida equivalente a su propio peso y emiten el 60% transformado en humus. A partir de cruces genéticos y mejoras programadas, se logró una longevidad de aproximadamente 16 años, una mayor prolificidad bajo condiciones óptimas, hasta 1500 pequeñas lombrices anualmente y deyecciones orgánicas con una

riqueza en flora bacteriana de prácticamente el 100% con dos billones de colonias de bacterias vivas y activas por gramo de humus producido. El Producto de las deyecciones de lombriz roja, es un abono orgánico con características muy propias que lo hacen prácticamente insuperable ya que logra incrementar hasta en un 300% la producción de hortalizas, verduras y otros productos vegetales.³⁸

Tabla 5 Composición bioquímica del humus de lombriz

COMPONENTE	CONTENIDO	COMPONENTE	CONTENIDO
Materia orgánica	50 – 60 %	Ácidos Fulvicos	2 – 3 % s.s
Humedad	45 – 60 %	Ácidos Húmicos	5 – 7 % s.s
Nitrógeno	2 – 3 % s.s	Micro elementos	1 %
Fosforo	1 – 1.5 % s.s	Flora microbiana	20x10 ⁹ /g peso seco
Potasio	1 – 1.5 % s.s	Retención de Humedad	1.8 su volumen
Carbono Orgánico	20 – 35 %	pH	7 - 7.5 (Neutro)

s.s = sobre seco (en materia seca) Fuente: Lobera, I (1990)

8.7 Lixiviado de lombriz

El lixiviado de lombriz es uno de los productos que se obtienen al cambiar el proceso tecnológico en la cría de la lombriz roja californiana. Por observación en procesos productivos al hacer riego de las canteras de lombrices se notó un ligero mejoramiento paulatino en las plantas que se encontraban alrededor del cultivo de lombrices, estas plantas mostraban comportamientos inusuales ya que llegaban a puntos de floración más rápido que cualquier otra. De acuerdo con análisis efectuados por diferentes laboratorios se ha encontrado que es un producto de excelente calidad el cual ayuda a mejorar el suelo acelerando el proceso de asimilación de nutrientes por la planta. Su composición orgánica está

basada en el contenido de ácidos húmicos, producto de la descomposición regulada de la misma, además de estar suplida por ácidos fulvicos, uronicos melanicos e himatomelanicos. Además allí se encuentran aminoácidos y fitohormonas, los cuales están presentes en la misma composición de los desechos orgánicos minerales de los procesos de compostaje. Al tener dentro de su composición factores de crecimiento como auxinas; hormonas permiten una mayor absorción de elementos nutritivos en las plantas, lo que repercute en un aumento del índice foliar y por lo tanto en una mayor producción y productividad de las plantas.³⁸

Tabla 6. Composición químico orgánico del lixiviado de lombriz

ELEMENTO	RESULTADO	UNIDADES
Carbono orgánico soluble	1.64	g/l
Nitrógeno (NT)	0.21	g/l
Fosforo (P205)	34.0	p.p.m.
Potasio (K20)	4.77	g/l
Calcio (CaO)	0.36	g/l
Magnesio (MgO)	0.16	g/l
Azufre	72.0	p.p.m.
Hierro	75.0	p.p.m.
Manganeso	1.2	p.p.m.
Cobre	0.2	p.p.m.
Zinc	2.0	p.p.m.
Boro	1.5	p.p.m.
Sodio	0.26	g/l
pH	8.41	
Densidad	1.003	g/c.c.

Fuente: Peñaranda G. Análisis laboratorios ARGRILAB registro ICA 00399

8.8 Efecto de los ácidos húmicos respecto a los suelos.

Acelera la división celular a través de fitohormonas, facilita la traslocación de hierro y fósforo, desde las raíces hacia los brotes de las plantas.³⁸

Disminuye el shock por trasplante y riesgos de stress en los cultivos, aumento de la productividad de las plantas al incrementarse la capacidad de intercambio catiónico de los suelos y hacer más accesibles los nutrientes a las plantas, promoviendo una función conservante de los nutrientes minerales de las plantas y la regulación de su liberación.³⁸

Aumenta la resistencia al ataque de patógenos debido a las exudaciones bactericidas y bacteriostáticas generando plantas más fuertes y vigorosas con mayor resistencia a plagas y enfermedades.³⁸

Estimula la formación de la flora microbiana donde esta no existe y ayuda a preservar la existente, debido a su alto contenido de microorganismos benéficos. Mejorando la sanidad vegetal.³⁸

Aumenta la agregación de partículas al suelo impregnando la estructura del mismo, con una proporción balanceada de macro y micro elementos (N, P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, B, Zn). Así como la aireación y labranza.³⁸

Aumenta la capacidad de retención de agua a niveles aprovechables para las plantas.

