

06

Recibido: abril, 2024 Aceptado: mayo, 2024 Publicado: agosto, 2024

Evaluación de distancias de plantación de vitroplantas del clon CT-115 en la producción de semilla certificada

Evaluation of planting distances of vitroplants of clone CT-115 in certified seed production

Joan Manuel Leyva Benavides^{1*}

E-mail: joanmlb01@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4263-1751>

Oscar Suárez Benítez²

E-mail: osbenitez@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6192-3288>

Enrique Casanovas Cosío³

E-mail: ecasanovas@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5884-3922>

¹Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez” Cienfuegos. Cuba.

²Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar. Cienfuegos. Cuba.

³Centro de Estudio para la Transformación Agraria Sostenible. Cienfuegos. Cuba.

*Autor para la correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Leyva Benavides, J. M., Suárez Benítez, O. y Casanovas Cosío, E. (2024). Evaluación de distancias de plantación de vitroplantas del Clon CT-115 en la producción de semilla certificada *Revista Científica Agroecosistemas*, 12(2), 41-46
<http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

Resumen

La investigación se desarrolló en el período comprendido del 5 de marzo al 5 de septiembre de 2022, en áreas del banco de semilla básica de la provincia de Cienfuegos y Villa Clara, situado en el municipio de Palmira, provincia de Cienfuegos. Para la realización del estudio se utilizaron vitroplantas de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115, las que fueron plantadas a diferentes marcos de plantación, usando para ello espaciamentos entre surcos de 1, 0,80 y 0,60 m combinados con espaciamentos interplantas de 0,60, 0,40 y 0,20 m. Los resultados alcanzados en el experimento demostraron que la distancia óptima para la plantación de vitroplantas con destino a “bancos de semilla”, fue a las distancias de 0,60 m entre plantas y una distancia entre surcos de 1,00 m, por ser ésta el área en la que se obtienen los mejores resultados en las variables del rendimiento agrícola (altura, peso y diámetro). Los resultados alcanzados permitirán que se realice la plantación de vitroplantas de CT-115 en los “bancos de semilla” a la distancia óptima, para así obtener una semilla de alta calidad.

Palabras clave:

Pasto, Rendimiento, Producción, Biomasa.

Abstract

The investigation was carried out in the period from March 5th to September 5th, 2022, in areas of the basic seed bank of the province of Cienfuegos and Villa Clara, located in the municipality of Palmira, province of Cienfuegos. To carry out the study, *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115, which were planted in different planting frames, using row spacings of 1, 0.80, and 0.60 m combined with interplant spacings of 0.60, 0.40, and 0.20 m. The results achieved in the experiment demonstrated that the optimal distance for planting Vitro plants destined for “seed banks» was at distances of 0.60 m between plants and a distance between furrows of 1.00 m, as this is the area in which the best results are obtained in the agricultural performance variables (height, weight, and diameter). The results achieved will allow the planting of CT-115 Vitro plants in the “seed banks” at the optimal distance, to obtain high-quality seeds.

Keywords:

Pasture, Yield, Production, Biomass.

Introducción

La problemática ambiental contemporánea presenta una perspectiva global que abarca todo el planeta, afectando los diversos ecosistemas y conduciendo a su deterioro y eventual destrucción. Esta situación está estrechamente ligada a las actividades humanas, tanto en el ámbito económico, social, político y cultural, como en el aprovechamiento de los recursos naturales para el sostenimiento de la vida humana en la Tierra (Fuentes, 2013). Con la industrialización de la agricultura, se ha observado una disociación de gran parte de la población con la actividad agraria y la naturaleza, lo que ha generado la pérdida de especies autóctonas debido a la disminución de sus guardianes tradicionales, los agricultores. Como consecuencia, se han registrado la extinción de numerosas especies de alto valor para la naturaleza y la humanidad (Aguilar, 2023).

