



**UNIVERSIDAD DE CIENFUEGOS CARLOS RAFAEL RODRIGUEZ**  
**CENTRO UNIVERSITARIO MUNICIPAL**  
**DE CUMANAYAGUA**

**TRABAJO DE DIPLOMA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO  
AGRÓNOMO.**

**Título:** Efecto de la aplicación de humus de lombriz en áreas forrajeras de  
Pennisetum purpureum cv OM 22 en un suelo pardo grisáceo

**Autor:** Beatriz Gálvez Rivero.

**Tutor:** Ms. C. Celso Frómeta Milanés.

**Consultante:** Dr. C, Lázaro J. Ojeda Quintana

Lic. Consuelo E. Hernández Rodríguez

**Curso 2022-2023**

## AVAL



La investigación y aplicación de las técnicas agroecológicas en la finca del productor Yusbiel José León Valdivies perteneciente a la UBPC Agricultura Urbana

mejorará la calidad de las producciones obtenidas puesto que reportará beneficios en el incremento de los rendimientos productivos del cultivo de pastos. Alcanzará una mejor preservación y cuidado de los suelos mediante la aplicación de técnicas de fertilización adecuadas, con la producción y aplicación de humus de lombriz y otras técnicas agroecológicas.

Nos comprometemos a la aplicación de estas técnicas en la finca: MARIPA

Dado a los 7 días del mes de Diciembre del 2023.

Yusbiel José León Valdivies

## RESUMEN

La investigación se realizó en el período comprendido entre los años enero 2022 y enero 2023 en la fincas Maripa perteneciente a la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC), ubicada en el Consejo Popular Rafaelito, municipio de Cumanayagua, Cienfuegos, con Agricultura Urbana el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de humus de lombriz sobre la producción y calidad del *Pennisetum purpureum* cv OM 22 en un suelo Pardo grisáceo. En el diagnóstico integral realizado se tomaron en consideración : suelos, cultivos, pecuario y el uso de una guía de observación, análisis de documentos), que permitió identificar como principales problemas la baja productividad de los suelos y la poca utilización de técnicas agroecológicas .A partir de los resultados obtenidos se aplico un experimento en el cultivo del pasto con tres fuentes de fertilización (Urea, Humus de lombriz y Testigo), evaluándose su efecto sobre los diferentes parámetros productivos sobre la producción de biomasa seca por hectárea del *Pennisetum purpureum* cv OM 22, resultado favorable los efectos del humus de lombriz en la producción siempre que se aplique correctamente llegando a producir pastos de altos rendimientos de aceptable calidad capaz de cubrir la demanda diaria que requiere el bovino, en el estudio existió predominio en valor absoluto de nitrógeno en Humus de lombriz (0.90 %), menor contenido en (Urea0.66 %), mayor contenido de PB en el pasto producido en el área donde se aplico la fertilización con Humus de lombriz con(4,81 %) y valor más bajo de proteína bruta en el área fertilizada con Testigo (4.1 %) pb, con diferencia del resto de los tratamientos aplicados.

**Palabras claves:** biofertilizantes, ganadería, manejo del suelo, *Pennisetum purpureum* cv OM 22, Humus de lombriz

Este trabajo realizado con el fin de mejorar la producción de los pastizales. Fue ejecutado mediante la aplicación de varias dosis de fertilizantes con humus de lombeis y urea , actuando como un optimizador en el crecimiento del pasto. Se realizado análisis estadísticos , mediante la prueba de Duncan,

## SUMMARY

The research was carried out in the period between the years ----- and ----- on the Maripa farms belonging to the Basic Unit of Cooperative Production (UBPC), located in the Rafaelito Popular Council, municipality of Cumanayagua, Cienfuegos, with the objective of evaluating the effect of the application of worm castings on the production and quality of *Pennisetum purpureum* cv OM 22 in a grayish brown soil. In the comprehensive diagnosis carried out, the following were taken into consideration: soils, crops, livestock and the use of an observation guide, document analysis), which made it possible to identify the main problems of the low productivity of the soil and the low use of agroecological techniques. A Based on the results obtained, an experiment was applied in the cultivation of grass with three fertilization sources (Urea, Worm Humus and Control), evaluating its effect on the different productive parameters on the production of dry biomass per hectare of *Pennisetum purpureum* cv OM. 22, a favorable result is the effects of worm castings on production as long as it is applied correctly, producing high-yield pastures of acceptable quality capable of covering the daily demand required by cattle. In the study, there was a predominance in the absolute value of nitrogen in Worm humus (0.90 %), lower content in (Urea 0.66 %), higher CP content in the grass produced in the area where fertilization with worm humus was applied with (4.81 %) and lower value of crude protein in the area fertilized with Control (4.1%) bp, unlike the rest of the treatments applied.

Keywords: biofertilizers, livestock, soil management, *Pennisetum purpureum* cv OM 22, Worm humus

## *Dedicatoria*

 *A mi madre por guiarme por el camino correcto.*

 *...a mi hermana por no perder la paciencia.*

 *...a mi tutor MSc. Celso Frómeta Milanés por toda su ayuda en la realización de este trabajo.*

 *...a todas las personas que contribuyeron con la culminación de este sueño.*

## *AGRADECIMIENTO*

*Nuestro empeño es exitoso solo si bebemos de la fuente del talento y la experiencia acumulada por otros que en su tiempo se nutrieron del saber de quienes los antecedieron. Por esta razón quiero agradecer a:*

- + Con afecto y eterna gratitud, a mi querida familia, por su amor, paciencia y apoyo incondicional para alcanzar mis metas.*
- + A mi tutor, por su ayuda para la confección del trabajo por su valiosa capacidad intelectual, tiempo y asesoría.*
- + A mis compañeros y amigos, por la unidad y la amistad demostrada en nuestro empeño.*
- + A todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la consolidación del presente trabajo, a todos.*

*Muchas Gracias.*

## Índice

INTRODUCCIÓN .....	8
CAPÍTULO 1: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	13
1.1. La base alimentaria forrajera para la ganadería cubana	
1.2. Los pastos y forrajes en la alimentación de la ganadería vacuna	
1.2.1 Principales variedades de pastos explotadas en Cuba	
1.2.2 Plantas forrajeras en explotación en la ganadería vacuna	
1.3 Sistemas de fertilización en áreas forrajeras	
1.3.1 Fertilización mineral	
1.3.2 Fertilización orgánica	
1.3.3 Materia orgánica.	
1.3.4. Humos de lombriz.	
CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS .....	56
2.1 Generalidades.....	
2.2 Caracterización de las áreas de estudio .....	
2.3 Variables climáticas .....	
2.4 Metodología utilizada .....	
CAPÍTULO 3: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	61
3.1. Resultados de la triangulación de los métodos aplicados .....	
CONCLUSIONES.....	69
RECOMENDACIONES .....	70
BIBLIOGRAFÍA .....	71
ANEXOS .....	

Introducción.

*“La Agricultura es la ciencia y el arte de trabajar adecuadamente el suelo y la vegetación, para obtener los productos (vegetales y animales) que el ser humano necesita, de manera ética, económica y sustentable”.* (Lattuca, et al., 2023)

El suelo y los componentes que habitan en él son seres vivos y existe una interrelación entre ellos, los cuáles deben estar debidamente conectados para que cuando se practique la agricultura de una manera correcta y equilibrada esta conduzca a resultados exitosos.

*“La agricultura mundial y los sistemas alimentarios convencionales son cada vez más insostenibles por sus efectos perjudiciales en el medio ambiente. La adopción de prácticas agrícolas orgánicas puede contribuir en gran medida a resolver varios de estos problemas”.* (Ortega y Infante, 2020)

La necesidad de alimentos de origen animal experimenta un crecimiento sostenido en los últimos años, el pronóstico hasta el año 2050 es de un crecimiento del 70 % para satisfacer las necesidades alimenticias de una población de alrededor de los 9 000 millones de personas en el 2050, de esa cifra el 70 % vivirá en las ciudades. (Friedrich, 2014)

Ramírez en Costa Rica evaluaron la producción de biomasa verde y seca, el contenido de proteína bruta por hectárea, así como macronutrientes y micronutrientes del *Pennisetum purpureum* cv OM-22, sometido a cuatro dosis de nitrógeno (50, 100, 150 y 200 Kg N/ha<sup>1</sup>/corte<sup>1</sup>) donde el rendimiento de biomasa seca y de proteína bruta incrementó con el aumento de la dosis de nitrógeno aplicada. Estos autores concluyeron que todos los nutrientes se presentaron en cantidades adecuadas para la salud y producción animal, con la excepción del potasio que mostró valores superiores al 3.0% de la materia seca con dosis de 150 y 200 Kg/ha<sup>1</sup>/corte (Cerdas ,Vidaol y Vargas, 2020)

En Cuba, debido a la degradación que presentan los suelos, se requiere de un manejo integrado para potenciar su capacidad productiva en beneficio del hombre y lograr el desarrollo sostenible y la seguridad alimentaria (Sánchez, et al., 2011) . Esta situación demanda que los profesionales, técnicos y responsables de la producción agropecuaria amplíen sus conocimientos relacionados con el manejo y conservación de este recurso, de modo que con su trabajo se pueda lograr un

equilibrio en el sistema suelo-planta-animal, que posibilite mejorar el medio ambiente, lograr producciones más ecológicas y obtener mayores beneficios económicos y sociales para el país.

La importancia que tiene la producción de humus de lombriz en la agricultura contemporánea independiente al desarrollo alcanzado por la producción de fertilizantes químicos en diferentes cultivos es sus bajos costos de producción, su contribución al desarrollo de diversos cultivos y su aporte a la mejoría de los suelos y la preservación del medio ambiente. (Crespo, 2012)

Crespo en un estudio sobre el ecosistema de los pastizales reconoce el desempeño de los diversos microorganismos en estos medios, donde se señala a los coleópteros, las lombrices como los principales agentes descomponedores primarios de las excretas de los mamíferos y la hojarasca de los pastizales, lo que incrementa la fertilidad general de los suelos y la productividad del pastizal. Este autor señala que las interacciones entre los descomponedores primarios y los microorganismos que habitan en el tracto gastrointestinal y en el suelo son determinantes en el funcionamiento de este ecosistema. (Crespo, 2013)

En un estudio sobre el establecimiento del forraje King grass (*Pennisetum*Sp) en el departamento del Cauca se evaluó tres métodos de fertilización: orgánico (humus de lombriz) químico y un testigo sin fertilización donde el tratamiento con fertilización química superó al tratamiento con humus de lombriz en producción de masa verde por hectárea y crecimiento del forraje, sin embargo los beneficios ambientales y el menor costo del fertilizante orgánico frente al químico. El fertilizante orgánico es el más adecuado para la sostenibilidad económica, ambiental y social en la actividad ganadera en todo sistema de producción. (Vargas, 2018)

Vargas, en un estudio sobre el establecimiento de King grass (*Pennisetum sp*) donde se utilizaron tres sistemas de fertilización (químico, humus de lombriz y un testigo sin fertilización) encontró que el tratamiento con fertilizante químico fue el de mejores resultados con relación al crecimiento de la planta y al rendimiento de masa verde por hectárea. Sin embargo la aplicación de fertilizante orgánico resultó la más adecuada para la sostenibilidad económica y ambiental. (Vargas, 2018)

En Costa Rica Cerdas y cols estudiaron diferentes dosis de nitrógeno en el forraje Cuba OM 22 (50, 100, 150 y 200 Kg N/ha<sup>-1</sup>), donde se encontraron incrementos en la producción de biomasa seca y de proteína bruta con el aumento de la dosis de nitrógeno. (Cerdas et al., 2020)

En áreas de campo en un suelo Pardo grisáceo de baja fertilidad natural Ojeda (2018), en un experimento que incluyó tres cepas Biofertilizante Ecomic, NPK, humus de lombriz y un testigo de referencia en *Pennisetum purpureum* cv Taiwán morado. Se concluyó que el humus de lombriz incrementó el rendimiento de biomasa.

Ojeda y cols , estudiaron el efecto del humus de lombriz, una fertilización mineral y diferentes especies de hongos micorrizicos arbusculares (HMA) sobre el forraje *Cenchrus purpureus* Sch cv CT 115. El rendimiento de biomasa, contenido de nitrógeno, fosforo foliar y proteína bruta fueron superiores en la fertilización mineral, mientras que el humus de lombriz y las especies de HMA superaron al testigo. (Ojeda ,2020)

La elaboración y aplicación de compost a partir de diferentes sustratos (*Sacharum officinarum*, *Pennisetum purpureum*, *Leucaena leucocephala*, *Eichhornia azurea* y *Oryza sativa*) enriquecidos con un inoculante orgánico en un suelo de baja fertilidad se encontró que es recomendable su uso. (Ojeda, 2020)

La provincia de Cienfuegos según la Estadística del cierre del Primer Trimestre del 2021 cuenta con un total de 11 414 fincas, de las cuales 43 son agroecológicas, las que se encuentran agrupadas en las diferentes Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA) y Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS). Existen 3 977 productores de humus de lombriz en 838 centros de producción de humus rústicos y 9 centros de producción de humus tecnificados. Una fabricación de materia orgánica de 13 461 toneladas, 9 Centros de Reproducción de Entomógenos y Entomopatógenos (CREE) que benefician a los campesinos produciendo y 138 biodigestores funcionando. (Chaveco, 2023)

A partir de los instrumentos aplicados durante el diagnóstico se conoció que en el municipio Cumanayagua se avanza en el uso de la agroecología, lo que aún no se considera suficiente. El desconocimiento de los productores puede ser un factor fundamental que impide su utilización, además de que se centran en la agricultura convencional y el monocultivo sin tener en cuenta los efectos perjudiciales en el medio ambiente y la sociedad.

Lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente situación problemática En las condiciones actuales de manejo y explotación los rendimientos productivos de las plantaciones forrajeras sobre un suelo pardo grisáceo se encuentran deprimidos.

**Problema científico.**

¿Cómo incrementar el rendimiento del *Pennisetum purpureum* cv OM 22 en un suelo pardo grisáceo con la aplicación de humus de lombriz ?

**Hipótesis.** La aplicación de humus de lombriz incrementará los rendimientos del *P. purpureum* cv OM en áreas forrajeras sobre suelos pardos grisáceos.

### **Objetivo general.**

Determinar la eficacia de la aplicación de humus de lombriz sobre la producción y calidad del *P. purpureum* cv OM 22 en un suelo Pardo grisáceo.

### **Objetivos específicos.**

1. Medir el efecto sobre las diferentes variables morfológicas con la aplicación de humus de lombriz como fertilizante orgánico.
2. Determinar el efecto sobre los rendimientos agrícolas del *P. purpureum* cv OM 22 fertilizado con humus de lombriz.