Incrementa considerablemente la capacidad de intercambio catiónico y la retención y disponibilidad de los nutrientes aplicados a través de los fertilizantes

Aumenta las propiedades tampón (buffer) del suelo y la formación de quelatizada de iones metálicos aun en condiciones alcalinas.³⁸

Actúa como catalizador de las reacciones químicas por la formación de la cadena húmica y además respiratoria.³⁸

Incrementa el desarrollo y crecimiento de miles de microorganismos como efecto enriquecedor de fracciones húmicas que contribuyen a la estimulación directa

del crecimiento de las plantas mediante la liberación lenta de auxinas, aminoácidos y fosfatos orgánicos.³⁸

Facilita una mayor conversión de elementos minerales haciéndolos más asimilables a las plantas, el ácido húmico es eficaz en la conservación del hierro lo que permite una mayor protección de las plantas.³⁸

Mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo, como son la estructura, el color, la consistencia y la capacidad de mantener y regular el contenido de agua, agregación, estructuración, aireación, permeabilidad, infiltración y aumento de la hidroscofia del suelo.³⁸

Recupera el suelo degradado por el uso intensivo, erosionado debido al continuo laboreo y utilización indiscriminada de los productos químicos.³⁸

8.9 Efecto de los ácidos húmicos respecto a las plantas.

Aumenta la capacidad de germinación de semillas al acelerarse su respiración y capacidad de retención de humedad necesaria para salir del estado de latencia.³⁸

Permite inhibir la toxicidad del amonio a nivel de raíz de los cítricos, permitiendo mayor desarrollo radicular y crecimiento de la parte superior de las plantas.

Aumenta el valor vegetativo y del índice del área foliar de las plantas.³⁸

Acelera el crecimiento vegetal, energizando las auxinas de crecimiento, por disposición de nitratos de absorción inmediata que permiten aumentar el desarrollo del sistema radicular al formar extensas cabelleras de la rizosfera.³⁸

Los cultivos debido a la acción positiva de las bacterias benéficas predominantes en el lombrihumus (2x10 a la doce, bacterias vivas benéficas por cm cubico) que actúan además como un potenciador de funguicida, insecticidas, etc.³⁸

Mayor longevidad de plantas semipermanentes y permanentes. Ya que estas características son expresadas con mayor certeza en mayor tiempo.³⁸

9. METODOLOGIA.

9.1 Lugar de la investigación.

Este proyecto investigativo se hizo en la finca San Pedro, Vereda Matajira, en el municipio de Pamplonita Norte de Santander. La finca cuenta con un total de 4 hectáreas, con una topografía de media montaña. Está ubicada geográficamente en las coordenadas Latitud 7° 53` y Longitud 72° 63` presentando un clima templado que oscila de los 16° a los 20°c, con una precipitación anual de 1406 mm, a una altitud de 1800 msnm.³⁹

9.2 Especie forrajera.

La avena es una planta que puede adaptarse a una gran variedad de climas desde semi cálidos a fríos y alturas de 0 a 3000 msnm. Aunque en general se siembra en regiones de clima frío, seco o húmedo y produce una cosecha anual. Las características principales de la avena son: raíz fibrosa, caña herbácea, crece de 0.5 a 1.5 metros, hojas color oscuro, su lígula es en forma ovalada, ramificaciones largas sosteniendo cada una espigas, y su fecundación es autógena. La avena es exigente en humedad del suelo debido a sus altos requerimientos de agua (Más que otros cereales), para la síntesis de un kilogramo de materia seca ³²

La avena ocupa uno de los primeros lugares de los cereales importantes a nivel mundial gracias a su gran valor nutricional para la alimentación humana y animal. Este valioso forraje es utilizado como grano, como forraje seco (heno), como forraje verde, pastoreo y ensilajes. Este forraje es una fuente confiable para la alimentación de rumiantes, complementada con diversos forrajes nutritivos suplementan los requerimientos que los ejemplares necesitan para mostrar sus

³⁹ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Municipio de Pamplonita Documento Técnico Tomo II- Planos Componente Rural 2002

cualidades productivas, además de ser de bajo costo productivo y de mantenimiento.³⁹

9.3. Adecuación del terreno.

Lo primero que se hizo fue adecuar el terreno en el que se realizaría el estudio, retirando la materia vegetal que estaba en el área dicha. Se demandaron dos días para el proceso de arado y preparación del terreno. Estableciendo 16 parcelas de 2 metros de largo y 2 metros de ancho. Tomando como referencia a Trujano 2008.⁴⁰ Arando la tierra y dejándola suelta para el momento de la siembra.



Castellanos, 2018. Fuente propia. Foto de la adecuación del terreno.

⁴⁰ Trujano San Luis, D., González Palma, A., Jaimes Jaimes, J., Cueto Wong, J. A., Hernández Salgado, J. R., EVALUACION DE FERTILIZANTES SOBRE LA AVENA FORRAJERA. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas 2008

9.4. Siembra.

Realizada la adecuación del terreno se pasó a elaboración de las parcelas del área predicha y luego se sembró la avena el día 12 de julio del 2018. Cada parcela conto con 6 hileras o surcos en los que se depositó la semilla, Utilizando para todas las parcelas el total de 1.5 kilogramos de semilla con un porcentaje de germinación del 80%..



Castellanos, 2018. Fuente personal. Siembra de la semilla de Avena

El kilo y medio de semilla fue sembrada en surcos hechos en las parcelas o mugas, la cual fue sembrada por el método de chorrillo, con la tierra previamente humedecida para mejorar su porcentaje de germinación.