En el contexto de la ganadería tropical, una de las principales dificultades radica en garantizar la alimentación del ganado durante la época más seca del año, ya que la producción de pastos es marcadamente estacional, lo que conlleva a fluctuaciones en la producción de leche y carne, así como a una disminución en la eficiencia reproductiva del ganado (Cabello et. al., 2013). En este sentido, el desbalance alimentario se presenta como un desafío importante para mantener niveles de producción óptimos de forma continua y rentable (Escandon & Vega, 2020).

El Instituto de Ciencia Animal ha desarrollado variedades, como el clon *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115, que han demostrado ser soluciones eficaces para contrarrestar la estacionalidad forrajera, promoviendo criterios de bajo costo y sostenibilidad de los recursos. Sin embargo, se identifican limitaciones en el entendimiento de cómo funcionan las hormonas vegetales involucradas en esta tecnología y en los altos costos de los procesos necesarios, lo que resalta la necesidad de la colaboración entre fisiólogos vegetales e ingenieros para buscar soluciones innovadoras (Padilla & Martínez, 2016).

La propagación vegetativa es un método ampliamente utilizado para multiplicar plantas forrajeras. Sin embargo, las técnicas convencionales, como la propagación por esquejes, pueden presentar limitaciones tales como baja tasa de germinación, transmisión de enfermedades y falta de uniformidad genética. En este contexto, la técnica de micropropagación o cultivo in vitro emerge como una alternativa prometedora para la obtención de plantas con alto potencial genético y sanitario (López et. al., 2023).

En el cultivo de pastos, el diseño adecuado del marco de plantación es crucial para promover un crecimiento saludable y un óptimo rendimiento de los cultivos, facilitando la entrada de luz, ventilación y aireación, y reduciendo la competencia por los nutrientes. Un apropiado marco de plantación contribuye al incremento de la producción y calidad de los cultivos, favoreciendo su desarrollo óptimo (Bello et. al., 2016).

La multiplicación por vitroplantas ofrece ventajas significativas para la producción de *Pennisetum purpureum* cv. CT-115. Las vitroplantas son más uniformes, vigorosas y sanas que las plantas obtenidas por métodos tradicionales, y pueden adaptarse a diferentes condiciones ambientales. Además, estas vitroplantas pueden usarse para iniciar una segunda multiplicación, acelerando la producción de material vegetal a gran escala y permitiendo la selección de características deseables (Prokopiuk et. al., 2023). Por lo que, se propuso estudiar el rendimiento del marco de plantación del clon CT-115 (*Pennisetum purpureum* cv. CT-115) desde vitroplantas hasta 6 meses de edad, que pudiera orientar un uso más eficiente del recurso tierra.

Materiales y métodos

Localidad Experimental

El presente estudio se llevó a cabo en el banco de semillas básicas perteneciente a las provincias de Cienfuegos y Villa Clara, específicamente en áreas aledañas a la Empresa Agropecuaria Espartaco en el municipio de Palmira, provincia de Cienfuegos. El suelo utilizado para el experimento fue identificado como Pardo sin carbonato (Cambisol éutrico) (Hernández et. al., 2019).

Diseño experimental de la investigación

El diseño experimental fue de bloques al azar con un modelo de clasificación simple con nueve tratamientos según la distancia empleada entre plantas y entre surcos en metros: 1-(0,20 m x 0,60 m); 2-(0,20 m x 0,80 m); 3-(0,20 m x 1,00 m); 4-(0,40 m x 0,60 m); 5-(0,40 m x 0,80 m); 6-(0,40 m x 1,00 m); 7-(0,60 m x 0,60 m); 8-(0,60 m x 0,80 m) y 9-(0,60 m x 1,00 m).

Cada tratamiento fue replicado tres veces en parcelas, desde el 5 de marzo hasta el 5 de septiembre de 2022, con un área experimental de 594 m² (0,059 ha), empleando por réplica 1650 vitroplantas, lo que sumó un total de 4950 vitroplantas en el experimento. Por ende, el área total del experimento fue de 1770 m² (0,177 ha).

El tiempo de evaluación para cada una de las variables medidas fue de 180 días (6 meses) de establecimiento del pasto.