## **CAPÍTULO 1: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **1.1. La Revolución Agroecológica en Cuba y el mundo.**

Durante las últimas décadas, Cuba ha experimentado un proceso único de transformación social, tecnológica, energética y alimentaria, surgido como respuesta a la enorme crisis provocada por la desaparición de la Unión Soviética. (Guzmán-Casado, 2007)

La agricultura a escala mundial está sumida en una grave crisis originada por problemas sociales, económicos y ecológicos. La Agroecología puede de forma efectiva mejorar la sustentabilidad agraria. (Guzmán-Casado, 2007)

Los años 70 y 80 fueron marcados por el brillo de la mal llamada Revolución Verde, por la introducción masiva de tractores, cosechadoras, fertilizantes, químicos y plaguicidas. Este uso excesivo de plaguicidas y fertilizantes provocaron un creciente desequilibrio de los agroecosistemas y por consiguiente el resultado fue la aparición de nuevas plagas y la ineficiencia en el control de los ya conocidos con efectos devastadores en los principales cultivos. (Machín, et al., 2010)

La transición hacia la agricultura sostenible que tiene lugar en Cuba desde 1990 se ha caracterizado fundamentalmente por la necesidad de sustituir insumos químicos importados por biológicos disponibles localmente. (Funes-Monzote, 2011)

La agroecología es un proceso continuo que depende de diversos factores y evidencian una dinámica progresiva en las políticas, investigaciones, innovación tecnológica, adopción por los agricultores y socialización. Se ha consolidado la producción descentralizada de controles biológicos, mediante una red de más de 200 laboratorios y varias plantas pertenecientes a las formas productivas para producir y utilizar directamente por los agricultores más de 12 tipos de bioproductos. (Sabourin, et al., 2017)

Gómez, en una revisión en bases de datos científicos, se encontró que la agroecología plantea como objetivo la propuesta de la sostenibilidad de los agroecosistemas, sistemas alimentarios, la agricultura y el desarrollo rural. (Gómez, et al., 2015)

Gliessman, definen la agroecología como la aplicación de los conceptos y principios ecológicos al diseño y manejo de los sistemas alimentarios sostenibles. Donde

presentan los argumentos principales que sostienen la validez, importancia y pertinencia del enfoque agroecológico, no solo para entender los procesos involucrados en la producción de alimentos, sino para proponer alternativas que conduzcan a esos procesos para operar en sistemas sostenibles. El concepto clave, que guía el razonamiento metodológico y epistemológico en este análisis, es el de sostenibilidad. Para alcanzar sostenibilidad la metodología agroecológica no solo se ancla en la Ecología, lo cual se describe en el trabajo, sino que percibe la producción de alimentos como un proceso que involucra a los productores y consumidores interactuando en forma dinámica. (Gliessman, et al., 2007)

El fenómeno de la agroecología en el contexto actual del campesinado organizado y sus aliados, usando los conceptos de soberanía alimentaria, se explica el mayor énfasis que los movimientos sociales rurales dan a la agroecología en este contexto. Se muestran ejemplos de “Campesino a Campesino,” tanto un movimiento propio, como una metodología que otros movimientos sociales rurales han usado para llevar la agroecología a mayor escala y se analiza el proceso creciente de construcción de procesos de agroecología dentro del movimiento social transnacional, de movimientos rurales, organizaciones campesinas y agricultores familiares. (Rosset, et., 2016)

Desde 1990 la agricultura cubana se enfrenta a cambios profundos de su estructura agraria. Parte fundamental de estos cambios lo ha constituido la entrega de tierras estatales al sector cooperativo y campesino. Muchas de las tierras entregadas a personas naturales e instituciones, se encontraban ociosas, en una finca con una extensión inicial de 13.4 ha, que posteriormente se amplió a 53 ha, cuya finca quedó abandonada por un sistema de manejo convencional en monocultivo dedicado a caña de azúcar y ganadería. Se realizó una caracterización detallada que consideró atributos de agroecosistemas sustentables en un proceso cíclico anual de diagnóstico, diseño y evaluación. Para la evaluación se realizó la conversión agroecológica lo que ocasionó un incremento en la productividad basada en cantidad de personas alimentadas por unidad de área y de insumos utilizados. (Rey, et al., 2015)

En Cuba, con un sistema alimentario dependiente en alto grado de las importaciones, se necesitan transformaciones en su modelo de desarrollo agropecuario; que se basen fundamentalmente en una producción más endógena y en el uso más eficiente de los recursos localmente disponibles. La agroecología, como ciencia y práctica que fomenta la soberanía alimentaria, puede colocar a los que producen, distribuyen y consumen la producción agropecuaria en el centro de políticas públicas que fomenten estos procesos cerca del territorio y de una manera ecológicamente sostenible, lo cual la convierte en una alternativa sustentable. Es evidente la necesidad de una transición agroecológica en Cuba. (Casimiro , 2016)

En un estudio para evaluar la conversión de un pastizal a un área de forraje con la aplicación de métodos agroecológicos, mediante diferentes variables físicas, químicas y biológicas del suelo en una finca integral de ganadería-agrícola (Hernández-Vigoa, et al., 2018) se estudió la macrofauna, mesofauna y otras variables que contribuyeron a la conversión del pastizal a un área forrajera, fueron recomendadas para el análisis integral de la calidad del suelo y el impacto del cambio del uso del suelo. El análisis mostró que la conversión de pastizal a forraje resultó una práctica agroecológica favorable para conservación de la calidad del suelo.

## **1.2. La base alimentaria forrajera para la ganadería cubana**

La actividad pecuaria en Cuba no está exenta de la influencia climática lo cual se manifiesta con dos etapas bien definidas: de mayo a agosto, en que el pasto se ve favorecido por las precipitaciones y se produce un excedente, y a partir de octubre, en que el pasto no satisface la energía que necesitan los animales. En esta segunda etapa llamada de seca, el crecimiento del pasto se ve grandemente afectado, no sólo por la escasez de agua, sino también por la influencia de los vientos fríos, que baten principalmente las zonas litorales donde se encuentran las áreas ganaderas.

El animal se ve sometido a una penuria alimentaria durante los meses de seca con fuerte pérdida de peso. Cuando llega el período de lluvias tiene que dedicar una parte de la alimentación a recuperar el peso perdido, por lo cual sólo emplea para el engorde unos pocos meses del año. El problema suscitado con la calidad de los pastos y su

pobre rendimiento agravan las diferencias estacionales, ya que los escasos excedentes limitan la producción de heno y silo, por lo que no se logra cubrir el déficit originado en la época de seca. El alimento natural del vacuno lo constituye el pasto, el cual conforma la dieta básica de los rumiantes. En las condiciones tropicales del país, con una limitada capacidad para producir cereales y leguminosas forrajeras, la base fundamental en la cual se sustenta la alimentación vacuna es en los pastos de gramíneas, a lo cual históricamente se destinaba más del 50 % de la superficie agrícola nacional.

En el caso de Cuba, el aporte de los pastos a la alimentación del ganado representa no menos del 90 % de las fuentes, lo cual destaca su carácter estratégico en el balance alimentario, no obstante, la incorporación masiva de otras fuentes de alimentos (piensos y otros) entre 1970 y 1990. Como ya fue señalado, en su concepción original estos alimentos estaban dirigidos a incrementar los rendimientos, principalmente en leche, pero dada la magnitud del déficit alimentario registrado, estos recursos no jugaron el papel suplementario asignado, sino que actuaron como fuente compensatoria básica. (Aguilar, 2004)

El Plan Nacional de Acción para la Nutrición (PNAN) de la República de Cuba elaborado en 1994 plantea entre sus estrategias la conversión y fomento de un modelo de desarrollo alternativo agropecuario compatible con el medio ambiente, basado en dos direcciones fundamentales: la primera, comprende una conversión gradual mediante la reducción de la aplicación de fertilizantes químicos fitosanitarios y otros medios no alternativos hasta su total disminución y, la otra dirección, será la de áreas que trabajarán bajo el principio del uso intensivo de técnicas y medios. Por lo que dadas las condiciones del país, se mantendrán, en los casos que sea posible, (disponibilidad de recursos, tecnologías, etc.) la aplicación de altos insumos externos e internos en base a prácticas intensivas, en otras las prácticas alternativas, y por último, una adecuada combinación de ambos modelos . (Organización Mundial de la Salud, 1994, 2000)

En este contexto de profundas transformaciones estructurales en el sector agrícola nacional, al cual no es ajeno la economía ganadera vacuna, constituye una necesidad delimitar, reconocer, caracterizar y valorar las diferencias espaciales en el nivel de desarrollo y consolidación territorial de las zonas ganaderas, de manera que se pueda incorporar el criterio espacial y ambiental en la estrategia de aplicación de los modelos de desarrollo intensivo, alternativo, o la combinación de ambos en la producción primaria. Una particularidad específica del desarrollo de sistemas de producción ganaderos vacunos en el mundo subdesarrollado, incluyendo a Cuba, es la ausencia de metodologías y enfoques integrales de investigación que no sólo focalicen las interacciones complejas de los factores biológicos, físicos y socioeconómicos que constituyen la base de todo sistema de producción, sino que precisen las relaciones espaciales de los elementos que conforman el sistema.

Las transformaciones recientes que se operan en el sector agropecuario mundial, a las que no son ajenas la agricultura y la ganadería vacuna en Cuba, después de varias décadas dedicadas a la práctica de una agricultura productivista incentivada por políticas modernizadoras basadas en la intensificación del uso de insumos químicos, mecánicos y energéticos que generó desde muy temprano graves problemas en la articulación territorial y degradación ambiental de los espacios rurales, reclaman la necesidad de una alternativa de desarrollo agropecuario que no excluye la coexistencia de varios modelos. (Ceña, 1994; Ruttan, 1991 y Organización Mundial de la Salud, 1994-2000) y de un sistema productivo ajustado a su nueva forma y acorde con las limitaciones económicas, que requiere de enfoques y metodologías de investigación de carácter complejo que no sólo consideren las interacciones de los factores biológicos, físicos y socioeconómicos, sino que abarquen las variaciones espaciales y temporales y el ciclo completo del proceso productivo: producción, distribución, cambio y consumo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.(2013) y Nova, 1995, 1996)

### **1.3 Los pastos y forrajes en la alimentación de la ganadería vacuna**

Uno de los pilares fundamentales en la producción bovina bajo condiciones tropicales en los países de Latinoamérica y otras regiones del trópico en el mundo, es la

alimentación con base en pasturas y otras fuentes forrajeras. King grass es uno de los cultivares más difundidos y explotados, el cual se ha manipulado genéticamente, para hacerlo más resistente a plagas, enfermedades, estrés hídrico entre otras tolerancias con el propósito de que sea más productivo. Este procedimiento biotecnológico permite obtener nuevos cultivares en diferentes especies, los que son conocidos como pastos mejorados. Dentro de los Pennisetum obtenidos en el programa de mejoramiento genético se encuentran el Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22. En estudios realizados en Cuba, se ha demostrado que las variedades mejoradas de Pennisetum purpureum, pueden tener mayor producción y digestibilidad de sus componentes (hoja, tallo, planta completa) y menor contenido de lignina. Los cultivares de Pennisetum purpureum, en conjunto con otros y la caña de azúcar han sido señalados como las especies de mayor potencial de producción de biomasa en el trópico, en el período poco lluvioso. (Benítez, et al., 2009)

El rendimiento de materia seca fue superior en Cuba OM-22 para ambos periodos, Esta gramínea necesita para alcanzar altas producciones de la utilización de los fertilizantes, principalmente en aquellas áreas de suelos con pobre contenido de nutrientes, la labor de fertilización debe llevarse a cabo sin dañar el medio ambiente, utilizando preferentemente los fertilizantes orgánicos y la combinación de estos con el mineral, no ocasionando daños a largo plazo y problemas medioambientales a generaciones futuras. King Grass, Cuba CT-115, Cuba CT-169 y Cuba OM-22, sin fertilizantes ni regadío alcanzan producciones normales que oscilan entre 10 y 20 t de MS/ha/año. El rendimiento depende de la humedad, fertilidad, temperatura y edad del corte. Con riego y fertilizantes se obtienen rendimientos entre 30 y 50 t de MS/ha/año. (Benítez, et al., 2009)

La aplicación de estiércol, es la alternativa más práctica utilizada por los agricultores, dado a que es el fertilizante que se encuentra de manera más inmediata, más económico y su aplicación constituye la alternativa más ecológica por su capacidad de mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, reduciendo la aplicación mineral tan dañina al medio ambiente y costosa económicamente, en estos tiempos de crisis económica.

El Cuba OM-22 mostró mejor comportamiento de adaptación y respuesta al estrés hídrico en particular y a las condiciones de secano, sin fertilización mineral en un suelo Pardo grisáceo ocríco de baja fertilizada natural. A pesar de las condiciones los rendimientos obtenidos por Cuba OM-22 (11.7 y 4.1 t/ha MS pueden considerarse aceptables y lo sitúa como una alternativa viable para la región, sin descartar al King grass. La tendencia a comportarse mejor el Cuba OM-22 en relación al King grass en los momentos de menores precipitaciones en este tipo de suelo, es una condición muy positiva para este territorio caracterizado por estas situaciones.

Esta gramínea responde favorablemente a la aplicación de riego especialmente en la época de sequía ya que durante esta época evita una disminución drástica en la producción de forraje y en el valor nutritivo de la planta, así mismo la aplicación de riego permite disminuir el tiempo entre cortes y aumenta el número de cosechas al año (Vargas, 2018) . El tipo de suelo determinó que los rendimientos no superaron históricos del país, los suelos Pardos grisáceos son los declarados como los menos productivos para este género, tiene como características de tener un bajo contenido de nutrientes, una textura loam arenosa y poca retención de humedad. Según Miranda y Ayala J el género Pennisetum exige de suelos profundos bien drenados y de fertilidad media a alta para lograr la mejor respuesta biológica de la planta. (Miranda y Ayala, 2018)

La base forrajera es la cantidad de materia seca que se le puede ofrecer a los animales , es uno de los parámetros del manejo del Pastoreo Rotacional que incide directamente en el consumo de los animales y que , siendo bien utilizada, permite incrementar la eficiencia de utilización del forraje. (Martínez, 2020)

Los forrajes son todas aquellas plantas que se cultivan con el fin de alimentar a los animales . Pueden ser consumida en pie o diferida, según sean las necesidades del proceso productivo, pasto, pienso, compuesto, heno y ensilajes. Fortalecimiento productivo para la producción de forrajes. (Martínez, 2020)

Las plantas forrajeras se dividen en tres grandes grupos

- Gramíneas.
- Leguminosas
- Forrajeras no gramíneas no leguminosas.

Objetivo del forraje

La FAO siempre ha enfatizado la importancia de los forrajes y las pasturas en los sistemas de producción como fuente de alimento para el ganado y para mantener la fertilidad del suelo , para el reciclaje de los nutrientes de las plantas y para proteger el ambiente. (Obando Enríquez, et al., 2023)

Tipo de forraje

Las plantas forrajeras se dividen en dos grandes grupos:

- Leguminosas
- Gramíneas
- Las gramíneas tienen , en general muchas fibras y bastantes energías , pero poca proteínas, y las leguminosas tienen más proteína , pero menos energía y fibras. (Ruminants Blog , 2022)

Los forrajes son la base de la alimentación de cualquier animal herbívoro, entre los que se encuentra el ganado bovino. Su alto contenido en fibra es imprescindible para mantener el equilibrio ruminal, el funcionamiento orgánico de su tracto gastrointestinal y las proporciones de nutrientes aprovechables. (Aguilar, R et al., 2004)

Contar con pastos de gran calidad es un factor determinante para conseguir una correcta alimentación del ganado que logre cubrir sus necesidades. Gracias al perfil nutricional del pasto, la carne del ganado extensivo tiene en general una proporción de grasas. (Aguilar, et al. ,2004)

La calidad de los pastos y forrajes naturales que consumen los animales juega un papel fundamental en el aporte de proteínas y energía. Un forraje o pasto de mala calidad significa baja digestibilidad, lo que conlleva una disminución del consumo voluntario y de la actividad ruminal. Esto deriva en una reducción de la eficiencia de utilización de los nutrientes y por tanto en una baja ganancia de peso. Contar con pastos de gran calidad es un factor determinante para conseguir una correcta alimentación del ganado que logre cubrir sus necesidades. (Aguilar R et al., 2004)

El King Grass, es un cultivo reportado como altamente resistente a la sequía, pero capaz de alcanzar rendimientos de hasta 45 t/ms/año en condiciones de lluvias abundantes y en suelos de textura media Pinzón y González (1978), reportados por Herrera (1984), este mismo autor reporta al King Grass, como la especie de mayor potencial de respuesta bajo riego, alcanzando 11,7 t/ms/ha en tratamiento de mayor frecuencia de riego (90% CC), en la época de seca y 3,2 t/mes/ha en secano. Ramos (1980), reporta para este cultivo bajo riego rendimientos superiores al 50% con respecto al pasto estrella y bermuda cruzada cuando se corta cada seis semanas. Mientras Suárez (1980), obtuvo un rendimiento bajo riego de este cultivo superior en un 38% al compararlo con otros pastos. (Aguilar, et al., 2004)

La producción de King Grass pudiera verse afectada en el periodo de seca sino son aplicados los riegos suficientes para el buen desarrollo vegetativo del cultivo, por lo que la introducción de una técnica de riego por aspersión de baja intensidad con sistemas estacionarios y semi estacionarios en áreas pequeñas suple este déficit de agua. (Aguilar, et al., 2004)

### **1.2.1 Principales variedades de pastos explotadas en Cuba**

1. Pasto Guinea (*Panicum maximum*): (Sánchez, et al., 2019 y March, 2019)
2. Gran estrella (*Cynodon nlemfuensis*). (Ferrufino, 2022)
3. Pángala (*Digitaria decumbens*) . (Gusmao ,2020)

Gramíneas son las que se conocen comúnmente como Pastos y su nombre proviene del latín "Pastus", y son los más requeridos por los rumiantes alrededor de 60-70% de

su dieta, debido al contenido de fibra necesario para el funcionamiento del rumen. Además presentan contenidos de carbohidratos medio a alto (Energía) y contenidos de proteína medio – bajos alrededor 2 – 14% con un promedio 7%. Se adaptan con facilidad a diferentes climas y tipos de suelos por lo que podemos afirmar que no existen ni el Mejor pasto ni el pasto de mala calidad, sólo podemos llamarlo como pasto mejor adaptado a las condiciones que se le brinde en el sitio en el que se estableció.