9.5. Fertilización.

El lombrihumus fue recogido directamente de las instalaciones de la granja experimental Villa marina, la cual tiene una producción zootécnica de lombriz roja californiana, proporcionando así las cantidades que se necesitaron para este estudio experimental. La finca también abasteció el lixiviado de dicha producción para el estudio realizado. Se hicieron un total de 4 aplicaciones. La primera a los 10 días de la germinación de la semilla, la segunda a los 30 días de la siembra, La tercera a los 60 días de la siembra y la cuarta a los 90 días de la siembra. Agregando a cada parcela los porcentajes de cada tratamiento. La aplicación se hizo por bloques completamente al azar para asegurar la toma de datos imparciales.⁴¹

9.6. Niveles de fertilización.

Se utilizó un diseño de bloques completos aleatorizados con tres tratamientos y un testigo. En la siguiente tabla se describen los tratamientos de fertilización empleados siguiendo las recomendaciones del autor Alzamora G, Edwin F.⁴²

La fertilización se suministró de la siguiente forma:

⁴¹ Resascos J., Velásquez S., Efectos de la aplicación de la abonadura orgánica en el rendimiento y producción de biomasa verde del cultivo de avena (*avena sativa L.*) 2015

⁴² Alzamora G., Edwin F. Evaluación del Comportamiento Productivo Forrajero del *Pennisetum violaceum* (maralfalfa) Bajo la Aplicación de Diferentes Niveles de Humus" 2011

Tabla 7 Descripción de los tratamientos empleados.

TRATAMIENTO	CANTIDADES
T0	Tratamiento testigo, al cual no se le añadió ningún tipo de fertilizante ni abono.
T1	Tratamiento 1 al cual se le suministro 1 kilogramo de Lombrihumus de la producción de la finca experimental Villa Marina.
T2	Tratamiento 2, al cual se le suministro 500 gramos de Lombrihumus de la producción de la finca experimental Villa Marina.
T3	Tratamiento 3, al cual se le suministro 250 ml de lixiviado de la producción de la finca experimental Villa Marina, en 750 ml de agua.

9.7. Toma de datos.

Los datos fueron tomados en 3 ocasiones a los 30 60 y 100 días, teniendo en cuenta que las primeras dos tomas solo se pudieron analizar los valores de: Altura de la planta, Numero de macolla, Grosor del tallo y numero de hojas. En la última toma de datos que se realizó se tomaron las siguientes características agronómicas: Altura de la planta, Largo de la raíz, Numero de hojas, Grosor del tallo, Numero de macolla, Presencia de Espiga y biomasa.

- **Altura de la planta:** Esta medida fue tomada con una cinta métrica desde la base del suelo hasta la parte más alta de la plántula, tomando de cada parcela los datos de 30 plantas, midiendo de toda la parcela para tener datos reales. La medida se dio en centímetros.
- **Numero de hojas:** las hojas se contaron una por una, registrando los valores de cada planta.

- Numero de macolla: se inspecciono la planta para determinar si tenían desarrollo de macolla y posteriormente registrando los valores encontrados.
- Grosor del tallo: Este dato fue tomado muy cuidadosamente con una escuadra, para poder determinar los valores en milímetros (mm), fue tomado en la base de cada tallo de cada planta.
- Largo de la raíz: Este dato se tomó al final del experimento ya que la planta debía ser removida del suelo para este. Se midió planta por planta con una cinta métrica y se expresó en centímetros.
- Presencia de espiga: Esta fue contada una por una, para determinar cuántas espigas había por planta, este dato se tomó al final del experimento.
- Biomasa: Las plantas fueron pesadas una por una con una balanza digital, la cual permitió identificar si peso en gramos, este dato fue tomado en materia seca.

Estas características fueron evaluadas en 30 plantas al azar de cada parcela, para posteriormente ser evaluadas bajo los parámetros estadísticos utilizados

9.8. Pruebas estadísticas.

Se aplicaron pruebas de estadística descriptiva, análisis de varianza y comparación de medias, mediante la prueba de Tukey con una significancia del 5%. Como paquete estadístico se utilizó el SPSS versión 20.

El modelo estadístico que se utilizo fue el siguiente

$$J_{IJKL} = \mu_i + B_J + Tt_{OK} + E_{rL}$$

Donde

J_{ijkl} = Respuesta agronómica y productiva de la Avena Forrajera

μ_i = Media poblacional

B_j = Bloque

T_{tk} = Tratamiento

E_{rL} = efecto del error experimental

10. RESULTADOS

Los resultados de este experimento fueron demostrativos en cuanto a los valores obtenidos en la investigación, aunque las condiciones climáticas durante el desarrollo del proyecto fueron en algunas ocasiones desfavorables para el cultivo. Sufrió un ligero estrés hídrico durante sus primeras etapas debido al bajo contenido de humedad del suelo por la pendiente en el que estaba establecido, además de precipitaciones hostiles y fuertes heladas alteraron drásticamente la biomasa de las parcelas. Esto se ve expresado en el tratamiento testigo el cual mostro los valores más bajos de todo el experimento, ya que a este no se le adicione ningún componente externo, solo se desarrolló con las condiciones del suelo y el clima lo afecto de manera significativa. Esto se puede evidenciar en la siguiente tabla, donde se dan a conocer los valores estadísticos de cada tratamiento respecto al testigo, en los parámetros agronómicos evaluados en el estudio.

Tabla 8. Resumen de varianza de las variables agronómicas de la avena forrajera variedad Cayuse bajo diferentes dosis de fertilización orgánica.