Número de tallos por metros lineal

Para determinar el número de tallos por metro lineal se realizaron conteos de las plantas de forma manual en surcos de 20 m de longitud al momento de la cosecha, obteniendo así un número exacto de tallos presentes en cada tratamiento y en las tres réplicas correspondientes.

Altura del Tallo

La altura de cada tallo se midió desde la base hasta la primera lígula visible, y se calculó un promedio de altura para cada tratamiento.

Peso del tallo

El peso de los tallos también se tomó con una balanza WeiHeng con ± 5 g de precisión.

Diámetro del tallo

El grosor de los tallos se midió utilizando un pie de rey en mm.

Variable rendimiento

La variable rendimiento agrícola (t ha⁻¹) planteado se calculó utilizando la siguiente fórmula en t:

Variable Rendimiento = número de tallos por metro lineal * Peso tallo * Área de la parcela

Procesamiento Estadístico

Para analizar los resultados obtenidos en las evaluaciones, se utilizó un enfoque estadístico que incluyó la aplicación de pruebas de análisis de varianza (Anova) y comparaciones de medias a través de la prueba de comparación múltiple de Tukey, con un nivel de significación del 5% ($P \leq 0,05$). Previamente, se verificaron los supuestos de normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de varianza a través de la prueba de Levenne. Todos los análisis estadísticos fueron realizados con el programa estadístico IBM SPSS v 23.

Resultados y discusión

En el estudio se alcanzaron valores de la viabilidad del 100% en la siembra de vitroplantas de *Pennisetum purpureum* cv. CT 115. Este éxito se atribuye a las características inherentes de las vitroplantas cultivadas en condiciones especiales, así como su posterior manejo a la hora de la siembra (Karasawa et. al., 2011). Las vitroplantas son clones genéticamente idénticos a la planta madre seleccionada, lo que garantiza la uniformidad del material vegetal obtenido. Además, el proceso de micropropagación permite la eliminación de patógenos presentes en el material vegetal original, dando como resultado plantas libres de enfermedades (Manoj et. al., 2019).

Estos dos factores, uniformidad genética y sanidad garantizada, son cruciales para lograr una siembra exitosa y maximizar el rendimiento del cultivo en función de la producción de semilla. La uniformidad genética de las vitroplantas se traduce en un desarrollo homogéneo de la nueva generación de plantas, facilitando el manejo y garantizando la consistencia de las características deseables del pasto. Por último, el alto vigor inicial de las vitroplantas se traduce en una mayor tasa de multiplicación en la etapa posterior (Prokopiuk et. al., 2023).

Número de tallos por metro lineal

La tabla 1 muestra los resultados de la densidad de tallos por metro lineal en diferentes distancias entre plantas y surcos, donde no se observaron diferencias significativas

en la variable tallos por metro lineal entre las diferentes distancias de siembra.

Tabla 1: Comparación de la variable número de tallos por metro lineal.

Tratamientos	Media
1	6,90a
2	6,70a
3	6,95a
4	6,75a
5	6,95a
6	7,10a
7	7,05a
8	7,05 ^a
9	7,25a
ES \pm	0,66

Letras iguales no indican diferencias significativas, según Tukey ($P \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

Este hallazgo se explica por la notable capacidad de las gramíneas para generar nuevos individuos a partir de los meristemos axilares de la planta madre, un proceso conocido como ahijamiento. Esta capacidad permite a las gramíneas adaptarse a diferentes condiciones de crecimiento y maximizar la eficiencia en la utilización del espacio disponible.

Las vitroplantas, obtenidas mediante técnicas de cultivo in vitro, son especialmente propensas al ahijamiento, cuya capacidad juega un papel fundamental en la obtención de una alta densidad de tallos por metro lineal, independientemente de la distancia entre plantas y surcos (Hernández et. al., 2023). Esta característica es crucial para la producción de biomasa, por lo que se obtienen resultados superiores a los planteados por Ruíz et al. (2017), donde se usan diferentes métodos de plantación con el fin de mejorar las variables morfológicas del cultivo alcanzando solo densidades de 3,66 a 5,77 tallos por metro lineal.