La característica principal que poseen las gramíneas o los Patos es la capacidad de producir biomasa de alta calidad a base de agua y energía solar (fotosíntesis) pero su calidad nutricional puede verse afectada por factores como: edad de la planta y la época del año, ya que a medida que el pasto es más viejo entrara en floración y todo su contenido de proteína, vitaminas, minerales, serán destinados para la producción de flores o espigas, y cuando verano es fuerte y prolongado, todos los nutrientes mencionados anteriormente disminuyen drásticamente. Generalmente las gramíneas son pobres en proteína por tal motivo se recomienda asociarlas con leguminosas para ofrecer una dieta de mayor calidad. (Horak, et al. ,2018)

En Cuba, se cultivan varias variedades de pastos para la alimentación del ganado. Algunas de las principales variedades son:

1. Pangola: es una variedad de pasto perenne que crece muy bien en climas cálidos y húmedos. Es muy nutritivo y tiene un alto contenido de proteína.
2. Guinea: es una variedad de pasto perenne que también se adapta bien a los climas cálidos y húmedos. Es muy resistente y puede crecer en suelos pobres.
3. Estrella: es una variedad de pasto perenne que se adapta bien a los climas cálidos y secos. Tiene un alto contenido de proteína y es muy nutritivo.
4. Brachiaria: es una variedad de pasto perenne que se adapta bien a los climas cálidos y secos. Es muy resistente y puede crecer en suelos pobres.
5. Digitaria: es una variedad de pasto anual que se cultiva en zonas de clima cálido y húmedo. Es muy nutritivo y tiene un alto contenido de proteína.

Estas son solo algunas de las variedades de pastos que se cultivan en Cuba para la alimentación del ganado. Cada una tiene sus propias características y beneficios, y los agricultores deben elegir la variedad adecuada según las condiciones climáticas y del suelo de su región. (Cerdas, et al., 2020)

#### **1.4 Plantas forrajeras en explotación en la ganadería vacuna**

La inclusión de plantas forrajeras en la alimentación del ganado vacuno es fundamental para asegurar una dieta equilibrada y adecuada para los animales. Los pastos, aunque son la base de la alimentación del ganado, no siempre contienen todos los nutrientes necesarios para mantener una buena salud y un crecimiento adecuado.

Por esta razón, se cultivan otras plantas forrajeras que aportan proteínas, energía y otros nutrientes importantes para el ganado. La morera, por ejemplo, es una planta muy nutritiva que aporta proteína de alta calidad. El maíz forrajero es rico en energía y es muy palatable para los animales, lo que lo convierte en una opción popular en la alimentación del ganado.

La soya es otra leguminosa que se utiliza como suplemento en la alimentación del ganado debido a su alto contenido de proteína. La caña de azúcar es rica en energía y es muy palatable para los animales, lo que la convierte en una opción popular en la alimentación del ganado. El sorgo, por su parte, es una planta resistente a la sequía y rica en energía, lo que la hace ideal para las regiones con condiciones climáticas adversas.

En conclusión, la inclusión de plantas forrajeras en la alimentación del ganado vacuno es fundamental para asegurar una dieta equilibrada y adecuada para los animales. Los agricultores deben seleccionar las plantas adecuadas según las condiciones climáticas y del suelo de su región, y combinarlas con los pastos para obtener una dieta completa y equilibrada para sus animales. (García., 2021)

### 1.3 Sistemas de fertilización en áreas forrajeras

En áreas forrajeras, los sistemas de fertilización desempeñan un papel crucial para mantener y mejorar la productividad del pasto. Aquí hay algunas opciones comunes de sistemas de fertilización utilizados en áreas forrajeras:

**Fertilización orgánica:** Este sistema implica el uso de materiales orgánicos, como estiércol animal, compost o residuos vegetales, para aportar nutrientes al suelo. Estos materiales se descomponen gradualmente, liberando nutrientes de manera sostenida y mejorando la estructura del suelo. La fertilización orgánica es una opción popular para agricultores que buscan prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

**Fertilización química:** Este sistema implica el uso de fertilizantes químicos, que son productos fabricados específicamente para suministrar nutrientes a las plantas de manera rápida y concentrada. Los fertilizantes químicos generalmente contienen una combinación de nitrógeno, fósforo y potasio, así como otros micronutrientes necesarios para el crecimiento saludable del pasto. Es importante seguir las recomendaciones de dosificación adecuadas y evitar la aplicación excesiva de fertilizantes químicos, ya que esto puede tener impactos negativos en el suelo y el medio ambiente.

**Fertilización foliar:** En este sistema, los nutrientes se aplican directamente sobre las hojas del pasto mediante pulverización. Los fertilizantes foliares suelen contener nutrientes solubles en agua y pueden ser absorbidos rápidamente por las plantas. Este método es útil cuando el pasto tiene deficiencias nutricionales visibles o cuando se requiere una respuesta rápida, como en situaciones de estrés o durante la temporada de crecimiento activo.

Es importante tener en cuenta que los sistemas de fertilización deben adaptarse a las necesidades específicas de cada área forrajera. Se recomienda realizar un análisis de suelo para evaluar los niveles de nutrientes y determinar las cantidades adecuadas de fertilizantes a utilizar. Además, se debe considerar la rotación de pastizales y otras prácticas de manejo adecuadas para mantener la salud del suelo y la productividad a largo plazo. (Pez, 2018)

Se recomienda utilizar fertilizantes nitrogenados , a razón de 150 Kg N has-1 corte-1, con cortes de 56 días en el pasto Cuba OM -22. El nitrógeno debe fraccionarse en tres dosis dev 0 Kg Nha-1, a los 5,10 y 15 días luego del corte. Productividad del pasto Cuba OM-22( Pennisetum purpurem X Pennisetum glaucum) con distintas dosis de fertilización nitrogenada. (Benalcázar et al., 2021)

### **1.3 Sistemas de fertilización en áreas forrajeras**

#### **FERTILICEMOS LOS PASTOS**

##### **Fertilización**

Definición: Consiste en la aplicación de productos orgánicos o inorgánicos, naturales o sintéticos, comúnmente llamados abonos o fertilizantes para devolverle al suelo los elementos perdidos por cosechas anteriores o por el lavado y erosión del suelo.

##### **Fertilizantes**

Definición: Se define el fertilizante o abono como cualquier materia orgánica o inorgánica natural o sintética que suministra a las plantas uno o más elementos necesarios para su normal crecimiento o desarrollo.

##### **Clasificación de los abonos o fertilizantes**

Los abonos o fertilizantes, se dividen en dos grupos grandes:

##### **a) Según el proceso de obtención los abonos pueden ser:**

- Químicos, obtenidos mediante procesos industriales por reacciones químicas en las cuales se mezclan los elementos componentes del fertilizante en proporciones previamente establecidas.
- Orgánicos se obtienen por descomposición de los restos de animales y plantas muertas, excrementos y otros microorganismos que han cumplido su periodo de vida y sufren luego un proceso de transformación.

Este proceso, que dura bastante tiempo y requiere de condiciones favorables llega a un estado máximo de descomposición llamado " Humus" , estado en el cual es de fácil aprovechamiento por las plantas.

b) Según su presentación, los abonos o fertilizantes pueden ser:

Sólidos, todos aquellos que tienen forma de gránulos de uno a cuatro milímetros de grosor. También los hay en cristales y en forma de polvo fino.

Líquidos: Son fertilizantes cuyos elementos han sido disueltos en agua u otro líquido y envasado en botellones, tambores, u otro recipiente.

Algunas veces se trata de soluciones de un elemento puro, por ejemplo el nitrógeno o de fósforo o potasio.

Los abonos o fertilizantes químicos están constituidos por dos partes fundamentales, la una formada por elementos nutricionales y la otra por el material de relleno, éste relleno puede ser arena, desechos de canteras pulverizados, o cualquier otro elemento que no altere la naturaleza de las sustancias, incluso puede ser agua.

La primera parte recibe el nombre de disperso y la segunda dispersante.

En cualquiera de las dos presentaciones, líquidas o sólidas, los fertilizantes pueden contener uno o más de los elementos requeridos para el correcto desarrollo de las plantas en cuyo caso se denominan:

- Simples: Cuando contiene un solo elemento, como por ejemplo urea, o nitrón que solo contiene nitrógeno.
- Compuestos: Cuando contienen más de un elemento, ejemplos de estos son: el 10-30-10, que contiene el 10 por ciento de nitrógeno; 30 por ciento de fósforo y 10 por ciento de potasio.

### **Denominación de los abonos o fertilizantes químicos**

La denominación o grado de un fertilizante se define como el porcentaje de elementos nutritivos existentes en 100 kilos del producto comercial.

Para los fertilizantes compuestos, se ha definido universalmente tomar un orden para denominar a sus componentes.

En primer lugar se coloca el nitrógeno; en segundo lugar el fósforo y en tercer lugar el potasio, dejando el último para los elementos menores cuando el producto los contenga.

Así, entonces, un fertilizante de grado 10-30-10, significa que contiene nitrógeno, fósforo y potasio en los siguientes porcentajes:

N = 10%

p = 30%

K = 10%

El total de materia fertilizante es 50, el otro 50% es relleno o dispersante del cual hablamos antes.

La misma regla se sigue para denominar el grado de los fertilizantes simples, un grado como: 0-20-0, significa que su contenido es 20% de fósforo, ejemplo de este es el superfosfato simple.

C. Como toman las plantas su alimento

Las plantas absorben los distintos elementos a través de:

Las raíces

Los tallos

Las hojas

El total de materia fertilizante es 50, el otro 50% es relleno o dispersante del cual hablamos antes.

La misma regla se sigue para denominar el grado de los fertilizantes simples, un grado como: 0-20-0, significa que su contenido es 20% de fósforo, ejemplo de este es el superfosfato simple.

Como toman las plantas su alimento

Las plantas absorben los distintos elementos a través de:

Las raíces

Los tallos

Las hojas

Los nutrimentos entran a la planta en forma de soluciones siendo las raíces, la vía de mayor captación de los nutrientes por parte de la planta, cuando esto sucede entran a través de unos conductos muy pequeños llamados pelos absorbentes. Las raíces viejas no favorecen muy bien este proceso y más bien sirven para llevar elementos hacia la parte más alta de la planta.

Factores que afectan la absorción de los nutrimentos por las plantas

La toma o absorción de los nutrimentos se ve afectada por varias condiciones, entre ellas:

#### 1. Presencia de aire en el suelo

Es importante que entre las partículas del suelo haya espacios ocupados por aire que facilite la actividad de los pelos absorbentes. Esta condición es mejorada con una buena labranza, subsolado, o escardillado de los pastizales y cultivos de pastos de corte.

#### 2. Humedad del suelo

Un suelo demasiado seco no permite la absorción de los nutrimentos pues el agua es la encargada de disolverlos y formar soluciones asimilables. La humedad se mejora aplicando riego y drenando con ventosamente los terrenos.

### 3. Densidad y distribución del sistema radicular

La cantidad de raíces y la forma como están distribuidas en el suelo determinan la cantidad de nutrientes que pueden ser absorbidos por la planta .

### 4. Equilibrio de los nutrientes en el suelo

Algunos elementos en el suelo determinan que otro sea o no asimilable por las plantas. Así por ejemplo, si el N es escaso en el suelo, los demás elementos no serán tomados por la planta sino hasta el nivel permitido por las concentraciones del nitrógeno.

El P y Ca están íntimamente ligados tanto para cumplir sus funciones en las plantas como para ser absorbibles o no del suelo.

### **Aplicación del fertilizante**

La aplicación del fertilizante o abono supone varias actividades y decisiones previas como son:

#### 1. Alistar los materiales, equipos y/o herramientas.

Estos varían dependiendo del tipo de fertilizante a aplicar y si este es líquido o sólido; de la cantidad a aplicar y de la forma como se desee aplicar al suelo.

Estos puntos los consideramos uno por uno en este capítulo, pero es importante pensar que vamos a necesitar:

a) Un sistema de transporte del abono o fertilizante desde la bodega hasta el lote. Este transporte puede ser el hombro humano si la distancia es corta y se trata de uno o tres bultos. Si la distancia es más larga y el número de bultos mayor, habrá que pensar en carretillas de mano, equinos, tractor con trailer o incluso camiones o volquetas.

b) Sistemas de distribución en el lote.

Si el lote es pequeño con dos personas podrá regarse el fertilizante al voleo o en surcos, pero si el lote es grande deberá pensarse en una voleadora de abonos mecánica que sea de alto rendimiento.

Algunos fertilizantes pueden agregarse al agua de riego, aprovechando de esta manera esa labor y los equipos de la misma.

Cuando el abono se aplica en surcos para ser cubierto por tierra debe disponerse de un tractor con cultivadora o de personal suficiente para hacerlo según la extensión del lote.

## 2. En qué época deben aplicarse los abonos o fertilizantes

Los abonos o fertilizantes deben suministrarse a las plantas en el momento que éstas más lo necesiten, pues de lo contrario estaríamos tirando el fertilizante al suelo sin respuestas favorables.

Los pastos deben fertilizarse después de cada corte o pastoreo según las condiciones del suelo. Hay pastizales que sólo requieren de dos fertilizaciones por año, con fertilizante compuesto y de dos a cuatro con nitrógeno, de todas maneras es conveniente hacer un análisis de fertilidad del suelo para determinar cuántas fertilizaciones deben hacerse.

Para los pastos de corte deben hacerse aplicaciones de nitrógeno preferiblemente después de cada corte a razón de 100 kg de nitrógeno por hectárea.

NOTA: Una hectárea mide 10.000 metros<sup>2</sup> y una plaza mide 6.400 metros<sup>2</sup>.

Las aplicaciones de fertilizantes compuestos dependen del análisis del suelo.

## 3. Cuánta cantidad de fertilizante debe aplicarse

La cantidad y grado de fertilizante que se va a aplicar depende del análisis de la fertilidad del suelo. Seguramente usted ya ha estudiado y realizado las prácticas de ese módulo, luego suponemos maneja convenientemente la técnica de toma de muestras del suelo.

Asesorarse de un agrónomo, un técnico o de su instructor para que con él analice los resultados del análisis de suelo y determine la clase y cantidad de fertilizante por aplicar.

A continuación le damos pautas para calcular la cantidad de fertilizante para su finca o lote.

Supongamos que los resultados del análisis de suelo le recomiendan aplicar 120 kilos de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (fósforo asimilable por hectárea) y 80 kilos de nitrógeno por hectárea.

En el comercio podemos encontrar las siguientes fuentes de estos elementos:

- Fosforita huila, que contiene un 14% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Superfosfato simple que contiene 7% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Superfosfato triple que contiene 21 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>
- Urea que contiene el 46% de N
- Nitrón 26 que contiene 26% de N Benalcázar Carraza B P et al., (2021)

### 1.3.1 Fertilización mineral

Minerales

- Simples
- Compuestos
- Mezclas
- Macro nutrientes
- Micro nutrientes
- Sólidos
- Líquidos (Oropesa, Pentón, Gertrudis y Martín ,2011)

### 1. 3.2 Fertilización orgánica

Es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los

microorganismos que llevan a cabo este proceso están de manera natural en el medio ambiente.

Materiales:

- Tierra de bosque
- Materiales ricos en nitrógeno como: restos de frutas y verduras, pulpa de café, cañón de plátano, estiércoles (materiales que se descomponen rápidamente)
- Materiales ricos en carbono como: hojarasca, cascarilla de café, rastrojo (materiales que se degradan lentamente)
- Ramas de aproximadamente 1 cm de diámetro
- Agua
- Pala (Puerto, 2020)

### **Importancia de los abonos orgánicos.**

- La incorporación de materia orgánica al suelo, mejora sus propiedades físicas, químicas y biológicas (como la estructura y permeabilidad, la capacidad de retención de agua) forma agregados más estables, y da capacidad de intercambio catiónico, facilitando la absorción de nutrientes por la raíz, estimulando el desarrollo de la planta; en suelos arenosos mejora la cohesión de las partículas, la microflora nativa de la composta ayuda a controlar patógenos del suelo. Desde el punto de vista de la biorremediación esta flora microbiana también favorece la inactivación de sustancias tóxicas como trinitrotolueno (TNT), fenilciclidina (PCP), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), gasolinas, aceites, entre otros. Al haber una mayor actividad microbiana se mejora la movilización de nutrientes, y los organismos que van muriendo son rápidamente incorporados al suelo. Físicamente, la materia orgánica mejora la estructura del suelo al favorecer la permeabilidad, por lo que las raíces pueden penetrar con mayor facilidad; las sustancias húmicas incrementan la micorrización de las raíces, además forman complejos fosfo-húmicos haciendo

más disponible este nutrimento para la planta, también contribuyen a mejorar las cadenas tróficas del suelo. Otro beneficio del humus es su potencial para controlar poblaciones de patógenos del suelo. Algunas bacterias y hongos con actividad antagónica sobre patógenos del suelo son: *Bacillus* spp., *Enterobacter* spp., *Flavobacterium balustinum* Harrison (1929), *Pseudomonas* spp., *Streptomyces* spp., entre otros géneros de bacterias; y *Trichoderma* spp., *Gliocladium virens* Miller, Giddens y Foster (1958), *Penicillium* spp., entre otros géneros de hongos. La naturaleza de la materia orgánica utilizada y la densidad de inóculo del patógeno existente en el suelo, son factores que pueden influir sobre el nivel de control de la enfermedad alcanzable por la composta. Por otro lado, los agentes de biocontrol inhiben o matan a los patógenos en la composta madura y, por lo tanto, inducen la supresión de enfermedades. Los agentes de biocontrol en la composta pueden inducir la resistencia sistémica adquirida a los patógenos. El suelo debe presentar de manera ideal la siguiente composición: materia orgánica, 5%; materia mineral, 45%; agua, 25%; y aire, 25%; para que se puedan llevar a cabo los ciclos que ocurren de manera normal. Al tener un buen contenido de materia orgánica y de minerales, la planta nunca dejará de recibir su dosis diaria de nutrimentos, manteniendo un suelo fértil con pérdidas mínimas, lo que se traduce en plantas y frutos de mayor calidad. Uno de los beneficios en las plantas fertilizadas orgánicamente es que son menos propensas al ataque por insectos-plaga, al tener un balance más adecuado de nutrimentos, esto fue descubierto por el científico francés Francis Chaboussou en 1985, quien demostró la dependencia entre la calidad nutricional de las plantas y la aparición de plagas. Este proceso genera la síntesis de proteínas, y al haber un desbalance nutricional los enlaces proteicos, se rompen, desdoblándose en aminoácidos, los cuales son la base alimenticia de la que se nutren los organismos heterótrofos<sup>2</sup> para sintetizar sus propias proteínas.