Variable	Unidad	Tratamiento			
		T0	T1	T2	T3
Altura planta	Cm	18,73±0,70 ^a	27,78±1,01 ^b	25,30±0,97 ^b	21,50±0,61 ^a
Número hojas	Unidad	5,41±0,17 ^a	8,47±0,25 ^b	8,09±0,22 ^b	7,92±0,12 ^b
Espiga	Cm	0,52±0,09 ^a	0,90±0,16 ^a	0,75±0,14 ^a	0,58±0,09 ^a
Largo raíz	Cm	7,35± ^a	12,70± ^b	10,95± ^c	7,87± ^a
Macollo	Unidad	0,06±0,02 ^a	0,67±0,07 ^b	0,46±0,06 ^c	0,23±0,04 ^a
Biomasa	Kg/m ²	0,97± ^a	2,24± ^b	1,54± ^c	1,32± ^{ac}
Grosor tallo	Mm	2,23±0,09 ^a	3,50±0,09 ^b	3,25±0,08 ^b	2,52±0,07 ^a

Letras diferentes en las filas indican diferencias estadísticamente significativas (p<0.05)

10.1. Altura de planta.

Se presenta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos, obteniendo los mejores resultados con los T1 y T2 con medias de 27,78cm y 25,30cm respectivamente. Se puede observar que los tratamientos T1 y T2 por efecto de los niveles de lombrihumus implementado numéricamente resaltan en el mejor crecimiento de la planta a comparación de la utilización de lixiviado T3 con 21,5 cm, mientras que el control mostro el menor crecimiento con solo 18,73cm. En comparación a un estudio realizado donde manifestaron el crecimiento de 50.47cm con la aplicación de 600g y 49.31cm con la aplicación 900gr de lombrihumus. Lo que demuestra que, al emplearse el abono orgánico, las plantas presentaron un mejor desarrollo, reflejado en su altura, lo que manifiesta que los abonos orgánicos mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental, ya que las plantas tendrán mayor facilidad de absorber los distintos elementos nutritivos y mejorar sus índices productivos.⁴³

Grafico 1. Altura de la planta (cm) comparación de la aplicación de lombrihumus y lixiviado en la Avena Forrajera.

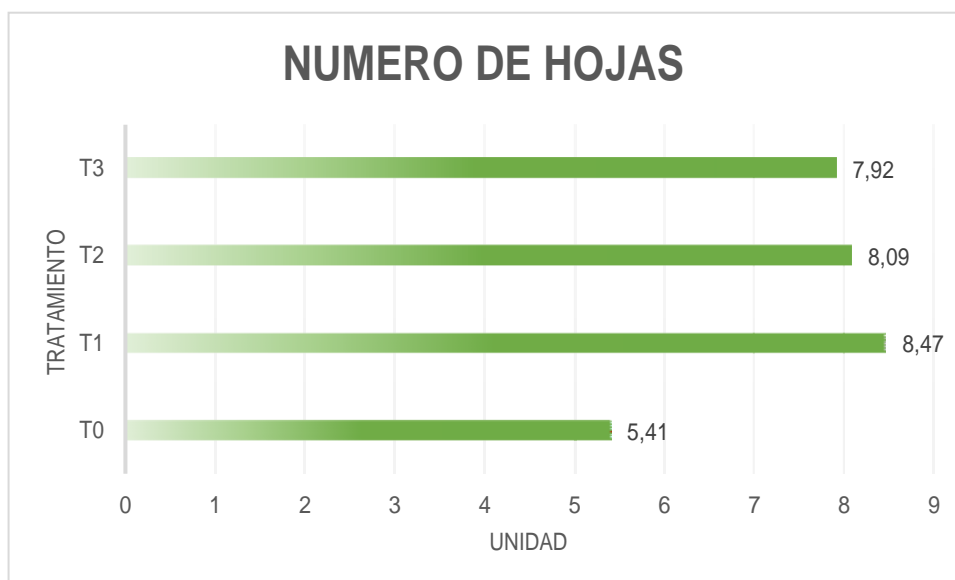


⁴³ López B. Estudio del efecto de diferentes niveles de abono orgánico en la producción de forraje y semilla de pasto avena aplicado en forma basal. 2007 ECUADOR. Prefloración.

10.2 Número de hojas.

Para este parámetro agronómico, los T1, T2 y T3 presentaron comportamiento similar ($p>0,05$), siendo a su vez superiores al T0 ($p<0,05$). De acuerdo a las medias presentadas, el T1 con 8,47 hojas por planta, quien obtuvo el mejor desempeño, por efectos de la fertilización los tratamientos T2 y T3 obtuvieron 8,09 y 7,92 respectivamente, mientras que la menor respuesta fue la del tratamiento testigo el cual solo mostro 5,41 hojas por planta. Comparado con un estudio realizado el cual obtuvo un número igual o menor a 15 hojas por planta. El lombrihumus y el lixiviado tienen un elevado contenido de aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo.⁴⁴

Grafica 2. Numero de hojas en la comparación de la aplicación de lombrihumus y lixiviado en Avena Forrajera.



⁴⁴Parra, T. 1993 Producción de semilla de pasto avena, con diferentes niveles de abono foliar aplicado en forma basal y en tres etapas de crecimiento. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

10.3 Desarrollo de espiga.

Todos los tratamientos presentaron comportamiento similar ($p > 0,05$), pudiendo observarse que las diferentes dosis de fertilizante orgánico no tienen efecto alguno sobre este parámetro agronómico. El cultivo expreso en pocas plantas la presencia de la espiga, ya que por condiciones adversas este no expreso su potencial. La presencia de la espiga indica el momento óptimo de la cosecha del cultivo, porque presenta mayor cantidad de nutrientes, especialmente almidones, por esta razón debe cosecharse ya que más de la mitad del cultivo tiene espigas con granos en estado lechoso o pastoso.⁴⁵

Grafica 3. Presencia de espiga en la comparación de la aplicación de fertilización con lombrihumus y lixiviado en el cultivo de avena forrajera.