Torres & Vásquez (2005), señalan que el cierre de campo temprano en *Pennisetum*, en distancias más estrechas, inhiben el ahijamiento favoreciéndose con ello el engrosamiento de los tallos ya formados, mientras que las distancias con más espaciado entre surcos alcanzan el cierre con posterioridad, favoreciéndose la formación de hijos que compiten con los tallos ya formados por nutrientes.

Las distancias entre plantas más pequeñas, por lo general el cierre de campo ocurre más temprano, lo que propicia que como tendencia la disminución de la formación de hijos, por lo que durante todos los períodos hay formación de hijos que se nutren de las reservas de los tallos ya formados. El no control del ahijamiento provocado por el cierre de campo, influye de forma directa en el comportamiento de la variable en estudio. Lo anterior

coincide con lo señalado por Irving & Benda (1980) y Torres & Vásquez (2005), quienes señalan que en las distancias de siembra amplias y bien espaciadas en el cierre de campo se retrasa de manera notable favoreciendo un correcto desarrollo.

Altura del tallo

La tabla 2 revela los resultados al analizar la variable altura del tallo en diferentes distancias de siembra. Se observa que el tratamiento 1-(0,20 m x 0,60 m) presenta los valores más bajos de altura, mientras que el tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m) muestra los mejores resultados.

Por lo que se coincide con lo planteado con Leonard et al. (2014) que, por efecto del fototropismo, la respuesta de la planta a la luz en la capacidad de percibirla para realizar la fotosíntesis, se vio menguado por un menor espacio entre las plantas.

Tabla 2: Comparación de las variables altura del tallo (m), diámetro del tallo (cm) y peso del tallo (Kg).

Tratamientos	Altura del tallo (m)	Diámetro del tallo (cm)	Peso del tallo (Kg)
1	1,93i	1,37h	0,32f
2	2,28g	1,34i	0,34e
3	2,25h	1,45g	0,41c
4	2,48f	1,66d	0,36d
5	2,78b	1,85b	0,41c
6	2,56e	1,68c	0,49b
7	2,65c	1,50f	0,40c
8	2,61d	1,64e	0,41c
9	2,87a	2,12a	0,62a
ES ±	0,27	0,23	0,08

Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($P \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

En marcos de plantación más pequeños, como el tratamiento 1-(0,20 m x 0,60 m), la cantidad de luz disponible se reduce considerablemente. Esta escasez de luz limita la capacidad de las plantas para realizar la fotosíntesis de manera eficiente. La fotosíntesis es un proceso vital para las plantas, ya que les permite convertir la energía luminosa en energía química, esencial para su crecimiento y desarrollo. En contraste, en marcos de plantación más amplios, como el tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m), la luz es más accesible y las plantas pueden realizar la fotosíntesis de manera eficiente. La luz no es un factor limitante en estos casos, por lo que la altura del tallo no se ve afectada (Alonso et. al., 2006).

Dentro de las variables de crecimiento se estudió la longitud del tallo desde la base hasta la primera lígula visible; que su crecimiento es de forma irreversible (Rodríguez & Leihner, 2001). Este valor de crecimiento de 2,86 metros se considera alto comparado al esquema de crecimiento de otros autores como Martínez et al. (2010) logrando 1,50 m dentro de este y que Ruíz et al. (2017) donde estos

superan al primero alcanzando valores de altura de 1,65 m y 1,84 m en dos de sus tratamientos, evaluando ambos autores edades de corte entre 90 y 180 días.

Lo que demuestra que en general el CT-115 a partir de vitropiantas puede alcanzar alturas de 2 a 3 m en 6 meses, estableciéndose como un factor de crecimiento y desarrollo normal, la variabilidad de este valor podría ser causada por otros efectos, ejemplo de ello la capacidad de la planta al percibir la luz como se mencionó anteriormente (González et. al., 2018).