Según la teoría de la trofobiosis, las defensas orgánicas de los vegetales contra el ataque de plagas están en un contenido equilibrado de sustancias nutritivas en la savia o citoplasma. En el manejo orgánico del suelo (forestal y agrícola) puede presentar algunas desventajas, pero a largo plazo estas serán

superadas, por ejemplo: a. Efecto lento, ya que el suelo se adapta a cierto manejo, y al retirarle al 100% los compuestos sintéticos no es provechoso, por lo que se recomienda un sistema combinado (convencional y orgánico) con el afán de hacer un cambio gradual y ayudar al suelo a restablecer el equilibrio natural. b. Los resultados se esperan a largo plazo, el cambio debe ser gradual, ya que poco a poco el suelo restituirá los procesos de formación y degradación de la materia orgánica hasta llegar a un nivel donde solo requerirá una mínima cantidad de nutrimentos para mantener dicha actividad; sin embargo, durante este proceso mejora la fertilidad del suelo, teniendo un mayor porcentaje de germinación y mejor adaptación de plántulas al trasplantarlas. El período de transición para que un suelo tenga producción orgánica oscila entre los tres y cinco años; y dependiendo del manejo previo del suelo y de los factores del medio ambiente, puede extenderse hasta los ocho años. c. Se debe estar consciente de que los costos en el manejo del suelo al inicio aumentan al hacerlo orgánicamente, pero de igual forma se tendrán plantas y frutos de mejor calidad, traduciéndose esto en más ingresos y menor costo del manejo del suelo en un futuro, sin contaminar el agua y medio ambiente; esto debido a que en el período de transición mejora la estructura del suelo, así como su permeabilidad, y al haber un mejor intercambio gaseoso, la flora microbiana nativa del suelo mejora su actividad, y la fertilidad del suelo. (Puerto ,2020 ,García ,2014)

### **Sistemas de producción orgánicos**

Es necesario desarrollar sistemas de producción relacionados con la incorporación de materia orgánica ya sea humificada, abono verde, harina o fermento, con la finalidad de mejorar la biodiversidad microbiana del suelo, y por ende aumentar su fertilidad. En los sistemas de producción agroforestales se busca una especie arbórea o arbustiva y un cultivo principal, la especie forestal debe cumplir ciertas características, por ejemplo que permita el paso de la luz del sol al cultivo para que pueda desarrollar sus funciones metabólicas, otra es que incorpore nutrimentos, como el caso del nitrógeno en las leguminosas arbustivas que forman simbiosis con *Rhizobium* spp. fijando nitrógeno al

suelo, y además las leguminosas al tener un alto contenido de proteínas en sus hojas, son fácilmente. (García y Herrán, 2014)

Es recomendable no retirar desde el inicio a los fertilizantes químicos, debido a que a través de los años el suelo de uso agrícola ha dependido de la incorporación de esas sustancias, por lo que el estrés generado en el suelo podría ser mayor, lo que se traduciría en una baja producción, en cambio con dosis decrecientes de químicos el suelo remueve tóxicos de manera gradual, mejorando su actividad, y en cinco años el suelo tendrá un buen contenido de materia orgánica. Por ejemplo, al incorporar 500 kg de nitrógeno al suelo, al principio podrían ser 300 kg de humus y 200 kg de químico, y al año siguiente se incorporan los mismos 500 kg de nitrógeno pero esta vez serán 350 kg de humus y 150 kg de químicos; al año siguiente serán 400 kg de humus y 100 kg de químicos; después serán 450 kg de humus y 50 kg de químicos; y al quinto año se incorporan solamente los 500 kg de humus, se observara que cada año mejora la estructura del suelo, la capacidad de retención de agua, al igual que la permeabilidad, todos estos beneficios se traducirán en una mayor fertilidad del suelo; en los años sucesivos ya solo se necesitara incorporar 500 kg de humus para mantener los ciclos de degradación y síntesis que ocurren en el suelo. (García y Herrán, 2014)

### **Preparación de un abono orgánico**

La calidad final del abono orgánico dependerá de factores como el origen, la forma de recolección de los materiales, el almacenamiento y la humedad del estiércol, el cual debe ser lo más fresco posible ya que la actividad microbiológica es mayor. Es importante que los animales que se utilicen como fuente de estiércol estén sanos, y deben conservarse por largo plazo en la finca orgánica. El tiempo de aplicación es muy importante para que el efecto sea el mejor posible, los abonos deben ser aplicados muy temprano por la mañana o después de la caída del sol, en las horas de la tarde. Se pueden usar rocas que contengan cualquiera de los micronutrientes o minerales que se necesitan para preparar los abonos, se muelen o trituran las rocas hasta obtener una harina en la forma de talco, para mezclarlas con los abonos o para elaborar un biofertilizante. (García y Herrán 2014)

## **Abono sólidos y líquidos**

Un abono orgánico es todo material de origen natural que tenga propiedades fertilizantes o de mejoramiento de suelo, que no es obtenido por síntesis química. La agricultura orgánica promueve su uso por los múltiples beneficios a nivel físico, químico, microbiológico y orgánico, dando beneficios al suelo y a la planta, también tiene ciertas desventajas, una de ellas es que no muestran resultados inmediatos o a corto plazo; sin embargo, a mediano y largo plazo se establece un equilibrio en los nutrientes del suelo, aumentando su fertilidad sin necesidad de incorporar insumos externos. La composta, la lombricomposta, el bocashi y el abono a base de lirio acuático son los cuatro abonos orgánicos más usados, todos permiten el aprovechamiento de los desperdicios de los cultivos y animales para convertirlos en materia orgánica o humus. Otra forma de incorporar materia orgánica al suelo son los abonos líquidos, los cuáles al igual que en los abonos sólidos tienen la finalidad de incorporar nutrientes al suelo y además mejorar la actividad microbiana del mismo. El húmus de lombriz, la leonardita soluble, el guano, el té de compost, fertilizante de humus líquido con caldo sulfocálcico, y el caldo de estiércol de caballo, son los más usados, por su fácil preparación y manejo. (García y Herrán, 2014)

### **Efecto de los abonos orgánicos en el suelo y plantas:**

**1.3.3.** El humus posee numerosas características físico-químicas que provocan efectos positivos tanto en el suelo como en la planta: mejoran la estructura del suelo, la retención de humedad, facilitan la absorción de nutrientes por parte de la planta, y estimulan el desarrollo de las plantas. Los ácidos húmicos y fúlvicos mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas en los suelos, que conducen finalmente a un incremento en la productividad y fertilidad. Sus beneficios son: favorecen la formación de agregados estables, actuando con arcillas y humus, mejorando la estructura del suelo, aumenta la cohesión a suelos arenosos y disminuye esta en suelos arcillosos, dan un color oscuro al suelo, lo que provoca un aumento de su temperatura, el humus aumenta la capacidad de retención de humedad en el suelo, además mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superfi

cial. Respecto al mejoramiento de las propiedades químicas del humus, se sabe que las sustancias húmicas elevan la capacidad de intercambio catiónico de los suelos; al unirse con las arcillas para formar el complejo arcilla-húmicos, forman complejos fosfo-húmicos manteniendo el fósforo en un estado asimilable por la planta, con lo que se supera el problema de la disponibilidad de fósforo en suelos ácidos que poseen la capacidad de fijación de este elemento; forma complejos humus-lignina, un complejo difícilmente asimilable por los microorganismos del suelo, pero que favorece la maduración del humus, elevando la capacidad tampón de los suelos y su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales; esto favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes para la planta, el humus es una fuente de gas carbonilo que contribuye a solubilizar algunos elementos minerales, con lo que facilita su absorción por parte de la planta, aporta además elementos minerales en bajas cantidades y es una importante fuente de carbono. Sobre la microbiología del suelo, se han reportado los siguientes beneficios: el humus es una importante fuente de carbohidratos para los microorganismos, favoreciendo el desarrollo normal de cadenas tróficas en el suelo. Los efectos de las sustancias húmicas sobre la planta son muy diversos: los ácidos húmicos estimulan el desarrollo de raíces y tallos; existen reportes de que la aplicación de ácidos húmicos incrementa el crecimiento de la plántula y el contenido de nutrientes en trigo *Triticum aestivum* L. (1753), tabaco *Nicotiana tabacum* L. (1753), maíz *Zea mays* L. (1753) y en tomate *Lycopersicon esculentum* Mill. (1768); por el contrario; si se aplican altos niveles de ácidos húmicos retarda el crecimiento de estas plantas o decrece el contenido de nutrientes en las mismas, el tratamiento de semillas y sustratos con ácidos húmicos promueve el desarrollo de la radícula, mejora la absorción de micronutrientes como Fe-Cu y Zn, en maíz y en trigo, estimula y aumenta la absorción de y fósforo, esto podría ayudar a eliminar problemas de clorosis, no se observan efectos de las sustancias húmicas sobre la absorción de micronutrientes cuando la aplicación del humus se hace vía foliar. Otros usos que tienen las sustancias húmicas en la agricultura son como aditivos en fertilizantes químicos. Diferentes sales de las sustancias húmicas

como los humatos de Ca, se utilizan para incrementar la fertilidad del suelo. El humus y materiales que contienen humus se han utilizado a gran escala en la construcción, como aditivos para controlar la velocidad de secado del concreto. En la industria de la cerámica, las sustancias húmicas se han usado principalmente como aditivos para aumentar la dureza mecánica de la cerámica no procesada, y así mejorar su calidad. Los ácidos húmicos se han empleado también en la producción de plásticos, especialmente como colorantes de nylon 6 o plástico PVC y espumas de poliuretano. La principal función de las sustancias húmicas en el ambiente es remover metales tóxicos, químicos orgánicos y otros contaminantes del agua. Se ha encontrado que los materiales de intercambio iónico basados en humato de Ca (calcio) se pueden utilizar para remover metales pesados, como por ejemplo Fe (hierro), Ni (níquel), Hg (azufre), Cd (cadmio) y Cu (cobre) de agua al reducirlos a sus formas menos reactivas y también pueden usarse para remover elementos radioactivos en agua desechada por las plantas de energía nuclear. En el ambiente, los coloides orgánicos naturales (ácidos húmicos y fúlvicos) son importantes porque forman complejos solubles en el agua con muchos metales, incluyendo radionucleidos, también conocidos como isótopos radiactivos. Sobre las aplicaciones biomédicas de las sustancias húmicas, se ha encontrado que la aplicación profiláctica de los ácidos húmicos en ratas disminuye significativamente la extensión del daño gástrico inducido por el etanol. Las plantas del género Brassica producen diferentes tipos de biofumigantes, que se conocen como isotiocianatos (ITC). Los ITC son compuestos biocidas glucosinolatos, similar al metam sodio, y son producidos en el tejido de la planta. La biofumigación con ITC ha mostrado un gran potencial en el control de Sclerotinia. Pung y cols. (2004) demostraron que la colza Brassica napus L. subsp. oleifera (Delile) Sinskaya (1928) forrajera, produce altos niveles de ITC en sus raíces, este compuesto es efectivo en el control de Sclerotinia y produce altos niveles de ITC en el follaje. Conforme los niveles de ITC disminuyen, después de la incorporación del abono en el suelo, sus efectos como supresor de enfermedades bajan gradualmente, ya que este metabolito solo se produce en una etapa del desarrollo de la planta. Asirifi y

cols. (2004) lograron reducir la incidencia y el coeficiente de supervivencia de *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary (1884) mediante la aplicación de abonos orgánicos en lechuga. (García y Herrán, 2014)

#### **1.3.4. Materia orgánica.**

La materia orgánica constituye solo un por ciento del peso del suelo. También forma parte del ciclo del nitrógeno, fósforo y azufre, resultando un elemento favorecedor en la composición química, física y biológica del suelo. (Boza García, 2014). Los elementos esenciales de los tejidos de las plantas y animales son el carbono (C), hidrógeno (H), oxígeno (O), y cerca de 15 elementos esenciales adicionales. (Burri y Piarpuezán, 2013)

El incremento del abastecimiento de N mejora el crecimiento, demora la senescencia foliar y cambia en positivo la morfología de la planta. En condiciones de adecuado suministro de N se mejora la tasa fotosintética y se reduce la proporción de transpiración y se incrementa la longitud, ancho y el área foliar de la planta. (Torres, 1999)

Los residuos de cosecha, basuras orgánicas, estiércoles sólidos y líquidos, abonos verdes y deyecciones de lombrices, son materiales orgánicos que se descomponen fácilmente cuando se aplican al suelo formando humus y produciendo elementos nutritivos para las plantas especialmente nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio, hierro, manganeso y boro. Ramírez, refiere en su estudio que con el lombricompuesto se obtuvieron rendimientos significativamente mayores con la dosis más alta (10 L ha<sup>-1</sup>), mostrando correlación positiva entre la fertilización y el incremento del rendimiento en el cultivo. (Ramírez, 2015)

Según Gómez-Álvarez y colaboradores, al aplicar abonos orgánicos al suelo se mejoraron las propiedades químicas del mismo, lo que influyó de forma directa en el incremento de los rendimientos. (Gómez, Lázaro y León, 2008)

Este mismo autor refiere que con la incorporación de abono orgánico al suelo se ha registrado un efecto positivo en las poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos benéficos y se ha mejorado sus propiedades físicas y químicas del mismo, lo cual influye directamente en los incrementos de los rendimientos agrícolas y crecimiento de las plantas.

