

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) en un suelo ácido en el estado de Veracruz

Por:

Gerardo Jesús Anastacio Carteras

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón Coahuila, México
Mayo 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) en un suelo ácido en el estado de Veracruz

Por:

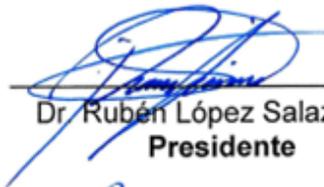
Gerardo Jesús Anastasio Carteras

TESIS

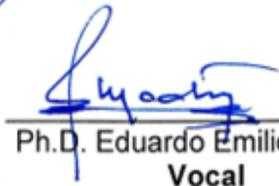
Que somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

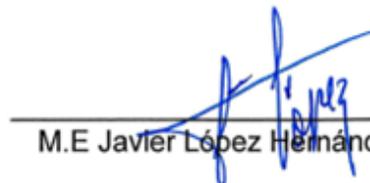
Aprobado por:


Dr. Rubén López Salazar
Presidente


Dr. José Rafael Paredes Jacome
Vocal


Ph.D. Eduardo Emilio Madero Tamargo
Vocal


Dra. Anadelina Antonio Medina
Vocal suplente


M.E. Javier López Hernández

Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Mayo 2024

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO
NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de pasto pangola (*Digitaria decumbens*) en un suelo ácido en el estado de Veracruz

Por:

Gerardo Jesús Anastasio Carteras

TESIS

Presentado como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

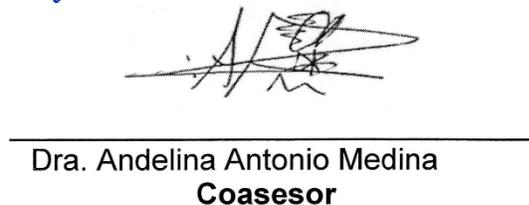
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobado por el Comité de Asesoría:


Dr. Rubén López Salazar
Asesor Principal


Dr. José Rafael Paredes Jacome
Coasesor


Ph.D. Eduardo Emilio Madero Tamargo
Coasesor


Dra. Anelina Antonio Medina
Coasesor


M.E. Javier López Hernández
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México

Mayo 2024

AGRADEDIMIENTOS

A Dios, por concederme el don de la vida, por concederme conocimiento, valor y las fuerzas de enfrentar los obstáculos para salir adelante en la vida y convertir mis ilusiones en una realidad.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”, por permitirme ser parte de ella y por formarme como agrónomo. Por los momentos vividos en la institución ,4 años de trayectoria estudiantil, adquiriendo conocimientos y experiencias formándome como profesional.

Al DR. Rubén López Salazar: *extiendo mi sincero agradecimiento por su inestimable orientación y apoyo constante mientras fue mi tutor de tesis.* mi admiración y respeto, por haber depositado en mí, la confianza y darme la oportunidad de participar en su trabajo de investigación, sobre todo por su trato generoso y humano, así como por su apreciable amistad, colaboración y motivación en la elaboración de este trabajo.

Con mucho amor y cariño

A mi madre, por su apoyo que me brindo desde el principio de mis estudios , no tengo palabras suficientes para expresar mi gratitud por tu amor y dedicación durante el proceso de mi formación como profesional. Tu apoyo incondicional, tus palabras de aliento y tu fe en mí han sido el motor que me ha llevado a alcanzar este logro. Gracias por ser mi mayor inspiración y por siempre estar a mi lado.

DEDICATORIAS

Quiero dedicar mi tesis a mi Familia, porque ellos han sido mi mayor inspiración en la vida y siempre han estado apoyándome en cada paso que doy

A mi madre Barbara Eva Carteras Anastacio gracias por ser siempre mi motor y el pilar que me mantiene fuerte, gracias por apoyarme y permitirme seguir con mis metas, por siempre brindarme de su apoyo, sus palabras y comprensión.

A mi padre Moisés Pedro Anastacio Jardón Gracias por apoyarme siempre en todo lo que realizo, por apoyarme cuando decidí estudiar lejos de mi hogar, porque siempre me has apoyado en cada momento.

A mis hermanas y hermanos: Gracias por ser mis mejores consejeros, por brindarme de sus experiencias y apoyarme para seguir en la etapa estudiantil.

Éste logro representa una etapa importante de mi vida, con mucho esfuerzo, mis padres y hermanos han hecho posible el logro de mis objetivos; quienes lucharon incansablemente para que yo fuera alguien en la vida sin esperar nada a cambio. Por todo lo que han hecho por mí, solo me queda decirles que este trabajo significa la respuesta a su esfuerzo, y perseverancia