Diámetro del tallo

Los resultados de estas evaluaciones de las medias en estudio mostraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0,05$) por parte del tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m), en comparación con el resto de distancias evaluadas, lo cual la convierte en distancia dominante.

El estudio del diámetro del tallo muestra la importancia de una planificación metódica en el cultivo. La elección del marco de plantación adecuado, como el tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m), puede ser la clave para desbloquear el máximo potencial del cultivo, optimizando el crecimiento del tallo y, en última instancia, maximizando la producción de biomasa y otros beneficios. Estos resultados son incluso superiores a los alcanzados por González et al. (2018) que emplearon en esta investigación fuentes de fertilización a base de estiércol bovino (0,5, 1,0 y 1,5 kg m²) y fertilizante químico Urea (0,015 Kg m²) y fue imposible que alcanzaran valores superiores a 1,43 cm de diámetro.

En cambio, otros autores como García et al. (2014), plantean que la forma de crecimiento habitual del CT-115 le permite al mismo alcanzar diámetros hasta de 2-3 cm con condiciones óptimas para su desarrollo y dependiendo de la etapa de evaluación del cultivo. Se establece de forma general que, en 6 meses de establecimiento, sin estar el cultivo en un régimen de riego y no existir una norma de fertilización el CT-115 sería poco probable que alcanzase un grosor mayor a 2,5 cm.

Además de esto otros estudios demuestran que durante el engrosamiento primario el tallo adquiere forma obcónica, porque los últimos entrenudos formados son más anchos que los primeros. En muchas monocotiledóneas como los *Pennisetum*, por ejemplo, se originan raíces fúlreas en los nudos basales para compensar esa diferencia. Dicho desarrollo y características favorables están estrechamente relacionada con el espacio que este tenga para desarrollarse el cultivo (Arbo, 2013).

Peso del tallo

Los datos obtenidos en esta variable presentaron diferencia estadística significativa ($P \leq 0,05$) entre el tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m) y el resto, mostrándose reiteradamente el predominio de dicho marco de plantación.

Fortes (2012), indica que las diferencias en el rendimiento del CT-115 pueden atribuirse a la disponibilidad de

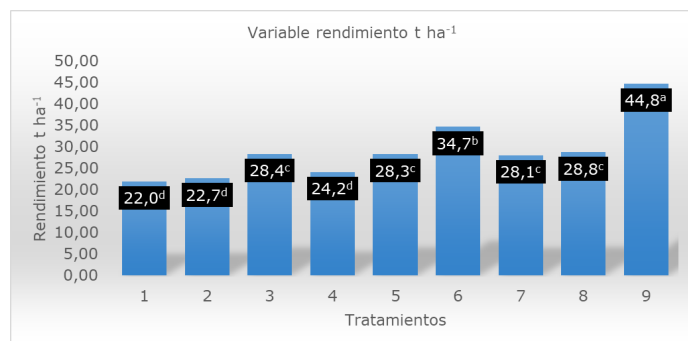
nutrientes y la competencia por los mismos, factores que se ven afectados por el marco de plantación. Una mayor distancia entre plantas, como en el caso del tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m), permite un mejor acceso a la luz solar, agua y nutrientes, lo que se traduce en un mayor crecimiento y desarrollo de las plantas, por ende, un mayor peso.

Rendimiento

Los datos del rendimiento mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, con una notable distinción en las medias del tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m). Este marco de plantación se destaca reiteradamente como el de mayor rendimiento. Los resultados corroboran la influencia crucial del marco de plantación en el rendimiento del CT-115.

En la figura 1 se muestran los resultados de la variable rendimiento, al ser evaluada en diferentes marcos de plantación, observándose un aumento en dicha variable al extender las distancias de plantación, destacando los mejores resultados al plantar vitrolantas del Clon CT-115 para la producción de semilla certificada a la distancia del tratamiento 9-(0,60 m x 1,00 m).

Fig. 1: Comparación de la variable rendimiento (t ha⁻¹) teniendo en cuenta diferentes distancias entre surcos y plantas.