En *C. officinalis* y *M. recutita* se encontraron los mayores rendimientos de capítulos florales con la aplicación de humus de lombriz como materia orgánica. (Sánchez Govín, 2005)

Según Boza García desde tiempos remotos los campesinos relacionan los estiércoles, las hojas podridas e incluso “basura” de la casa con los abonos orgánicos, esto es correcto, pero subrayando que estos materiales biodegradables deben ser transformados por la acción de microorganismos y del trabajo humano ya que tienen efecto sobre el suelo, pues mantienen la flora microbiana del mismo, mejoran las propiedades físicas e hídricas de este, posibilitan mayor cantidad de nutrientes e incrementan la calidad de las cosechas, elevan y estabilizan la fertilidad de los suelos, aumenta la composición nutricional de los productos agrícolas. (Boza, 2014)

Según Burri y Piarpuezán el estiércol vacuno contiene un 48.9% de materia orgánica, un 1.27% de Nitrógeno total, 0.81% de fósforo asimilable, 0.84% de potasio, un 2.03% de calcio y un 0.51% de magnesio. (Burri y Piarpuezán, 2013)

La aplicación de abono orgánico, con o sin biofertilizantes, tuvo mejor efecto en la fertilidad del suelo que la aplicación de fertilizante inorgánico solo o combinado, al influir positivamente en todos los nutrientes del suelo. (Lok y Suárez, 2014)

Un estudio sobre la influencia de los abonos orgánicos, compost vegetal y humus de lombriz, de los biofertilizantes comerciales, Ecomic y Azofert, en los índices de calidad de Caléndula y Manzanilla cultivadas en un suelo ferralítico rojo hidratado, arrojó como resultado que para el caso de la Caléndula se obtuvieron rendimientos de masa vegetal superiores y mejoras en la calidad de la droga, en tanto que en la Manzanilla aunque mejoraron los rendimientos de masa vegetal no se encontraron cambios en la calidad. (Sánchez Govín, et al., 2005)

Usos y aplicación del abono de lombriz La cantidad de abono de lombriz por aplicar a un suelo en particular dependerá del análisis químico de este; sin embargo, un criterio general es el de aplicar de 2 a 4 ton/ha de lombricomposta para suelos con buen contenido de materia orgánica. El abono se incorpora con el último paso de rastra, en forma conjunta con el fertilizante, con la semilla o al momento del deshierbe y aporque. En los frutales se aplica en la zona de goteo debiéndose cubrir con tierra u hojarasca, (Sagarpa, 2018)

### **Humus de lombriz**

El humus de lombriz es un fertilizante de primer orden, protege al suelo de la erosión, siendo un mejorador de las características físico-químicas del suelo, de su estructura (haciéndolo más permeable al agua y al aire), aumentando la retención hídrica, regulando el incremento y la actividad de los nitritos del suelo, y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridos por las plantas de forma equilibrada (nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y boro). (Crespos, et al., 2012)

Humus Solido El humus de lombriz es el resultado de la digestión de las lombrices de cualquier sustancia orgánica, es una producción que en los últimos años, está siendo solicitada por sus características químico-físicas, pero por sobre todo por su pureza. El uso de humus de lombriz es una solución a los problemas del uso de fertilizantes químicos, no contamina el medio ambiente además es el fertilizante orgánicos más completo e integral que se conoce, de fácil manejo y obtención. Es rico en elementos energéticos y minerales, mejora el drenaje, la aireación y la porosidad del suelo. Puede ser utilizado como sustrato de óptima calidad para la conducción de semilleros de especies vegetales. (Crespos, et al., 2012 y Cerdas , Vidal , Varas , 2020)

## Características del Humus Solido

- Es de color oscuro con un agradable olor a mantillo de bosque
- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana, que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser asimilados por las raíces, por otra parte, impide que dichos nutrientes sean llevados por el agua de riego y así los mantiene por más tiempo en el suelo
- Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas, aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos comparados con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Contiene alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos, su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de nutrición, cuya actividad residual en el suelo dura hasta los cinco años. □ Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por comprensión natural o artificial.
- Posee alta carga microbiana que restaura la actividad biológica del suelo
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los nutrientes requeridas por las plantas.
- Es un fertilizante bioorgánico activo emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas.
- Puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades se vean alteradas.

- Actúa mejorando la estructura, textura, infiltración, porosidad de los suelos, permitiendo mayor desarrollo del sistema radicular de los vegetales
- Mayor capacidad de retención hídrica
- Transmite hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadores directamente del terreno a la planta. (Crespos , et al .,2012 y Cerdas, et al., 2020)

### **Efectos de la lombricultura**

La única forma de restituir la fertilidad de un campo que ha sido explotado con fertilizantes artificiales durante mucho tiempo es con humus de lombriz. Un campo que ya no sirve para cultivos, puede producir aún más de lo que producía en su mejor época, solo con la aplicación del único abono 100% orgánico (HUMUS de lombriz).

También pueden criarse para la producción de abono para el hogar, pero en este caso, se tendrá un excedente de lombrices que cada cierto tiempo deberá ser retirado, este excedente puede venderse, regalarse, o acumularse para obtener una mayor producción. (Cerdas,et al., 2020)

### **Efectos del humus**

- Incremento de producción.
- Mejora el calibre y coloración de los fruto.
- Adelanto de la maduración.
- Disminución de la clorosis.
- Aumento de las yemas florales.
- Reducción de las crisis producidas por el trasplante, bajada de temperatura etc.

- Mejora la estructura y textura del suelo, ayuda a la circulación del aire y agua. □ Mejora el desarrollo radicular dando lugar a mayor vigor en la parte aérea de la planta.
- Produce una mayor población de organismos benéficos en el suelo.
- Libera los nutrientes existentes en el suelo.
- Aumenta la capacidad de intercambio catiónico.
- Mejora el desarrollo general de la planta y la hace más resistente a enfermedades.
- Reduce el estrés ante condiciones adversas.
- Desarrollo vegetativo más rápido y uniforme.
- Acelera la germinación de granos y semillas.
- Estimula el crecimiento con mayor vigor de raíces, follaje, flores y frutos.

### **Ventajas Humus de lombriz**

- Disminuye el impacto ambiental producido por los agroquímicos.
- Efectúa un eficiente control del "mal de los almácigos" o dumping off, enfermedad causada por un grupo de hongos que habitan el suelo.
- Interviene en favorecer varios procesos fisiológicos de las plantas como son la frotación, la floración, la madurez y el color de las hojas, las flores y los frutos.
- Aumenta entre un 5 y un 30 % la capacidad de retención hídrica.
- Produce un aumento de tamaño de las plantas, arbustos y árboles.
- Protege de enfermedades y cambios bruscos de humedad y temperatura durante todo el año.

- Ofrece a las plantas una fertilización balanceada y sana
- Contiene cuatro veces más nitrógeno, veinticinco veces más fosforo y dos veces y media más potasio que el mismo peso del estiércol bovino.
- Produce hormonas como el ácido indol acético y ácido giberélico los cuales estimulan el crecimiento y la funciones vitales de las plantas.
- La actividad residual del humus se mantiene en el suelo hasta cinco años.
- Incrementa la producción de clorofila en las planta
- Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad
- Aumenta la resistencia a las heladas. (Cerdas, et al., 2020)

### **Condiciones ambientales para su desarrollo.**

#### **Humedad**

La humedad debe ser del 70% para facilitar la digestión de alimento y deslizamiento atreves del material. Se determina que la humedad del medio es óptima cuando, al apretar un puñado de material totalmente húmedo, no caen gotas.

Una humedad superior al 85% es perjudicial ya que compactan las camas o lechos, disminuyendo la aireación y el alimento pierde parte de su valor nutricional. La lombriz puede vivir con mucha humedad, pero disminuye su actividad. En cambio, si falta humedad, puede dar lugar a su muerte porque la lombriz ingiere el alimento succionándolo (Cerdas, et al., 2020)

#### **Temperatura**

El rango óptimo de temperaturas para el crecimiento de las lombrices oscilan entre los doce y 25°C; para la formación de cocones entre los 10 y 15 °C. Si la temperatura es muy elevada durante el verano, debe recurrirse a riesgos más frecuentes, mantener las

camas libres de malas hierbas y tratar de evitar que las lombrices no emigren buscando ambientes más frescos. (Cerdas, et al.,2020)

### **pH del sustrato**

El pH mide la propiedad alcalina o acida del sustrato. La lombriz acepta un pH de 5 (pH ácido) a 8,4 (pH alcalino). El pH óptimo es de 7. Fuera de esta escala, la lombriz entra en una etapa de latencia. Si el pH es menor al valor óptimo (pH ácido), puede llegar a desarrollar una plaga llamada 'planaria'.

### **Riego.**

Conviene regar en forma natural con un aspersor en forma de ducha. La lluvia no afecta a las lombrices, salvo que se produzcan inundaciones. El sistema manual de riego consta de una manguera de goma, de características variables según la función de los lechos. Por su sencillez es muy difundido, pero requiere un trabajador dedicado exclusivamente a esta labor. Si el contenido de sales y de sodio en el agua de riego es muy elevado dará lugar a una disminución en el valor nutritivo del lombricompost. Los encharcamientos deben evitarse ya que un acceso de agua desplaza el aire del material y provoca fermentación anaeróbica. (Cerdas, et al., 2020)

### **Aireación**

La aireación es fundamental para la correcta respiración y el desarrollo de las lombrices. Si no es la adecuada, el consumo de alimentos se reduce, además de disminuir el apareamiento y la reproducción debido a la compactación.

Biología de la lombriz La lombriz de tierra es un organismo biológicamente simple, su peso total lo constituye el agua en un 80 a 90%; presenta variaciones de colores debido a los pigmentos protoporfirina y éster metílico. Dicha pigmentación la protege contra la radiación de la luz ultravioleta; tiene forma cilíndrica, con secciones cuadrangulares, variando en cuanto a tamaño, de acuerdo a las especies de 5 a 30 cm de largo y su diámetro oscila entre 5 a 25 mm, variando el número de segmentos de 80 a 175 anillos. ( Cerdas, et al.,2020)

## **Lixiviado de Humus de Lombriz**

El humus líquido (parte soluble en medio alcalino del humus de lombriz) contiene los elementos solubles más importantes presentes en el humus sólido, entre ellos las huminas, los ácidos húmicos, fúlvicos, y úlmicos. El humus líquido aplicado al suelo o a la planta ayuda a asimilar macro y micro nutrientes, evitando la concentración de sales. (Cerdas, et al., 2020)

Aplicado al suelo o a la planta actúa como racionalizante de fertilización ya que hace asimilables en todo su espectro a los macro y micronutrientes, evitando la concentración de sales. Crea además un medio ideal para la proliferación de organismos benéficos, bacterias, hongos, etc., que impiden el desarrollo de patógenos, reduciendo sensiblemente el riesgo en el desarrollo de enfermedades.

Además, estimula la humificación propia del suelo ya que incorpora y descompone los residuos vegetales presentes en el suelo. (Casco, 2005 , Cerdas , Vidal, 2020)

## **Elaboración de la solución de Humus de Lombriz**

Para la elaboración de la solución de humus de lombriz se utilizó 75 Kg de humus de lombriz los culés fueron traídos desde la estación experimental de Barajagua del Municipio de Cumanyagua la cual debe ser sumergida antes en agua para la extracción de la solución.

Insumo	Cantidad
Humus de Lombriz	75 kg
Agua	750L

Para la preparación de la solución de humus de lombriz se utilizó bolsas de yute (bolsas que se sumergirán al agua) la relación que se utilizó fue de 1 kg por cada 10 L de agua; donde 15 kilos de humus de lombriz, se introdujeron en cada bolsa para posteriormente ser sumergidos en agua ( turriles de 150 litro de capacidad)las cuales

se dejamos macerar por un lapso de tiempo de 72 Horas. (Casco,(2005), Cerdas , Vidal E, Varas , (16 noviembre 2020)

### **Aplicación de la solución de Humus de lombriz**

Antes de la aplicación de los tratamientos a los cultivares de quinua se esperó un tiempo prudencial hasta que las plantas estén en la fase fenológica de 6 Hojas verdaderas en (Kurmi Tardía) y 4 Hojas verdaderas en el caso de Jacha grano semiprecoz). Posteriormente, pasado el tiempo de macerado de la solución de humus de lombriz se realizó la aplicación que de acuerdo a recomendaciones bibliográficas será de 30 L/ha debido a que la quinua es considerada un pseudocereal; Pero las diferentes dosis por tratamiento serán suministradas de acuerdo a los tratamientos de estudio para poder determinar cuál dosis es la más adecuada. La aplicación de la solución de Humus de Lombriz de acuerdo a los tratamientos será para los cultivares de quinua Jacha grano y Kurmi será de 3 L, 4 L, 5 L explicado a más detalle en el cuadro 1 y la relación de agua. (Cerdas, 2020)

Cuadro 1. Concentración del lixiviado de humus de lombriz

T1 y T2	T3 y T4	T5 y T6
3 L x 17 L agua	4 L x 16 L agua	5 L x 15 L agua

### **Solución de humus de Lombriz**

Según investigaciones que presentan resultados de el efecto de soluciones de humus líquido obtenidas por diferentes métodos sobre algunas características fenológicas del maíz (*Zea mays*.L) en condiciones de macetas y el rendimiento de la remolacha azucarera (*Betta vulgaris*, L) en condiciones de campo, sobre un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. También se evaluaron tres métodos de obtención del humus líquido (por decantación, lixiviación y té de humus), un control de humus sólido y un testigo absoluto, en condiciones de macetas y de campo. En ambos casos se empleó un diseño de bloques al azar con 4 réplicas. Los resultados mostraron, que las variantes

que recibieron el humus líquido obtenido por cualquiera de los 3 métodos fueron superiores al testigo, en todos los indicadores e incluso similar al control. En condiciones de campo el mejor método fue el de lixiviación y te de humus. (Cerdas, Vidal , Varas, 2020, Almager lopez y Evaluacion,1999), del efecto del humus liquido obtenido por tres método

## **CRÍA DE LA LOMBRIZ**

El cultivo de lombrices es sencillo, pero requieren cuidados y atenciones para su normal desarrollo y perfecta reproducción.

Se recomienda iniciar criaderos con cantidades pequeñas, ya que la capacidad de reproducción es tan grande que en corto tiempo se dispondrá de un elevado número de criadero de dimensiones considerables y de gran rentabilidad.

Se estima adecuado disponer de ½ hectárea para colocar lechos o ´cajoneras. ´ Convenientemente ubicadas e iniciar un criadero de cierta importancia. Una cajonera bien cuidada dobla su producción en tres meses y transforma 500kg de estiércol y basuras en 200k de humus por m<sup>2</sup> al año con una densidad de 40.000 lombrices/m<sup>2</sup>.

La lombriz roja de california criada en explotaciones intensivas transforma todo tipo de materia orgánica de desecho en un excelente humus para floricultura, horticultura, fruticultura y agricultura en general. (Chacón ,2000)

## **PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE HUMUS**

Construcción del lecho Colocar en un terreno plano o ligeramente inclinado, con un buen drenaje, lejos de arboles, y con disponibilidad de agua limpia para regar los lechos. En un terreno próximo al destinado a los lechos prepare el alimento de las lombrices en nitreras o montones de 80cm de altura para fermentar la materia orgánica (estiércol, hojas, malezas, tamo etc.) durante 90 días. (Chacón ,2000)

Puede hacerse de madera aserrada, palos redondos, chonta, bambú rajado, redondo o en esterilla, ladrillos, piedras bloques etc. (Torres, 2008)

Los lechos a nivel extensivo debe tener en lo posible instalación de tuberías de agua para que los micro aspersores puedan regar el lecho. Entre lecho y lecho debe dejarse una calle de un metro de ancho para facilitar el manejo de la explotación, los lechos se instalan en suelos que dejen recorrer el agua retenida debajo de los lechos. Los lechos deben construirse de ladrillos, bloques y cemento. Se puede utilizar otros materiales como caña guadua, tabla etc. pero el inconveniente es la invasión de las malezas. Los lechos a nivel casero debe construirse pequeños y de madera que cumpla idéntica funcionalidad en este caso el riego será con regaderas. (Cando,1996)

Medidas más comunes para construcción de lechos Largo 2m o mas, ancho 1m y alto 0,40m. Pueden ser más largos pero si son más manejables. Cuando la anchura es mas de 1 m se hace incomodo el manejo, puede construirse sobre el mismo piso de tierra, haciéndose necesario entonces colocarle una capa de grava para que sirva de drenaje y por ende la altura seria de 0.50m. (Torres, 2008)

### **Materiales a incorporar en el lecho**

Si los materiales no son adecuados (o no se acondicionan bien), las lombrices se resentirán, llegándose a ralentizar o interrumpir el proceso. Existen dos ingredientes básicos, cuya proporción es fundamental para la velocidad del proceso, estos son nitrógeno y carbono.

#### **a) Carbono**

Siempre que añadimos restos estamos introduciendo carbono en una proporción u otra, normalmente los restos de vegetación seca contienen mayor proporción de carbono.

El carbono o fibra (celulosa), se emplea para acondicionar el material haciéndolo más esponjoso y aireado. Además, una vez finalizado el proceso, dejan finas partículas de fibra que mejora las cualidades del humus.

## **b) Nitrógeno**

Los materiales con mayor contenido en nitrógeno se pueden clasificar en 2 tipos: residuos domésticos y vegetación verde.

## **c) Residuos domésticos**

Los restos de cáscaras de frutas y verdura contienen bastante nitrógeno, es decir, su relación C/N es bastante baja. Una vez añadido puede cubrirse con papel o tierra para que no atraigan a las moscas.

## **d) Vegetación verde**

Cualquier resto vegetal que sea verde y fresco contiene bastante nitrógeno. Se deben evitar siempre determinado grupo de plantas que pueden crear problemas de acidez y sustancias tóxicas como veremos en el siguiente apartado.

Las casas con jardín y césped deben tomar precauciones y no añadir toda la siega de un solo día. Es recomendable añadir poca cantidad o mezclar con material seco para evitar un incremento desmesurado de la humedad que llevaría a un proceso de putrefacción. Si se produce bastante cantidad de césped, éste se puede acumular y dejar que seque para añadir como material seco (carbono). Lo mejor es elaborar compost y luego incorporar al lecho.

## **e) Calcio**

Los restos de cáscaras de huevos machacados aportan calcio que siempre es bastante agradecido por las lombrices. Siempre debe añadirse bien triturado para facilitar la ingestión

## **f) Otros.**

El café y las bolsas de té usadas, también pueden utilizarse como materia orgánica para las lombrices, siempre y cuando no sean en grandes cantidades para no modificar gravemente el pH. En el caso de obtener pelo no existe ningún

problema, se degrada sin ninguna dificultad y no presenta problemas de transmisión de enfermedades (aunque provenga de animales domésticos o de granja).