⁴⁵ Villegas. J. Pardo. A. Llanos. L. (2014). Cultivar avena para ensilares una opción viable, para las ganaderías de lechería especializada. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

10.4. Largo de raíz.

El T1 presenta diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) respecto a los demás tratamientos, con una media de 12,70cm de longitud de raíz, aspecto clave en el desarrollo y crecimiento de la planta, permitiéndolo extraer agua y nutrientes de mayor profundidad. Los aportes húmicos favorecen el enraizamiento, ya que desarrollan y mantienen un sistema radicular joven y vigoroso, durante todo el ciclo productivo. El desarrollo radicular, de la planta con aporte de lombrihumus es significativamente mayor a los demás tratamientos, esto hace que el desarrollo de la misma sea mucho más rápido, debido a que absorbe mayor cantidad de elementos nutritivos y esto se traduce en mayor producción. El lombrihumus al desarrollar más las raíces, equilibra también mejor la nutrición de las plantas y mejora el comportamiento de estas frente a condiciones adversas y ayuda a la eliminación de toxicidades.⁴⁶

Grafica 4. Largo de la raíz (cm) en la comparación de la fertilización con lombrihumus y lixiviados en el cultivo de Avena Forrajera

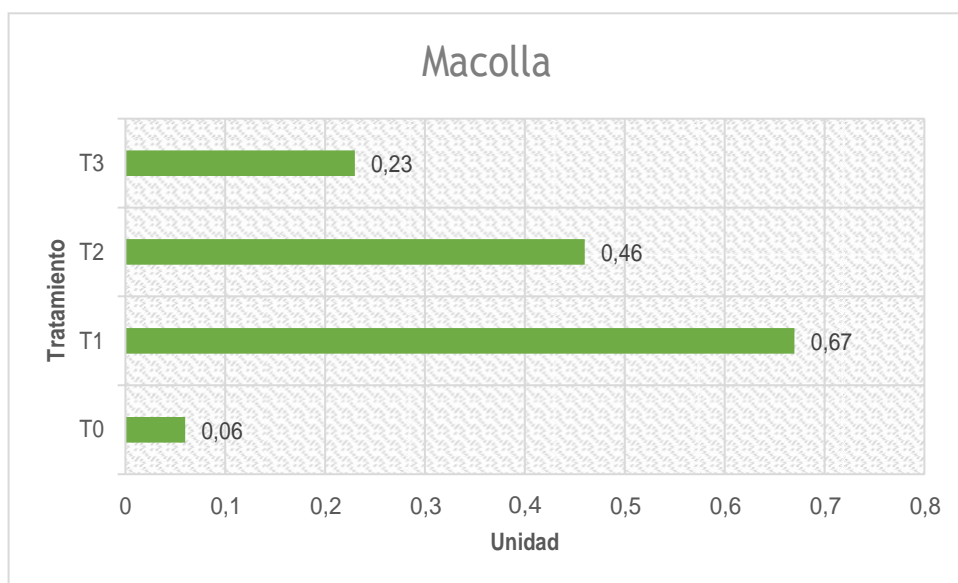


⁴⁶ Riveros, A., Villamizar, G. 1998 Sistema de clasificación de los pastizales de Sudamérica. Santiago, Chile. Pp 222 – 229.

10.5. Desarrollo de macolla.

Se presentan comportamientos diferentes entre los tratamientos ($p < 0,05$), siendo el T1 el mejor reporte con una media de 0,67 unidades por plata. En forma visual, el cultivo no mostro diferencias significativas en la presencia de la macolla, ya que la mayoría de plantas no demostraron sus características naturales por las condiciones adversas que el clima presento. Según estudios comparativos, la aplicación de abono orgánico o inorgánico no produjo resultados significativos en las plantas.⁴⁷

Grafica 5. Presencia de Macolla en las plantas comparadas con la fertilización de lombrihumus y lixiviado en avena forrajera.