Letras distintas indican diferencias significativas, según Tukey ($P \leq 0,05$).

Fuente: Elaboración propia

León et. al. (2022), resaltan que las características del CT-115 lo convierten en un candidato ideal para la producción de biomasa. Además, entre los 4 y 6 meses de edad, el CT-115 presenta un mayor desarrollo en comparación con otros cultivares como King grass, Camerún, Enano y Taiwán.

Los resultados obtenidos por Casanovas et. al. (2006), indican un rendimiento de 10,2 t ha⁻¹ en el cultivo evaluado a diferentes edades de corte, destacándose el período de 120 días como el momento en que se alcanza dicho rendimiento. Estos resultados darían una tasa de crecimiento diario de 85 kg ha⁻¹. En contraste, los resultados de la presente investigación que muestran un desempeño superior, teniendo en cuenta un crecimiento constante entre los 120 y 180 días que resulta en un rendimiento de

44,8 t ha⁻¹ a los 180 días. Durante este periodo, se observó una tasa de crecimiento diario de 248,8 kg ha⁻¹.

Los resultados de la investigación superan los parámetros productivos planteados por González et al. (2018), el cual alcanza rendimientos por un valor máximo de 27,36 t ha⁻¹. Sin embargo, se ha constatado que el cultivo de CT-115 es capaz de almacenar de 12 a 20 t MS ha⁻¹ y entre 4 y 8 t MS ha⁻¹ en campos expuestos a normas de fertilización. Lo que prueba que la fertilización puede renovar el vigor de los campos y haciendo poco probable alcanzar estos valores de rendimiento (Martínez & González, 2017).

Los resultados obtenidos confirman el alto potencial de vitrolantas de CT-115 para la producción de semilla certificada. Sus características morfológicas y capacidad de producción, lo convierten en una alternativa atractiva para la ganadería. El manejo adecuado del marco de plantación juega un papel fundamental para optimizar el desarrollo del cultivo y alcanzar los máximos niveles de producción.

Conclusiones

Los mejores resultados en la distancia de siembra entre plantas es 0,60 x 1,0 metro al quedar demostrado que el ahijamiento que se produce es capaz de mantener valores de diámetro, altura y peso óptimo para la producción de semilla.

El mejor resultado del rendimiento de acuerdo a la distancia de siembra se observó a 0,60 x 1,0 m entre surcos con 44,8 t ha⁻¹.

Referencias bibliográficas

- Aguilar, C. M. (2023). La problemática ambiental en un contexto de cambio global: Posibilidades y limitaciones de educación ecocientífica desde la acción docente. *Educare*, 27(2), 416-427. <http://dx.doi.org/10.15359/ree.27-2.15904>
- Alonso, J., Fables, G., Ruíz, T. G., & Achang, G. (2006). Efecto de la sombra en la gramínea asociada en un sistema silvopastoril de *leucaena-guinea* durante sus diferentes etapas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(4), 503-501.
- Bello, J. J., Mendoza, M., & Pérez, J. (2018). In vitro propagation of sugarcane for certified seed production. *Technology and Research*, 101-112. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.74037>
- Cabello, J. J., Gutiérrez, E., Zabala, F., Olivares, E., Bernal, H., Treviño, J. S., & Herrera, R. S. (2013). Establecimiento del pasto 'CT-115' (*Pennisetum purpureum*) en una zona semiárida del noreste de México. *Revista de Fitoecología Mexicana*, 36(3), 239-244.