Es importante recordar que añadir materiales con diferente aporte de Carbono y Nitrógeno, es fundamental para llegar a conseguir un buen resultado en nuestro vermicompostador. Y que cuanto más fino sea el tamaño de los gránulos de la comida más alimento ingiere la lombriz. (Esteve,2008)

### **Colocación de alimento e incorporación o siembra de lombrices.**

Primeramente habremos de colocar en la cama de producción el material compostado previamente, la altura dependerá de la volumen de composta que hayamos realizado, para el caso de las camas de concreto realizadas se recomienda que sean llenadas de composta y que después de realizado las pruebas ala composta se coloquen las lombrices distribuidas a lo largo de la cama o criadero, luego cubriremos esta con una cada de material como paja o pasto seco o costales. En la medida que el material orgánico que hayamos aplicado haya sido transformado por la lombriz, podremos continuar aplicando capas de aproximadamente 15cm, deberemos de estar haciendo muestreos de la temperatura la cual se recomienda que sea de 20°C. (Mendoza, 2008)

### **Manejo de lecho y lombrices**

Las lombrices permanecen en el sustrato que se ha colocado en el lecho inicialmente por un mes, cuidando que siempre tenga una humedad de 80% en forma constante mediante riego con manguera o regadera. Transcurrido ese tiempo, se coloca una capa de 5 a 8 cm. De espesor cada dos semanas hasta la maduración delhumus, que ocurre entre 7 a 12 meses, en algunos casos se puede incorporar capas delgadas de estiércol de cobayos.

Las lombrices absorben y digieren este alimento gradualmente, de abajo hacia arriba y van dejando como producto de de este proceso digestivo el humus que es el producto que nos interesa obtener. (Chacón, 2000)

## **Producción de humus**

De la alimentación que reciben las lombrices, el 60% emplean en su mantenimiento y reproducción y el 40% restante transforman en humus. Es decir que con 500 kilos de alimento al año las lombrices sometidas a este proceso intensivo de cultivo producen 200 kilos de humus, con una población de 40.000 lombrices por m<sup>2</sup>. Una persona puede manejar un criadero de 2.000m<sup>2</sup> en forma manual.

Las lombrices adultas consumen el alimento en lechos desde abajo hacia arriba. Mediante un proceso de digestión transforman ese material en humus, que queda en el fondo del lecho, la lombriz pequeña cuando recién nace mide unos 5mm y es algo más gruesa que un cabello. Como no puede digerir el alimento tosco y de grandes partículas, se transforma al fondo del lecho y comienza a absorber y reciclar todo aquello que la adulta ha digerido con anterioridad, a medida que crece para unirse a los adultos pasan de 30-40 días. (Cando,1996)

## **Cosecha de lombrices y humus**

Consideramos que realizaremos dos o tres cosechas al año, lo anterior sucederá de 4 a 6 meses de la siembra de las lombrices. Para realizar la cosecha será necesario que previamente tengamos preparado alimento o composta previamente elaborada para alimento de las lombrices. La cosecha consiste en separar las lombrices del lombricompost o vermicompost obtenida y esta se logra debido a que las lombrices ingieren grandes cantidades de materia orgánica descompuesta. De esta ingesta, hasta el 60% se excreta en forma de humus de lombriz.

Separar las lombrices del lombricompuesto es un proceso muy sencillo. Solo hay que dejarlas uno o dos días sin alimento (no agregar alimento), y después poner alimento nuevo a un lado del lugar donde se encuentran las lombrices en busca de alimento irán a su nuevo lugar rápidamente (el 50% de las lombrices llegará en solo unas horas). Pero quedarán en el lombricompuesto los capullos y las pequeñas lombrices, para que lleguen a trasladarse las pequeñas lombrices y las que nacerán después es necesario esperar al menos 30 días ( Mendoza,2008)

Las trampas son montoncitos de alimento nuevo de más o menos 30 cm de alto que se distribuye a lo largo de todo el lecho, al día siguiente las lombrices invadirán los montoncitos por el alimento nuevo, tales montoncitos se retiran a los 4 o 5 días llenos de lombrices.

Este método permite capturar más de 90% de las lombrices del lecho. Luego queda el humus que se amontona, se deja orear para pasar por cribas (tamizar) seleccionarlo y envasarlo. (Cando,1996)

En la cosecha tomamos el humus que es un material neutro (pH.) muy fino, de color marrón oscuro de alto contenido de nutrientes para las plantas y provisto de gran cantidad de bacterias muy benéficas para el suelo.

Los montoncitos trampas que se cosechan llenos de lombrices, se trasladan rápidamente a otros lechos nuevos donde se desea sembrar para agrandar la explotación.

Cuando la cosecha se hace para utilizar las lombrices, los montoncitos trampa se pasan por cribas que dejan pasar el alimento y retienen las lombrices que se colectan fácilmente para su matanza.

Para el transporte de grandes distancias los montoncitos trampas llenos de lombrices deben ser alojados en cajas de madera, del tamaño que permita facilidad del manejo, es conveniente agregar alimento y humedad para evitar la mortalidad. (Cando ,1996)

Coseche y tamice el humus, enfúndelos con una humedad de 50%. Utilícelos en sus plantaciones o cultivos, venderlos por kilos a quienes lo necesitan. (Cando,1996)

## **Recomendaciones generales**

- Mantener una buena humedad, pero sin que este encharcado el lecho. En climas cálidos es necesario regar hasta 2 veces por día.
- Mantener la temperatura entre los 18-25 0C, la Lombriz roja de California resiste altas temperaturas pero su producción se rebaja
- La acidez lo más cercana a la neutralidad, el pH puede ser de 6.5-7.0 esto se logra desaguando el estiércol y agregando col o ceniza 100g/m2
- Suministrar oportunamente alimento de buena calidad. (Torres ,2008)

## **IMPORTANCIA ECONÓMICA DEL HUMUS.**

La eliminación de los residuos urbanos y desechos agroindustriales son un problema a nivel mundial. La solución a este grave inconveniente es la selección de las basuras y con la ayuda de las lombrices se puede regenerar y transformar éstas en un 100% de fertilizante orgánico. La lombriz roja californiana tiene una gran importancia económica, pues contribuye a la fertilización, aireación, mejora de la estructura y formación del suelo. El humus de lombriz es un producto con grandes posibilidades de comercialización en todo el mundo, pero su calidad es un factor importante para obtener los mejores precios del mercado. La carne de lombriz puede ser utilizada en la alimentación animal de forma cruda y directa o en la elaboración de harina de carne de lombriz para ser mezclada con otros productos y producir concentrados de excelente calidad.

## **PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES**

Los principales países productores de América Latina son Chile, Brasil, Colombia, Argentina y Ecuador. Estos países cuentan con grandes explotaciones industriales de lombriz roja californiana.

Filipinas es uno de los mayores productores de harina de lombriz para consumo humano, ya que la ausencia de olor y sabor la hace competitiva con la harina de pescado, tanto en calidad como en precio. ( Infoagro.,s.a.)

## Capítulo 2. Materiales y Métodos.

*El presente estudio se elaboró desde un enfoque cuali-cantitativo y un alcance descriptivo y se desarrolló mediante un proceso investigativo experimental. Para la investigación se utilizaron los registros de investigación de campo para la determina la parcelas de pasto donde se aplico la fertilización . El trabajo se orientó en determinar la eficacia de la aplicación de humus de lombriz sobre la producción y calidad del Pennisetum purpureumcv OM 22 en un suelo Pardo grisáceo .*

### **Localización.**

La investigación se realizó en áreas de la finca Maripa, perteneciente a la Unidad Básica de Producción Cooperativa(UBPC) Agricultura Urbana, ubicada en el Consejo Popular Rafaelito, en el municipio de Cumanayagua, Cienfuegos. La finca cuenta con un área total de 5.40 ha, de ellas 2.00 ha dedicadas al cultivo de pastos y forrajes. Localizada en las coordenadas x: 583 300, y: 256 430. El suelo se clasifica como Pardo grisáceo (Hernández et al., 2015). La tabla 1 muestra los resultados de los indicadores químicos, físicos y biológicos del suelo en el campo donde se realizó el experimento.

Tabla 1. Indicadores químicos, físicos y biológicos del suelo, campo 2a El Tanque

Ph	Materia orgánica (%)	P asimilable (mg. 100g suelo)	CE (µS.cm)	Densidad aparente (g. cm <sup>3</sup> )
5.85	1,03	0,304	63.24	1,65

Fuente: (León, et al. ,2023)

Los resultados de los análisis químicos, físicos y biológicos realizados al suelo resultaron con un pH ligeramente ácido (entre 5.51 y 6.0) de acuerdo a la clasificación del MINAG (1984). El contenido de materia orgánica estuvo muy bajo, según Martin (2011) que ubica valores inferiores a 1.5% en esta categoría. De acuerdo a Olsen (1954), el fósforo asimilable resultó bajo en todos los tratamientos (< 0,50mg/100g de suelo). La conductividad eléctrica es una medida indirecta de la cantidad de sales que contiene un suelo; mostró en este caso un suelo no salino (< de 1500 uS/cm), según

NC ISO-112. (2001). . la densidad aparente muy alta, con valores  $> 1.60 \text{ g/cm}^{-3}$  según Martin (2011). Esto indica un suelo compactado.

En sentido general los resultados de los análisis químicos, físicos y biológicos en el área de investigación caracterizaron al suelo con baja fertilidad.

### ***Diseño y procedimientos***

El experimento se realizó en un diseño de boques al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones, se estudió la aplicación en el Pennisetumpurpureum cv OM 22 de tres fuentes de fertilización:

1. Urea
2. Humus de lombriz
3. Testigo

Los tres tratamientos fueron plantados en igual fecha, la fertilización nitrogenada y la orgánica se realizaron a los 20 días después de la plantación a razón de  $45 \text{ Kg N/ha}^{-1}$  en una dosis única y de  $2.5\text{t/ha}^{-1}$  de humus de lombriz.

Las parcelas con un largo de 4.75 m y un ancho de 4 m para un área de  $19 \text{ m}^2$  con 6 surcos separados a 0.80 m entre si y una separación de 0.50 m entre parcelas. Se tomaron para la evaluación los 4 surcos centrales y fueron desechados los bordes.

La producción de humus de lombriz se realizó a partir de lo establecido por la Ficha de Proceso de la Producción de Humus de Lombriz diseñada en la Finca Maripa, (2022). Este proceso contempla la producción de este tipo de abono orgánico para satisfacer las demandas de la finca y de otras entidades agropecuarias. Esta ficha tiene en cuenta las Leyes, Decretos, Resoluciones y Cartas Circulares de los Organismos Centrales del Estado y del Gobierno aplicables al proceso, Lineamientos, Políticas y proyecciones estratégicas del Ministerio de la Agricultura. La descripción de este proceso contempla actividades propias de la producción y control de la gestión de la calidad. Los indicadores fundamentales del proceso de producción de humus de lombriz son:

- Cumplimiento del plan de producción en unidades
- Conformidad de los lotes terminados
- Cumplimiento del índice de consumo
- Devoluciones y reclamaciones de calidad del cliente
- Resultados de auditorías e inspecciones externas recibidas
- Índices de respuestas de las no conformidades
- Cumplimiento de los objetivos de trabajo
- Cumplimiento de mejoras planificadas
- Acciones de mejoras del proceso
- Registros del proceso

El corte de establecimiento se realizó en los diferentes tratamientos a los 100 días de edad de forma manual a 5 cm de altura del suelo. Se midió la masa verde en los 4 surcos evaluados y se tomaron 200 gramos de masa verde para el análisis de laboratorio, donde el rendimiento de MV ( $t/ha^{-1}$ ), rendimiento de MS ( $t/ha^{-1}$ ), relación hoja/tallo se calcularon a partir de las formulas siguientes:

1.  $MV (t/ha^{-1}) = MV(Kg/parcela^{-1}) \times 10$
2.  $MS (t/ha^{-1}) = MV (t/ha^{-1}) \times \% MS$
3. Relación hoja/talo (en 200gr) = gr hoja/gr tallo

*Mediciones:*

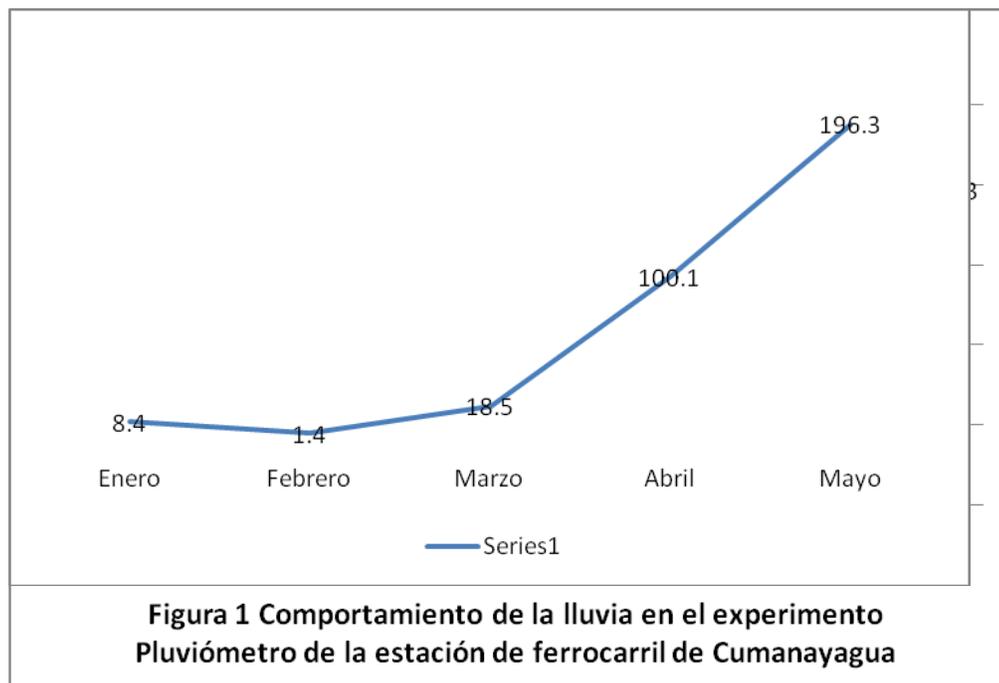
Objetivo 1:

1. Altura de la planta a los 25, 50, 75 y 100 días de edad
2. Al corte de establecimiento:
  - Largo de la cuarta hoja
  - Ancho de la cuarta hoja
  - Grosor del tallo

## Objetivo 2:

### 1. Producción de biomasa seca al corte de establecimiento

La figura 1 muestra el comportamiento de las precipitaciones desde la preparación del suelo para la plantación hasta el corte de establecimiento. Se observa que el nivel de lluvia desde el mes anterior a la plantación (enero), y los primeros meses posteriores se comportó bajo. Los mayores registros de lluvia ocurrieron en los dos últimos meses del experimento (abril, 100.1 mm y mayo, 196.3 mm).



Los resultados alcanzados en este trabajo fueron analizados por ANOVA de clasificación simple. Con medias que resultaron con diferencias significativas a 0.5% donde se utilizó el procedimiento de Duncan (1955).

En el desarrollo de la investigación se operacionalizaron las siguientes variables:

#### **Variables evaluadas y su procedimiento:**

##### **Ancho de la hoja**

Representada en (cm). Se procedió a la medición de la hoja en dirección transversal mediante una cinta milimetrada. La hoja se colocó bien distendida, mas no forzarla

sobre la cinta, en la cual indica la medición de su anchura, y su medición va desde el borde izquierdo pasando por la nervadura central al borde derecho de la misma hoja.

### **Grosor del tallo**

Representado en (cm). Esta dado por la medición de la caña de la planta específicamente del grosor de cada hijo o rebrote de la planta. Pudiendo ser tomada por unos pies de rey.

### **Masa fresca**

Representado en (kg). Consiste en el pesaje inmediato de toda la planta , una vez que haya sido cortada al ras del suelo con alto contenido celular y previa limpieza de las hojas.