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
1.2 HIPÓTESIS	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Historia del pasto pangola (<i>Digitaria decumbens</i>).....	4
2.2 Importancia económica	6
2.4 Clasificación taxonómica.....	7
2.5 Origen.	8
2.6 Inflorescencia	9
2.7 Usos del pasto pangola.....	10
2.8 Temperatura.....	11
2.9 A g u a.....	11
2.10 Luz	12
2.11 Análisis del suelo y preparación del terreno para la siembra.	12
2.12 Suelo	12
2.12.1 Limpieza del terreno.....	13
2.12.2 Roturación o barbecho	13
2.12.3 Rastreo.....	13
2.12.4 Surcado.....	13
2.13 Elección del material vegetativo.....	14
2.14 Época de siembra	14
2.15 Método de siembra.....	14
2.16 Fertilización	16
2.17 Dosificación.....	16
2.18 Tipos de malezas comunes.....	17
2.19 Control de malezas	18
2.19.1 Quemadas controladas	18
2.19.2 Control biológico.....	19
2.20.3 Control manual o mecánico.....	19

2.19.4 Control químico	19
2.20 Enfermedades y plagas.....	20
2.20.1 Enfermedades	20
2.21 Periodos de corte	22
2.22 Henificación o ensilado	22
2.23 Comercialización	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	26
3.1 Locación Geográfica del Área Experimental	26
3.2 Características del Área Experimental	26
3.3 Clima	26
3.4 Precipitación.....	26
3.5 Suelo.....	26
3.6 Análisis estadístico.....	27
3.7 Materiales.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
4.1 Variable de cobertura de invierno (cm ²)	28
Grafica 1. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm ² (1 de Febrero del 2023).....	28
Grafica 2. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm ² (15 de Febrero del 2023).....	29
Grafica 3. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm ² (1 de Marzo del 2023)	30
Grafica 4. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm ² (15 de Marzo del 2023)	31
4.2 Variable de altura (cm) invierno	36
4.3 variable de peso verde (kg) de la planta de invierno	44
4.4 Radiación Interceptada (cm) en invierno.....	52
VI. DISCUSIÓN	60

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.-Análisis de varianza de la Variable de cobertura de invierno cm ² (1 de febrero del 2023).....	28
Cuadro 2. Análisis de varianza de la Variable de cobertura de invierno cm ² (15 de febrero del 2023).....	29
Cuadro 3. Análisis de varianza de la Variable de cobertura de invierno cm ² (1 de marzo del 2023)	30
Cuadro 4. Análisis de varianza de la Variable de cobertura de invierno cm ² (15 de marzo del 2023)	31
Cuadro 5. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (1 de febrero del 2023)	36
Cuadro 6. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (15 de febrero del 2023)	37
Cuadro 7. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (1 de marzo del 2023)	38
Cuadro 8. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (15 de M marzo del 2023)	39
Cuadro 9. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (1 de febrero del 2023)	44
Cuadro 10. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (15 de febrero del 2023)	45
Cuadro 11. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (1 de marzo del 2023)	46
Cuadro 12. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (15 de marzo del 2023)	47
Cuadro 13. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm)de invierno (1 de febrero del 2023)	52
Cuadro 14. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm)de invierno (15 de febrero del 2023)	53
Cuadro 15. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm)de invierno (1 de marzo del 2023)	54

Cuadro 16. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm)de invierno (15 de marzo del 2023)	55
---	----

ÍNDICE DE GRAFICAS

<u>Grafica 1. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (1 de Febrero del 2023)</u>	28
<u>Grafica 2. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (15 de Febrero del 2023)</u>	29
<u>Grafica 3. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (1 de Marzo del 2023)</u>	30
<u>Grafica 4. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (15 de Marzo del 2023)</u>	31
<u>Grafica 5. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (1 de Febrero del 2023)</u>	32
<u>Grafica 6. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (15 de Marzo del 2023)</u>	33
<u>Grafica 7. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (1 de Marzo del 2023)</u>	34
<u>Grafica 8. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (15 de Marzo del 2023)</u>	35
<u>Grafica 9. Agrupación de medias de la Variable de altura (cm) (1 de Febrero del 2023)</u>	36
<u>Grafica 10. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Febrero del 2023)</u>	37
<u>Grafica 11. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (1 de Marzo del 2023)</u>	38
<u>Grafica 12. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Marzo del 2023)</u>	39
<u>Grafica 13. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (1 de Marzo del 2023)</u>	40
<u>Grafica 14. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Febrero del 2023)</u>	41
<u>Grafica 15. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (1 de Marzo del 2023)</u>	42
<u>Grafica 16. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Marzo del 2023)</u>	43

Grafica 17. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Febrero del 2023).....	44
Grafica 18. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (15 de Febrero del 2023)	45
Grafica 19. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Marzo del 2023)	46
Grafica 20. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (15 de Marzo del 2023)	47
Grafica 21. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Febrero del 2023)	48
Grafica 22. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (15 de Febrero del 2023)	49
Grafica 23. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Marzo del 2023)	50
Grafica 24. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Marzo del 2023)	51
<u>Grafica 25. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(1 de Febrero del 2023).....</u>	<u>52</u>
<u>Grafica 26. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(15 de Febrero del 2023).....</u>	<u>53</u>
<u>Grafica 27. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(1 de Marzo del 2023)</u>	<u>54</u>
<u>Grafica 28. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(15 de Marzo del 2023)</u>	<u>55</u>
<u>Grafica 29. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(1 de Febrero del 2023).....</u>	<u>56</u>
<u>Grafica 30. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(15 de Febrero del 2023).....</u>	<u>57</u>
<u>Grafica 31. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(1 de Marzo del 2023)</u>	<u>58</u>
<u>Grafica 32. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(15 de Marzo del 2023)</u>	<u>59</u>