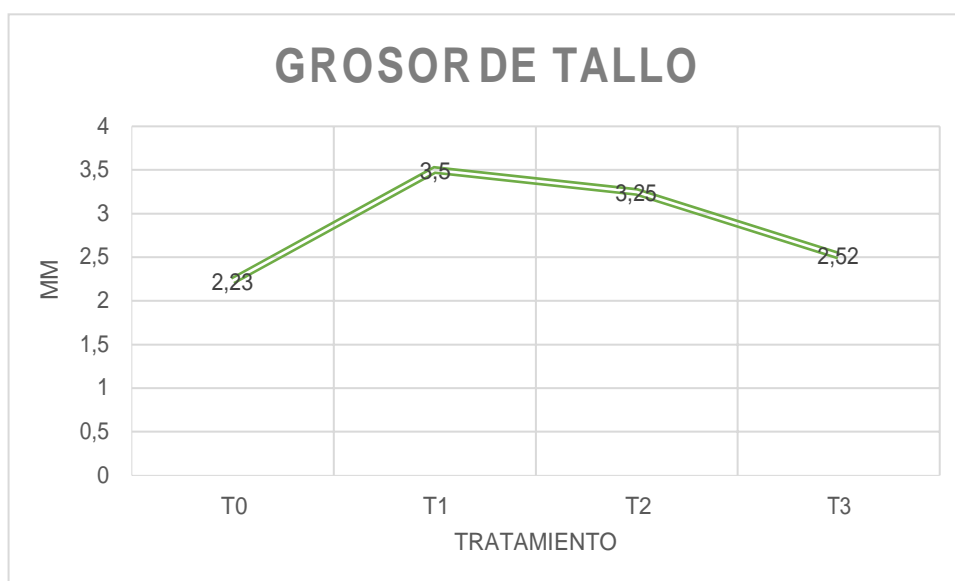


⁴⁷ Kruger H. Respuestas de un cultivo de avena en siembra directa a la fertilización química y biológica en un ambiente marginal. Instituto Nacional Tecnológico Agropecuario. 2003

10.6. Grosor de tallo

Se presentan diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$), encontrando dos grupos homogéneos, T0 y T3, y T1 y T2. Evaluando las medias de cada uno de los tratamientos, el T1 presenta el mejor valor con 3,50 mm, lo que indica que le permite a la planta soportar gran cantidad de peso, especialmente de hojas sin llegar a afectarse la estructura de la misma. La aplicación de lombriabono aumento el grosor de los tallos, estos son significativos ya que tallos gruesos son fuentes de alimento (fibra) para el ganado, sobre todo para los rumiantes mayores. No se reportan estudios que comparen el grosor del tallo de esta especie, pero la literatura reporta que tallos con más grosor son eficientes en la nutrición y alimentación animal.⁴⁸

Grafica 6. Grosor del tallo en mm de la comparación de fertilización con lombrihumus y lixiviado en el cultivo de Avena Forrajera

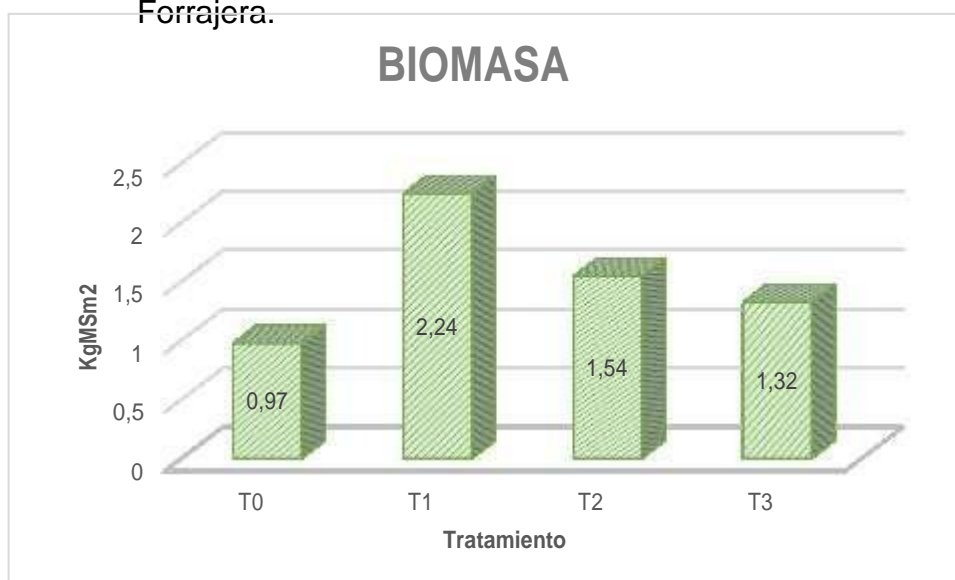


⁴⁸ Marulanda. C. Izquierdo. J. 2003. Manuel técnico la huerta hidropónica popular. FAO.

10.7. Producción de biomasa.

El T1 muestra un comportamiento diferente ($p < 0,05$) en relación a los demás tratamientos. Presenta una media de $2,24 \text{ Kg/MS/m}^2$, siendo muy superior a las otras dosis de fertilización orgánica. En las plantas fertilizadas con lombrihumus el aumento en la producción de biomasa es un indicador valioso ya que demuestra que los principales nutrientes que contienen estas concentraciones que se encuentran de forma iónica, están disponibles para las plantas, señalando que la alta disponibilidad contribuye con los proceso de fermentación aeróbica y anaeróbica realizada por los microorganismos, los cuales actúan como reguladores del crecimiento vegetal, incrementado la aceptación de los nutrientes para las plantas.⁴⁹

Grafica 7. Producción de biomasa en Materia Seca en la comparación de la fertilización con lombrihumus y lixiviados en el cultivo de Avena Forrajera.