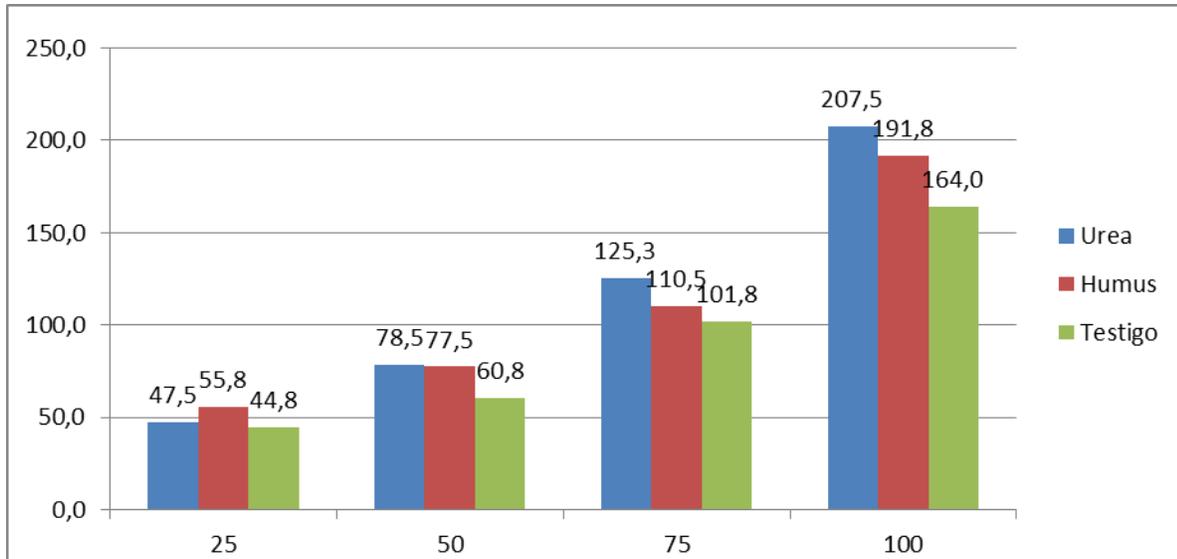
### **Masa Seca**

Expresado en kg. Una vez que la masa fresca haya sido sometida a un secado industrial o deshidratación natural y haya perdido toda humedad se procede a su pesaje donde demuestre que no hay alguna variación en cuanto al peso actualmente alcanzado.

Para la determinación de la masa seca se cortaron manualmente trozos de 2 cm, que fueron empacados en formas de masa 2 kg, y fueron trasladadas a un área, donde se procedió al secado a temperaturas ambientales , luego de secado se procedió al pesaje en una balanza electrónica digital marca Zeus.

*Para la comparación de los tratamientos, en cuanto a las diferentes variables estudiadas, los datos fueron sometidos a un análisis de varianza*

### Capítulo 3: Resultados y discusión



**Figura 1. Altura (cm) a los 25, 50, 75 y 100 días de edad.**

La figura 1 muestra el comportamiento de la altura a los 25, 50, 75 y 100 días de edad, no hubo diferencias significativas en los diferentes tratamientos, se observa que el efecto de la fertilización con urea y con humus de lombriz se mostró ligeramente superior al control a partir de los 75 días de edad y hasta el corte de establecimiento el que se realizó a los 100 días, este resultado se relacionó a la aplicación de la fertilización y al incremento de las precipitaciones en los últimos 50 días de la investigación.

La autora infiere que en la presente investigación no hubo diferencias significativas en las diferentes edades del forraje estudiado a las edades de 25, 50, 75 y 100 días lo que no coincide con lo encontrado por Ojeda quienes compararon la inclusión del humus de lombriz con tratamientos distintas sepas de hongos micorrizicos arbusculares, fertilizante químico y un testigo. En indicador altura el fertilizante químico superó a los fertilizantes orgánicos, el humus no difirió con los tratamientos donde se inocularon las sepas de hongos micorrizicos arbusculares. La edad de corte entre los 75-90 días, el pasto morado (*P. purpureum*), logra cepas de mayor altura y circunferencia, con hojas superiores en diámetro y longitud; a la vez que incrementa la producción de biomasa. A diferencia de la relación hoja/tallo y la DIVMS, que disminuyen conforme se incrementa la edad de corte. (Ojeda, et al., 2018 y Ojeda, et al., 2020)

A pesar de que no existen diferencias estadística significativa entre la aplicación del humus de lombriz y la urea, se pudo observar los efectos positivos de este residuo orgánico sobre los parámetros evaluados quedó demostrado y justificado por la mejoría que experimentan las características físico, químicas y biológicas del suelo cuando se le aplica un fertilizante orgánico, coincidiendo con lo planteado por **Almaguer** en su estudio donde encontraron un aumento sustancial de las poblaciones microbianas cuando utilizaron sustratos orgánicos. (Almaguer y Brunet, 1999)

Rosthoj y Branda recomiendan el corte del pasto *P. purpureum* a los 90-120 días de edad, considerando como mejor opción a los 90 días, con el fin de aprovechar al máximo la producción de hoja y el contenido nutricional del forraje. En el caso de los resultados obtenidos con pasto morado a los 75-90 días se obtiene una alta producción; sin embargo, se produce una disminución de la proporción de hoja.

(Rosthoj y Branda, 2001) Los estudios realizados por Valenciaga, con *P. purpureum* cv. Cuba ct-115, corrobora la marcada influencia de la edad en la DIVMS, encontrándose una disminución en los valores de 67.90% al 59.33% de digestibilidad, a los 28 y 140 días de edad, respectivamente. (Valenciaga, et al., 2009)

Catalán et al, en sus resultados de 30.7 y 37.89 toneladas de forrajes verde de pasto Marafalta cortado a los 45 días de edad, y fertilizado con urea. (Catalán, et al., 2012)

Clavijo ,2016 reportan alturas del pasto Cubano OM-2 2 de entre 150 cm a 180cm . Grajales, et al.,(2018) de 95 cm a los 60 días de edad y Caballero, et al.,(2016) de 132 cm a los 60 días durante la época lluviosa.

**Tabla 2. Indicadores morfofisiológicas en el momento del corte.**

<b>Tratamiento</b>	<b>Largo cuarta hoja(cm)</b>	<b>Grosor del tallo (cm)</b>	<b>Ancho de la cuarta hoja (cm)</b>	<b>Relación hoja/tallo</b>
<b>Urea</b>	<b>124.0<sup>a</sup></b>	<b>25.04</b>	<b>5.98<sup>a</sup></b>	<b>0.70</b>
<b>Humus</b>	106.0 <sup>b</sup>	22.12	5.24 <sup>b</sup>	0.74
<b>testigo</b>	110.0 <sup>b</sup>	21.44	5.12 <sup>b</sup>	0.80
<b>ES</b>	2.8496	0.8051 NS	0.1244	0.0414 NS
<b>CV%</b>	8.699	10.6357	8.6357	12.5429

Fuente. Elaboración propia.(Letras diferentes en la misma columna

difieren entre si. Duncan ( $p < 0.01$ )

La tabla número 2 muestra los **indicadores morfofisiológicas en el momento del corte**, pudiéndose apreciar que existió predominio en el crecimiento con el tratamiento de urea en un 124.0 cm en largo de la cuarta hoja , 25.04 cm en el grosor del tallo y 5.98 cm en el ancho de la cuarta hoja y relación hoja tallo o.70 cm. De formas generales podemos afirmar que en largo y ancho de la cuarta hoja en el momento del corte el tratamiento fertilizado con urea fue superior a los tratamientos con humus y el testigo, entre estos dos tratamientos se presentaron diferencias significativas.

A criterio de la autora, al aplicar el humus no se le dio el tiempo establecido para que producirá efectos con resultados positivos, coincidiendo estos resultados con lo planteado por varios autores que han estudiado los efectos de los bioestimuladores sobre las plantas, como (Núñez y Robaina, 2000 y Zulio y Adam, 2004) han planteado que para lograr un buen efecto sobre los diferentes órganos de las plantas es necesario

que transcurra un período de tiempo, efecto que se logró en este experimento, ya que varios días posteriores de la segunda aplicación del lixiviado de humus de lombriz hubo diferencias significativas entre los tratamientos aplicados con respecto al tratamiento testigo. (Núñez, 2000 y Zúlio, (2004)

No coincidiendo con otros autores quienes plantean:

Boudet y FAO · quienes plantean que el uso de productos biológicos, como es el caso del lixiviado de humus de lombriz, aumenta el peso de diferentes componentes del rendimiento de las plantas, pues se incrementa la producción de fotosintatos. (Boudet ,2015) y Canadá. FAO, 2013)

En literatura consultada Gómez-Álvarez y colaboradores , refiere que al incorporar el abono orgánico al suelo se ha registrado un efecto positivo en las poblaciones de bacterias, actinomicetos y hongos benéficos y se ha mejorado sus propiedades físicas y químicas del mismo, lo cual influye directamente el crecimiento de las plantas. (Gómez, 2008)

Entonces se puede decir que el crecimiento vegetativo en altura de la planta depende de las dosis de Materia Orgánica aplicadas. Ocurriendo lo mismo en resultados obtenidos por (Bautista, 2021)

Autores citados por Rodríguez y Álvarez, señalan que el humus de lombriz es especialmente rico en fitoestimulinas, entre ellas las giberelinas, las citoquininas y las auxinas. Las citoquininas actúan a nivel de las células vegetales y estimulan la clonación de las estacas, de modo que favorecen el desarrollo de las células reproductivas, haciendo posible la formación de raíces. Las giberelinas y las auxinas ejercen su acción en el desarrollo vascular y foliar de las plantas y son determinantes en la formación de los frutos. Estos autores también destacan que el humus de lombriz contiene enzimas y microorganismos, componentes solubles en el agua y un alto contenido de sustancias nutritivas. (Boudet ,2015; Canadá. FAO, 2013 y Rodríguez, 2002)

Araya y Boschini plantean que, en general, los cultivares de *P. purpureum* presentan mayor relación de hoja/tallo conforme avanza la edad; sin embargo, este crecimiento no es proporcional debido a que la producción de material en forma de tallo supera a la producción de hoja; con lo cual se obtiene, entonces, una relación hoja/tallo menor, conforme avanza la edad del pasto, lo cual concuerda con los resultados encontrados en pasto morado en este estudio. (Boudet, 2015; Canadá .FAO, 2013 y Araya, 2005)

Calzada, et al. (2014), plantea que la relación hoja-tallo tiende a disminuir conforme se incrementa la madurez del peso. Esto sucede a consecuencia de un aumento en la biomasa de tallos y material muerto.

**Tabla 3. Indicadores de eficiencia productiva.**

Tratamiento	Rendimiento de Masa Verde (t/ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento de Masa Seca(t/ha <sup>-1</sup> )
Urea	6.87 <sup>a</sup>	2.53 <sup>a</sup>
Humus	3.75 <sup>b</sup>	1.44 <sup>b</sup>
Testigo	3.72 <sup>b</sup>	1.17 <sup>b</sup>
ES	5.7959	2.4580
CV%	39.5358	44.2236

Fuente. Elaboración propia.(Letras diferentes en la misma columna difieren entre si. Duncan (p< 0.01)

**En la tabla numero 3 se muestra los indicadores de eficiencia productiva, existiendo mayor rendimiento de masa verde y masa seca del *P.purpureum* cv OM 22 en el tratamiento de urea en un 6.87 (t/ha<sup>-1</sup>) en masa verde , 2.53(t/ha<sup>-1</sup>) en masa seca. De forma general podemos afirmar que la productividad de masa verde y masa seca fue superior en la aplicación con urea.**

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Ojeda, cuando compararon la inclusión del humus de lombriz en una investigación para estudiar diferentes fuentes de

fertilizante en el establecimiento de un banco forrajero de *Pennisetum purpureum* VC. Taiwán morado. (Ojeda, et al., 2018)

Los resultados alcanzados mostraron un mejor comportamiento de los indicadores en la variante con fertilización mineral, de igual forma la aplicación de micorrizas arbusculares y humus de lombriz incrementaron el rendimiento de biomasa, proteína bruta y las extracciones de N, P y K del suelo en relación al testigo, con una eficiencia micorrízica de 100% en *Rhizoglyphus intraradices*, lo que permite proponer estas opciones como alternativas para la fertilización del *Pennisetum purpureum* vc: Taiwán morado en las condiciones de suelo evaluadas.

También hay concordancia con los resultados alcanzados por Ojeda ,cuando incluyeron el humus de lombriz en la inoculación de hongos micorrizicos arbusculares y humus de lombriz en el establecimiento del fertilizante orgánico en establecimiento cv Cuba CT 115, donde el humus superó al testigo sin fertilización en los diferentes parámetros de eficiencia productiva. (Ojed, 2020)

Los resultados logrados en relación a los indicadores de eficiencia productiva concuerdan con Vargas , quien realizó un estudio sobre el establecimiento del forraje King grass donde comparó la fertilización química, humus de lombriz y un testigo sin fertilización. Se encontró que el tratamiento con mejores resultados en cuanto al crecimiento del pasto King grass, así como con referencia a la producción de materia verde por Ha, fue el químico. Sin embargo, al considerar factores como los beneficios ambientales y el menor costo del fertilizante orgánico frente al químico se evidenció que a largo plazo, el tratamiento orgánico es el más adecuado para la sostenibilidad económica, ambiental y social en las actividades ganaderas en la meseta de Popayán. Este resultado es una contribución clave a la investigación en la línea de alimentación, metabolismo y nutrición animal. (Vargas, 2018)

Rodríguez demuestra con su investigación que el comportamiento de los indicadores económicos reveló que con la aplicación de dosis crecientes del lixiviado de humus de lombriz ,se logran aumento de los rendimientos agrícolas . (Rodríguez, 2017)

Hernández y Guenni, acotaron que las pasturas tropicales tienen mayor capacidad de aprovechar la radiación solar; ante esto, alcanzan su máxima producción con la presencia de mayor área foliar, lo que permite la intercepción de niveles altos de intensidad lumínica (Hernández , 2008). De igual manera, el pasto morado se caracteriza por la elevada capacidad de convertir la energía luminosa en biomasa y su plasticidad ecológica. Estos atributos lo convierten en una especie con capacidad de producir alta cantidad de forraje. (Ortiz, 2010)

Febles, Herrera y Febles (2009), mencionan que *P. purpureum* produce elevados rendimientos de MS, del cual el 32% corresponde a las hojas. La ms de la planta llega a 20%; mientras que la de las hojas y los tallos puede ser mayor o menor en dependencia del desarrollo de la planta y las prácticas de manejo.

Grajelas en su estudio observa que el pasto cuba OM-22 mostro una producción de aproximado 17tMV.ha-1 a los 60 días de edad del rebrote. (Grajelas, et al., 2018)

Varios investigadores reportan producción de biomasa seca por hectárea superior a las encontradas en el estudio de Ramos. (Ramos, et a., 2015) al evaluar cuatro Pennisetum , entre ellos el Cuba OM-22 encontró producciones de 36t Ms durante la época seca y 28 t Ms ha-1 durante la época lluviosa ,con el aporte anual e 200kg N y 60 Kg P por hectárea y especialmente para el Cuba OM-22 de 39 Kg MS por hectárea durante la lluvia, además ,al fertilizar en Cuba OM-22 la producción fue de 38 t MS por hectárea comparado con no fertilización de 30 t MS ha-1, con corte de 90 días

Según Bernal Espinosa, la respuesta de los pastos a la fertilización, se expresa de diferente manera y el efecto más notable es el rendimiento de materia seca. Esta respuesta es la que generalmente se analiza para demostrar os beneficios obtenidos al fertilizar forrajes , pero la aplicación e nutrientes ,afecta también la calidad del forraje. (Bernal, et al., 2003)

## Conclusiones

- Las variables utilizadas incrementaron el rendimiento y calidad del *P. purpureum* cv OM 22 en comparación con el testigo resaltando el uso de la fertilización nitrogenada que fue superior a la aplicación de humus de lombriz.
- El efecto de las variantes utilizadas mejoraron los parámetros morfológicas, los cuales fueron mejores que el testigo resaldándose mayor rendimiento de masa verde y masa seca del *P. purpureum* cv OM 22 en el tratamiento de urea en un 6.87 (t/ha<sup>-1</sup>) en masa verde, 2.53(t/ha<sup>-1</sup>) en masa seca, con predominio en el crecimiento con el tratamiento de urea en un 124.0 cm en largo de la cuarta hoja, 25.04 cm en el grosor del tallo y 5.98 cm en el acho de la cuarta hoja y relación hoja tallo 0.70 cm.

## Recomendaciones

Teniendo en cuenta que las variedades de Pennisetum, convierten el 23% de la radiación solar que reciben, algo más que el resto de las poáceas y su ciclo de crecimiento acumula biomasa hasta los 6 meses de edad (Milera et al., 2008). Se recomienda

- Darle continuidad al estudio extendiendo el tiempo de experimentación, e
- Incluir en la investigación otro tipo de pasto de forma tal que permita efectuar comparaciones entre ellos, elementos que aportara evidencias científica para la toma de decisiones que permitirá diseñar acciones con vista a lograr mayor rendimiento en la producción de pastos y forrajes que cubran los requerimientos o necesidades alimentarias del ganado que le aporten mayor cantidad de nutrientes que mejore sus condiciones alimentarias, sin influencias químicas que permitan un mejor crecimiento y desarrollo del ganado.