- Casanovas, E., Figueredo, Y., Soto, R., Novoa, R., & Valera, R. (2006). Effect of the cut frequency on the phenological and productive performance of *Pennisetum purpureum* cv Cuba CT-115 in the dry season. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 40 (4), 447-452.
- Chuncho, G., & Aguirre, Z. (2020). *Anatomía y morfología vegetal*. Universidad Nacional de Loja.
- Escandon, R. S., & Vega, V. E. (2020). Impacto de la tecnología de bancos de biomasa con pasto CUBA CT-115 en una lechería de la zona tropical del centro de Veracruz, México. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 54(3), 299-308.
- Fortes, D. (2012). Comportamiento de algunos indicadores morfofisiológicos y de calidad de *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115 utilizado como banco de biomasa (Tesis Doctoral). Instituto de Ciencia Animal.
- García, L. M., Mesa, A. R., & Hernández, M. (2014). Potencial forrajero de cuatro cultivares de *Pennisetum purpureum* en un suelo Pardo de Las Tunas. *Pastos y Forrajes*, 37(4), 413-419.
- González, J. L., González, O., Puerta, J., & Miranda, I. (2018). Rendimiento en dos cultivares de *Pennisetum purpureum* Schumach a diferentes dosis de fertilización orgánica y mineral. *Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 3(6), 96-108.
- Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D. & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Ediciones INCA.
- Irving, J. E., & Benda, G. T. (1980). Effects of spacing on the plant. *Proceedings*. 357-367.
- Karasawa, M. M., Pinto, J. E., Pereira, A. V., Pinto, J. C., & Silva, F. G. (2011). In Vitro propagation of *Pennisetum purpureum* Schum. University of Kentucky.
- León, G. E., Ramos, J. A., Izquierdo, F., Joaquín, B. M., & Meléndez, F. (2022). Comportamiento productivo y valor nutricional del pasto *Pennisetum purpureum* cv. Cuba CT-115, a diferente edad de rebrote. *Revista Mexicana Ciencia Pecuaria*, 13(4), 1055-1066. <http://dx.doi.org/10.22319/rmcp.v13i4.5217>
- López, M., Ramírez, E., Sánchez, R., Juaquin, S., Muñoz, L., & Gayosso, O. (2023). Parámetros de calidad en propágulos de pastos nativos e introducidos cosechados en sequía. *Fitotecnía Mexicana*, 46(4), 487-496.
- Manoj, K., Sushma, T., Niraj, T., Gyanendra, T., Deepa, B., Megha, M., Neha, G., Nishi, P., Purnima, S., Akash, S., & Ashok, A. A. (2021). Plant Tissue Culture Techniques for Conservation of Biodiversity of Some Plants Appropriate for Propagation in Degraded and Temperate Areas. *Current Topics in Agricultural Sciences*, 44, 30-60. <http://dx.doi.org/10.9734/bpi/ctas/v4/2119C>
- Martínez, R., & González, C. (2017). Evaluación de variedades e híbridos de hierba elefante *Pennisetum purpureum* y *Pennisetum purpureum* x *Pennisetum glaucum* para la producción de forrajes. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(4), 477-488.
- Martínez, R. O., Tuero, R., Torres, V., & Herrera, R. S. (2010). Models of biomass accumulation and quality in varieties of elephant grass, Cuba CT-169, OM-22, and king grass during the rainy season in the western part of Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 44(2), 189-193
- Moreno, L. (2022). Salud y medio ambiente. *Facultad de Medicina México*, 65(3), 8-18.
- Prokopiuk, B., Kapczyńska, A., & Pawłowska, B. (2023). Establishing in vitro cultures of *Pennisetum* 'VERTIGO®' and its shoot multiplication under different led light quality. *Hortorum Cultus*, 22(6), 19-28.
- Retureta, C. O., Padilla, C. R., Martínez, R. O., Vega, V. E., Gudiño, R. S., & Montero, M. (2019). Efecto del riego sobre la calidad, desarrollo y producción de biomasa a dos edades de corte de *Cenchrus purpureus* vc. CT-115 para la región central del estado de Veracruz. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 23(1), 41-47
- Rodríguez, W., & Leihner, D. (2001). Análisis del crecimiento vegetal. Universidad de Costa Rica.
- Ruíz, T. E., Martínez, C. E., Alvares, D., Mejias, R., & Díaz, H. (2017). Effect of plantation method and biomass production of *Cenchrus purpureus* cv. Cuba CT-115. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 51(1), 101-106
- Torres, S., & Vásquez, E. S. (2005). *Fisiología Vegetal*. Pueblo y Educación.