⁴⁹ Manual Técnico forraje verde hidropónico. FAO 2001

11. CONCLUSIONES

Según el análisis e interpretación estadístico de los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo de investigación, se puede concluir lo siguiente:

- El cultivo de Avena Forrajera, respondió de manera favorable a la aplicación del lombrihumus y el lixiviado en el municipio de Pamplonita.
- Los tratamientos con la aplicación de lombrihumus y lixiviado, en las dosis aplicadas, mostraron resultados favorables en relación al testigo sin aplicación.
- El tratamiento que obtuvo mejor rendimiento en los parámetros agronómicos evaluados fue la aplicación de 1 KG de Lombrihumus (T1)
- La aplicación de lombrihumus en el cultivo, generó mayor altura de la planta, crecimiento radicular, desarrollo de macolla, grosor del tallo, producción de biomasa y formación de espiga, frente a la aplicación de las demás cantidades, el lixiviado y el testigo.
- Se puede concluir que la aplicación de lombrihumus o lixiviado, benefician al cultivo en el crecimiento y desarrollo de la planta, ya que los valores más bajos siempre fueron los del testigo, especialmente en aquellas épocas en donde el cultivo está expuesto a condiciones medioambientales adversas.
- Es muy probable que las condiciones climáticas adversas hayan sido condicionantes de estos resultados.
- Se puede concluir que al menos uno de los tratamientos de fertilización de la avena forrajera variedad Cayuse presentará comportamiento agronómico y productivo diferente.

12. RECOMENDACIONES

Por lo anterior expuesto se recomienda:

- Sembrar Avena forrajera es una alternativa productiva para la alimentación animal, aunque en climas templados y cálidos se recomienda hacerlo de manera hidropónica para evitar estrés hídrico.
- La fertilización con lombrihumus sigue siendo una elección amigable con el suelo y con los cultivos, beneficiando de manera visible el crecimiento y desarrollo de las especies vegetales.
- El lixiviado es una excelente fuente de nutrientes para la planta, aunque en este experimento no obtuviera los mejores resultados. Es recomendable utilizarlo en cultivos perennes ya que su asimilación es lenta pero segura.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, F., De Paz, J. M. y Ramos, C. 1998. El riesgo de lixiviación de nitratos en las principales zonas hortícolas de la comunidad valenciana. Jornadas sobre la contaminación de las aguas subterráneas: un problema pendiente. 65, 71.

Arrendo V., C. 1996 Aplicación de estiércol bovino como complemento de la fertilización química del maíz de temporal. In: Memorias del VVVII congreso nacional de la ciencia del suelo. Cd. Obregón, Sonora, México. 194

Castellanos R., J.Z. 1980. El estiércol como fuente de nitrógeno. Seminarios técnicos 5(13). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias-Secretaria de Agricultura y recursos Hidráulicos. Torreón, Coahuila, México.

Legaz, F. y E. Primo. Millo. 1992. Influencia de la fertilización nitrogenada en la contaminación por nitratos de las aguas subterráneas. Levante agrícola 317-318, 4-15.

Romero-Lima, R., A. Trinidad-Santos, R. Gracia-Espinoza y R. Ferrera-Cerrato. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en suelos con abonos orgánicos y minerales. Agro ciencia 34, 261-269.

Townsend, C.R., Begon, M. y Harper, J.L. 2008. Essentials of ecology. Tercera edición, Blackkewll publishing, Oxford, 510pp

Ramírez-Ordóñez S., D. Domínguez-Díaz, J. J. Salmerón-Zamora, G. Villalobos-Villalobos y J. A. Ortega-Gutiérrez (2013) Producción y calidad del forraje de variedades de avena en función del sistema de siembra y de la etapa de madurez al corte. Revista Fitotecnia Mexicana 36:395-403.

Jurado G. P., C. R. Lara M. y J. S. Sierra T. (2015) Guía técnica para la producción de avena forrajera en Chihuahua. 15 p.

NRC, National Research Council (2001) Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 7th ed. National Academy Press. Washington, D. C. 408 p.

Fortis-Hernández M., J. A. Leos-Rodríguez, P. Preciado-Rangel, I. Orona-Castillo, J. A. García-Salazar, J. L. García-Hernández y J. A. Orozco-Vidal (2009) Aplicación de abonos orgánicos en la producción de maíz forrajero con riego por goteo. *Terra Latinoamericana* 27:329-336.

Vázquez V. P., M. Z. García L., M. C. Navarro C. y D. García H. (2015) Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Mexicana de Agro negocios* 36:1351-1356.

Salas E. y C. Ramírez (2001) Bioensayo microbiano para estimar los nutrimentos disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo. *Agronomía Costarricense* 25:11-23.

CAPITULO V CULTIVOS PARA HENO-CEREALES Y GRAMINEAS FORRAJERAS. PG 1

EL USO DE LA AVENA EN LA ALIMENTACION DE ANIMALES DOMESTICOS 2013, FINLANDIA PAG 6

INIA URUGUAY 2018 tipos de avena, pag 6

inta cosrarrica 2006 plantonpacayasreduccioncostosavena.pdf

Murphy, J.P., and Hoffman, L.A. 1992. The origin, history and production of oat. pp. 1-28. In: M.G. Marshall and M.E. Sorells (eds.). *Oat Science and Technology*. American Society of Agronomy Inc. and Crop Science Society of American Inc. Madison, WI, USA. 286 p.

SIAP: Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera. 2000. SAGARPA. México, D.F.

Leyva Mir, Santos Gerardo, Espitia Rangel, Eduardo, Villaseñor Mir, Héctor Eduardo, Huerta Espino, Julio, Pérdidas Ocasionadas por *Puccinia graminis* f. sp. *avenae* Eriks. y Henn. Causante de la Roya del Tallo en Seis Cultivares de Avena (*Avena sativa* L.) en los Valles Altos de México. *Revista Mexicana de Fitopatología* [en línea] 2004, 22 (julio-diciembre)

Aguirre, J.; Cabrera, A. Evaluación de la calidad nutricional del ensilaje de (*Sambucus peruviana*, *Smallanthus pyramidalis* y *Acacia decurrens*) en minifundios del Municipio de Cumbal – Nariño. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño, 2010. 119 p. Tesis (Pregrado en Zootecnista).