## Referencia bibliográfica

Aguilar ,R. , Bu ,A., Dresdner, J., Fernández ,P., González, A. ,Polanco & C., Tansini ,R. (2004). *La ganadería en Cuba: desempeño y desafíos*.Ed. Instituto Nacional de Investigaciones Económicas. <https://colibri.udelar.edu.uy>

Araya Mora, M. & Boschini Figueroa ,C.(2005). Producción de forraje y calidad nutricional de variedades de Pennisetum purpureum en la meseta central de Costa Rica. *Agro. Meso.* 16, 37-43. <https://www.revista.ucr.ac.cr>

Bautista, J .I. (2021). *Determinacion de la materia orgánica del suelo (MOS)*.

<https://www.dialnet.imirioja.es>

Benalcázar Carraza ,B. P., López Caiza, C., Gutiérrez León, A.F., Alvarado Ochoa, Z. & Portilla Narváez, R .A. (2021). Efecto de la fertilización nitrogenada en el crecimiento de cinco pastos perennes en Ecuador. *Pastos y Forrajes*, 44. <https://scielo.sld.cu>

Benítez, D., Ricardo, Y., Romero ,A., Guevara ,O. ,Torres V. ,Ramírez A., Pérez, B., Miranda, M., Guerra J. & Olivera, C. (2009). Alternativas para la superación sostenible de carne vacuna en Valle del Cauto .*Rev. Cubana de Ciencia Agrícola*, (4), 369-377 .<https://www.redalyc.org>

Bernal ,J., Espinosa ,J. (2003). *Manual de nutrientes y fertilización de pastos* .Postash and Phosphate Institute of Canada.

- Boudet Antomsrchi, A. , Fabre, B. & Meriño Hernández , Y. (2015). *Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la respuesta agroproductiva del cultivo de la habichuela*. *Rev. Centro. Agrícola*, 42(2), 11-16. <https://www.cagricola.uclv.rdu.cu>
- Boza García, R. M., (2014). *Efectos de abonos organo-minerales en un suelo Pardo mullido sin carbonatos, bajo producción cafetalera en la UBPC La Herradura* (Tesis Doctoral). Universidad de Las Villas.
- Burri, A. & Piarpuezán Caicedo, O. ,(2013). *Evaluación agronómica de tres densidades de siembra en el cultivo de tomillo *Thymusvulgaris*, mediante la aplicación de tres fertilizantes orgánicos, con fines de exportación, en la parroquia de Yaruqui, provincia de Pichincha* (Bachelor's thesis). (Tesis de Grado). Universidad Estatal de Bolívar.
- Cando M. (1996). *La crianza de la lombriz*. Quito.
- Canadá. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013). *Cuestiones claves relativas a los microorganismos y los biofertilizantes (denominados también bioinoculantes)*. <https://www.fao.org>
- Canadá. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1991). El estado mundial de la agricultura y la alimentación, 1991. *Agricultura* (241). <https://www.fao.org>
- Casco. (2005). *Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombriz compuesto. Compendio de investigaciones*. Universidad Nacional del nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias Argentina.
- Catalán. (2012). *Reporte de análisis de suelo de la Finca Experimentación de Santa Cruz Guanacaste*. <https://www.scielo.sa.cr>

Casimiro- Rodríguez, I.( 2016). Necesidad de una transición agroecológica en Cuba, Perspectivas y retos. *Pastos y Forrajes*,29(3),81-91. <https://www.scielo.sld.cu>

Ceña Delgado, F. (1994). Planteamiento económico del desarrollo rural, perspectiva histórica. *Revista de estudios Agro-Sociales*,169, 12-51. <https://www.mapa.gob.es>

Cerdas Ramírez, R., Vidal Vega ,E. & Varas Rojas, J C. (2020) .*Productividad del pasto Cuba OM-22) pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum) con distintas dosis de fertilización nitrogenada.* <https://www.redalyc.org>

Crespos Heredia, R. R. , Romero Fernández, O. L. & González Menas, M E. (2012.) Producción de humis de lombriz en Cuba. Aplicaciones y resultados. *Rev Académica de Economía Latinoamericana*,(169). <https://www.eumed.net>

Crespo, de G. (2013). Funciones del organismos del suelo en el ecosistema de pastizal. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 47(4), 329-334. <https://www.redalyc.org>

Chacón G. (2000). *Manual de lombricultura*. SURCO.

Chaveco Chaveco , O. (2023). *Finca agroecológicas para mejor uso de recursos en Cienfuegos. Perla Visión.* <https://www.perlavision.cu>

Esteve ,J.A.(2008). *Manual práctico de técnicas de compostaje y lombricultura.* [https://www.hortsecologics.net/documentacion/dosier\\_curs\\_o\\_compost.pdf](https://www.hortsecologics.net/documentacion/dosier_curs_o_compost.pdf)

Febles, G. J. & Herrera, R. S. (2007). *Introducción y características botánicas de Pennisetum purpureum para la ganadería tropical.* Instituto de Ciencia Animal.. <https://www.redalyc.org>

Ferrufino Suárez, A .J . (2022). Biomasa y bromatología del pasto estrella africana (cynodon nlemfuensis). <https://www.redalyc.org>

Friedrich ,T. (2014). Producción de alimentos de origen animal. Actualidad y perspectivas. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*;48(1),5-6. <https://www.redalyc.org>

Funes-Monzote ,F. R. (2011).Evaluación inicial de sistemas integrados para la

producción de alimentos y energía Cubana. *Pastos y Forrajes* ,34(4), 445-465.

<https://www.scielo.sld.cu>

García Gutiérrez, C. & Félix Herrán, J .A. (2014). *Manual para la producción de abonos orgánicos y biorracionales México*. Fundación Produce Sinaloa, A.C.

García López, R. (2021). Alimento ensilado cubano, respuesta en vacas lecheras.

*Cuban Journal of Agricultural Science*, 55(3), 285-290. <https://www.scielo.sld.cu>

Gliessman, S., Rosado May F.,Guadarrama Zugasti, C., Jedilcka, J., Cohn, A., Mendez, V., Cohen, R., Trijillo, L., Bacon, C. & Jaffe, R. (2007). Agroecología : promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. *Ecosistemas*, 16(1), 13-23. <https://www.scholarcommon.scu.edu>

Gómez L.F. et al (2015) .El concepto de sostenibilidad en agroecología. *Revista*

U.D.C.A. *Actualidad Divulgacion Cientifica*,18(2),329 -337.

<https://www.revistas.udca.edu.co>

Gómez-Álvarez, R., Lázaro-Jerónimo, G. y León-Nájera, J. A. (2008). Producción

De frijol (*Phaseolusvulgaris* L.) y rábano (*Rhabanussativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y ciencia*, 24(1), 11-20.

<https://www.redalyc.org>

Grajelas Zepeda ,R., Alonso Lozada, Sánchez, E.M.O., & García B H. (2018). Evaluación de cultivares de *Cenchrus purpures* para la producción de forraje. *Livestock Research for Rural development*,30(2).,sp. <https://www.researchdate.net>

Gusmao Filho , J D. (2020). *Dinámica de crecimiento y senescencia del pasto pángala*.  
<https://www.scielo.org.mx>

Guzmán-Casado y Alonso-Mielgo, (2007). Agroecológica, un enfoque para la sustentabilidad rural. . <https://www.upo.es>

Hernández-Vigoa, G, Cabrera Dávila, G. C., Izquierdo Brito, I. Socarras Rivero, A.A,

Hernández Martínez, L. & Sánchez Rendón A. (2018). Indicadores edáficos después de la conversión de un pastizal a sistemas agroecológicos. *Pastos y Forrajes* ,41(1), 3-12. <https://www.scielo.sld.cu>

Horak Loya, J. L., García Barrientos ,F., Wild Santamaría, C. E. , &Liyja Arellano L. (2018). Producción de biomasa del pasto OM-22, CT-169 y maralfalfa en cuatro periodos de recuperación en el norte de Veracruz, México. *Avances en Investigación Agropecuaria* 22(1). 41-42 . <https://www.redaly.com>

Infoagro.,(s.a). La Lombricultura 1ra y 2da parte.  
<http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm>

Lattuca ,A.,Mariatti,A.,Cerilli,S., & Rapallo L.(2019). *Guía básica para la planificación y manejo agroecológico de cultivos*. <https://www.insitu.org.ar>

León Valdivié, Y., Ojeda Quintana, L.J., Aquila Martínez, A., & Bernal Carrazana, Y.(2023). Propiedades físicas y componentes de la fertilidad del suelo en la Finca Maripa, Cumanayagua, Cienfuegos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 11(2), 141-149.  
<http://www.aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>

Lok, S., & Suárez, Y. (2014). Efecto de la aplicación de fertilizantes en la producción de biomasa de Moringa oleifera y en algunos indicadores del suelo durante el

establecimiento. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 48(4), 399-403.  
<http://www.redalyc.org>

López Almaguer, J. A & Brunet E. (1999). Efecto del humus de lombriz combinación con la fertilización mineral y su residualidad en el cultivo de la yuca. Centro Agrícola. UCLV. 26(4). 15-18. <https://www.rumed.net>

Machín Sosa B., Roque Jaime, D.R.. & Ávila Lozano, P.M.R. (2010). *La revolución Agroecológica. El movimiento de campesino a campesino de la ANAP en Cuba*. La Habana. <https://www.biodiversidadla.org>

March,(2019). Comportamiento nutricional de la producción lechero en pastos cultivado (*Panicum maximum* Jacq). *Revista de Investigaciones Veterinarias de Perú*, 30(1), 178-192. <https://www.researchgate.net>

Martínez Vilora, F. 2020). *Pastos y forrajes. Información actualizada* .  
<https://www.infopastosyforrajes.com>

Mendoza Gomes, L. (2008). *Manual de Lombricultura. Secretaria de educación pública. Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del estado de México Chiapas.*  
<http://www.cecytech.edu.mx/Pdf/manuallombricultura.pdf>

Miranda, M ., & Ayala ,J. R.( 2018) .*Evaluación agroproductividad del Cuba OM-22 (Pennisetum purpureum x pennisetum glaucum). En suelo pardo en el periodo lluvioso y poco lluvioso.* <https://www.engormix.com>

Nova, (1995). *Evaluación histórica y situación actual del proceso de formación*  
<https://www.repositorio.geotech.cu>

Nova, (1996). *Evaluación histórica y situación actual del proceso de formación*

<https://www.repositorio.geotech.cu>

Núñez Vázquez , M., & Robaina, C. (2000). *Brasinoesteroides. Nuevos reguladores del crecimiento vegetal con amplias perspectivas para la agricultura*. Instituto Agronómico (IAC). <https://www.repo>

Obando Enrique, B, G., Hernández Oviedo, F., Portillo López, P. A. & Castro Rincón, E. (2023). Productividad y calidad del forraje de *Cenchrus cladendestinus* en dos sistemas pastoriles. *Pastos y Forrajes*, 46. <https://www.scielo.sld.cu>

Ojeda Quintana, L. J., Arteaga Rodríguez , O.Escobar Escobar ,L. A., & López Molían A. (2020). Efecto de la inoculación con hongos micorrizicos arbusculares (HMA) y humus de *Cenchrus purpureus*(Schumach.). Morene cv.Cuba CT-115. *Idesia, Arica*, 38(2), 5 -11. <https://www.scielo.cl>

Ojeda Quintana, L. O., Rodríguez González, Y., Frómeta, C., & Portero. J. J. (2018). Efecto de la inoculación con Hongos Micorrizicos Arbusculares y humus de lombriz en el establecimiento de un banco forrajero de *Pennisetum purpureum* VC. Taiwán morado. *Revista Científica agroecosistemas*, 6(2), 84-91. <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>.

Ortega Gómez, P., & Infante Jiménez, Z T. (2020). *Acuerdo internacional, agricultura orgánica y sustentabilidad. Factores críticos y estratégicos en la interacción territorial desafíos actuales y escenarios futuros*. Universidad Nacional Autónoma de México. <https://www.ru.iiec.unam.mx>

Ortiz, R. B., Sosa, R. E., & Zavaleta, C. , (2010). *Manual del pasto morado Follero Técnico No. 1. Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A. C. Instituto*

Tecnológico de Conkal. Quintana Roo: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Chetumal.

Oropesa, K., Pentón, G., & Martín, G. J. ,(2011). Efecto de la fertilización biológica y/o mineral en la producción de forraje de morera (*Morus alba* L.) (Nota técnica). *Pastos y Forrajes*,34(3), 295-302. <https://www.scielo.sld.cu>

Pezo Quevedo,de D A.,(2018). *Uso eficiente de fertilizantes en pasturas*.  
<https://www.repositorio.catie.ac.cr>

Puerto, J. (2020). *Manual elaboración de abonos orgánicos*.  
<https://www.acicafoc.org>

Ramírez , J .F. (2015).Influencia de la fertilización en la propiedades físico-química de un suelo dedicado a la producción de semillas de *Megathrsus maximus*. *Pasto y Forrajes*, 38(4) ,393-402. <https://www.scielo.sls.cu>

Rey-Novoa J M. et al, (octubre 2015).*Transición agroecológica de agro- ecosistemas en la finca familiar San Juan, Cienfuegos .* (Congreso). V Latinoamericano de Agroecología-SOCLA. Cienfuegos. Cuba. <https://www.sedici.unlp.edu.ar>

Rodríguez Fernández, P. A. (2017). Impacto del lixiviado de humus de lombriz sobre el crecimiento y productividad del cultivo de habichuela (*VIGNA UNGUICULATA* L. WALP). *Ciencia en su PC*, (2), 44-58 <https://www.realyc.org>

Rodríguez, F. P., & Álvarez, M. (2002). *Producción orgánica de pimiento (*Capsicum annum*) bajo condiciones de agricultura urbana*. En Segundo Congreso internacional virtual agropecuario Civa-2002. UNAM. <http://www.congresociva.unam.mx>

Rosset , P. M. (2016). *Revolución agroecológica. El movimiento de campesino a campesino de la ANAP en Cuba*. <https://www.viacampesina.org>

Rosthoj, S. & Branda, L. (2001). Determinación de los nutrientes digestibles totales en ovinos a partir del Pennisetum purpureum y variedades. *Ciencia y Tecnología*, 1, 83-90.

Ruminants Blog .(2022). *El forraje para ganado bovino, un alimento básico*.  
<https://ruminants.ceva.pro>

Ruttan. (1991). *Desarrollo sustentable y teoría económica consideraciones*  
<https://www.repository.agrosavia.co>

Sabourin E. (2017). *Análisis de la aplicación de principios agroecológicos*.  
<https://www.revistas.flacsoandes.edu.ec>

Sagarpa, (2018). Informe de evaluación estatal fomento agrícola.  
<https://www.agricultura.gob.mx>

Sánchez Govín, E., Rodrigues Gonzales, H., Carballo Guerra, C., & Milanés Figueredo, M., (2005). Influencia de los abonos organicos y biofertilizantes en la calidad de las species medicinales Calendula officinalis ly Matricaria recutita. L. *Revista Cubana PlantMed*, 10(1), 1-8. <https://www.scielo.cu>

Sánchez Hernández, M. A., Valenzuela Haro, Y.E., Morales Terán,G., Rivas Jacobo, M. A., Cordero , S. F., & Hernández Sánchez S. (2019). Crecimiento de pasto Guinea (Magathyrus m aximus (Jacq) B.K. Simón y S. W. L. Jacobs) en respuesta a fertilización química en clima cálido húmedo *Agro Productividad*, 12(8).  
<https://www.revista.agroproductividad.org>

Sánchez S. et al.,(2011). Alternativa de manejo de la fertilidad del suero en ecosistemas agropecuarios . *Pasto y Forraje*,34(4), 375-392.  
<https://www.scielo.sld.cu>

Suiza. Organización Mundial de la Salud. (2000). *Plan Nacional de Acción para la Nutrición*. <https://www.extranet.who.int>

Torres, A., (1999). *Consideraciones sobre la fisiología de la nutrición mineral en las plantas superiores*. Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Agronomía.

Torres A. (2008). *Hortalizas. Fundación hogares juveniles campesinos*. Folleto 11. Bogotá-Colombia.

Valenciaga, D., Chongo, B., Herrera, R. S. , Torres, V., Oramas, A. , & Herrera, M., (2009). Efecto de la edad de rebrote en la digestibilidad in vitro de la materia seca de *Pennisetum purpureum* vc. CUBA-CT 115. Rev. Cuba. *Ciencias Agricultura*. 43, 81-84.

Vargas Núñez ,D .(2018). *Establecimiento del forraje King grass (Pennisetum Sp.)*. Con diferentes métodos de fertilización, con alternativa de alimentación de bovinos, en la finca de la UNAD Popayán. Departamento del Cauca. <https://www.repositorio.unad.edu.co>

Zulio, M. , & Adam, G. ,(2004). Brassinosteroid phytohormones-structure, bioactivity and applications. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 14, 143-181.