Villegas. J. Pardo. A. Llanos. L. (2014). Cultivar avena para ensilar es una opción viable, para las ganaderías de lechería especializada. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Marulanda. C. Izquierdo. J. (2003). Manual técnico la huerta hidropónica popular. FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-ah501s.pdf>

Bonnet, O. T. 1961. The oat plant: Its histology and development. Boletín 672. University of Illinois, Agricultural Experiment Station, Urbana, Illinois, EUA. 112p.

Leonard, W. H. y J. H. Martin. 1963. Cereal crops. The Macmillan Company, New York, New York, EUA. 824p.

Rosengurt, B., O. del Puerto, B. Arrillaga de Maffei y A. Lombardo. Gramíneas. Curso de botánica. Universidad de la República, Departamento de Producción Vegetal, Montevideo, Uruguay. 154p.

University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. 1990. Integrated pest management for small grains. Publicación 3333. University of California, Oakland, California, EUA. 126p.

Wiersema, J. H. Germplasm Resources Information Network (GRIN)-Taxonomy: Economic plants. USDA-Agricultural Research Service, EUA. Internet,

Evaluación productiva y nutricional de tres variedades de avena forrajera (avena sativa): cayuse, ever leaf y avena nativa, con tres niveles de ferti-riego hidropónico en monguá Boyacá) Ángela Paola Avendaño higuera 2017

Cantero, j.; Espitia, I.; Cardona, c.; Vergara, c.; Araméndiz, h. 2015. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena *Solanum melongena* L. Rev.

Efecto de la fertilización en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la avena (*Avena sativa*) Effect of fertilization on the growth and development of the oat crop (*Avena sativa*) Edwin Torres-Moya¹, Daniel Ariza-Suárez², Carlos D. Baena-Aristizabal³, Sebastián Cortés-Gómez⁴, Laura Becerra-Mutis⁵ y Camila A. Riaño-Hernández⁶ 1 Universidad Nacional de Colombia.

Evaluación del efecto de tres abonos líquidos foliares orgánicos, enriquecido con microelementos en la producción primaria forrajera de diferentes especies de pastos promisorios e introducidos. Mariana Alejandra Jiménez granizo 2010 (ecuador).

Estudio del efecto de diferentes niveles de abono orgánico en la producción de forraje y semilla de pasto avena aplicado en forma basal. Byron Humberto López Quismalin. 2007 ecuador.

Producción de semilla de avena forrajera (*avena sativa* L.) con incorporación de humus de lombriz en el centro de investigación y producción camacani. Puno. Perú. 2014 artículo original rev.investig.altoandin.2014; vol16n°1:39-42

arteaga, mayra; garcés, n.; guridi, f.; pino, j. a.; lópez, a.; menéndez, j. l.; cartaya, o. evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate (*lycopersicon esculentum* mill) var. amalia en condiciones de producción Cultivos Tropicales, vol. 27, núm. 3, 2006, pp. 95-101 Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba

Influencia de la siembra directa y las aplicaciones foliares de extracto líquido de Vermicompost en el crecimiento y rendimiento del frijol (*phaseolus vulgaris* L.) cv. cc-25- Guillermo Hernández del Valle¹, Orlando Hernández González¹, Fernando Guridi Izquierdo², Norma Arbelo Fortes¹. 2012 La Habana Cuba.

Composición nutritiva y aceptabilidad del ensilaje de avena forrajera (*Avena sativa*), enriquecido con arbustivas: acacia (*Acacia decurrens*), chilca (*Braccharis latifolia*) y sauco (*Sambucus nigra*) en ovinos¹

José Edmundo Apráez-Guerrero¹, Efrén Guillermo Insuasty-Santacruz¹, Juliana Elizabeth Portilla-Melo², William Alexander Hernández-Vallejo²

Grupo Producción y Salud Animal, Facultad de Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño. 2 Programa de Zootecnia, Universidad de Nariño 2012

Diferenciación de características agronómicas de maíz forrajero (zea mays l) con diferentes tratamientos de fertilización orgánica. Diego Anselmo Ruiz Ochoa México 2010

Valor nutricional de los forrajes más usados en los sistemas de producción lechera especializada de la zona andina colombiana Juan E. Carulla¹ , Edgar Cárdenas¹ , Nancy Sánchez² y Constanza Riveros² ¹ Departamento de Producción Animal ² Laboratorio de Nutrición Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia

Páginas web

<http://www.abcagro.com/herbaceos/cereales/avena.asp>

<https://www.avogel.es/enciclopedia-de-plantas/avena-sativa.php>

<http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/avena.htm> INFOAGRO 2018)

<http://www.fao.org/docrep/007/x7660s/x7660s09.htm>

<https://docplayer.es/10642990-La-avena-en-la-alimentacion-de-los-animales-domesticos.html>

<http://www.inia.org.uy/productos/cvforrajeras/avena.pdf> consultado el 20 de noviembre de 2018

<http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/06/00226->

<http://www.cucutanuestra.com/temas/geografia/municipios/region-sur/pamplonita/pamplonita.htm>

<http://www.pamplonita-nortedesantander.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-municipal-20162019-pamplonita-es>

<https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13728/1/1052384235..pdf>

ANEXOS