RESUMEN

El experimento se realizó en Juan Rodríguez Clara, Veracruz, México, con la finalidad de determinar el comportamiento de el pasto pangola en un suelo acido; el diseño experimental de parcelas divididas, con un arreglo factorial de 3x5 con 3 repeticiones, cada parcela grande fue de 9 x 16 m densidades de siembra (DS) y para dosis de fertilización nitrogenada (DFN) 9 x 3.4 m. Donde se consideró la parcela grande DS: (DS1= 1500, DS2=2000, DS3=2500) kg ha⁻¹; parcela chica dosis de fertilización DF (DF1=0, DF2=100, DF3=200, DF4=300, DF5=50) kg ha⁻¹; las variables evaluadas, altura del pasto pangola (cm), cobertura (cm), radiación interceptada (cm) peso verde final (kg), se aplicó al establecimiento herbicida Picloram+2, 4-D, se evaluó la estación de invierno (21 de diciembre 2022 al 20 de marzo del 2023), en los resultados obtenidos en las variantes evaluadas, en el que la cobertura superior fue la densidad D3 y fertilización 4 en las tres primeras fechas, en la variable de altura de igual manera el tratamiento 1 en las primeras tres fechas fue superior con la fertilización 4, en peso verde el tratamiento tres fue superior en las cuatro fechas, así como la radiación interceptada el tratamiento tres resulto superior en las cuatro fechas. Por lo tanto, se concluye que, a cantidades suficientes de aplicación de fuente nitrogenada y densidad de siembra de siembra, el resultado será más beneficioso.

Palabras clave: Pasto, Pangola, Densidad, Fertilización

INTRODUCCIÓN

La adecuada producción de forraje se asocia con la época de lluvia, en la cual el ganado lo aprovecha, estos también se consumen en sequía, cuando disminuye la condición corporal y la producción de leche en los animales, todo ganadero busca mantener las condiciones óptimas del ganado durante todo el año, la forma correcta de almacenar forraje es a través de métodos como la henificación y ensilaje que permiten aprovechar los nutrientes de estos durante los periodos de escasez alimenticia (Callejo Ramos, 2017). La producción de forrajes en México es estacional, debido a que la precipitación pluvial es limitada y disminuye de forma marcada durante las épocas de norte y sequías, las cuales van de noviembre a mayo, esta disminución de forrajes se refleja en la pérdida de peso en el ganado y durante el abastecimiento de producción lechera, lo cual influye de manera drástica en la economía de los productores (Juárez-Hernández & Bolaños Aguilar, 2007).

Con la henificación, el forraje verde se convierte en forraje seco y se ofrece a los animales en pacas, después de cortar los forrajes, estos se colocan a la luz solar donde pierden entre el 75 y 85% de agua, para posteriormente transformarse en pacas que se almacenan en lugares con baja humedad y buena ventilación, uno de los principales problemas para conservar en buenas condiciones los forrajes son los constantes cambios climáticos (Murillo-Benavides, 2013); el heno se considera como un alimento perecedero que se puede almacenar de forma segura y trasladar sin temor a que se deteriore, este método reduce la humedad del forraje de 70 -

90% a un 20 - 25%, esté en condiciones óptimas puede llegar a sustituir 4 kg de pasto verde y se puede consumir como suplemento para los animales que disponen de escaso forraje, la henificación se debe realizar de manera que el forraje no se decolore, no pierdan sus elementos nutritivos y tenga una mínima pérdidas de hojas, este proporciona una parte considerable de la energía y de otros elementos esenciales para el ganado a mucho menor costo que los alimentos concentrados (Suttie, 2003); la henificación un alto valor nutrimental, palatabilidad para el ganado, facilidad de transporte y almacenamiento, garantiza un buen desarrollo de los animales que consuman el heno; a su vez, la calidad del heno se define por las siguientes características: aroma agradable, color entre verde claro y verde oscuro, ausencia de moho, buena proporción de materia seca (Callejo Ramos, 2017); Enríquez Quiroz *et al.*, (2011) señalan que esta gramínea exige humedad, sin embargo, resiste perfectamente a las sequías, pues sus tallos forman una capa de 0.20 m de espesor sobre el suelo, lo cual hace que se conserve la humedad durante las épocas de estiaje; este pasto también se adapta a diferentes suelos, desde arenosos ha arcillosos; sin embargo, no tolera el exceso de carga de agua, aunque puede soportar periodos de inundación, siempre y cuando estos sean cortos y que el agua no lo cubra completamente.

Algunas de las características más importantes del pasto pangola son:

- Es una gramínea que produce un pasto de excelente calidad en cualquier época y mes del año.

- Cuando se aplican abonos y agua responde de manera inmediata con un buen crecimiento y desarrollo.
- Resiste a las épocas de sequías y al pisoteo de los bovinos.
- Crece de inmediato después de la cosecha.
- Los animales pueden consumirlo en cualquier estado de crecimiento.
- El ganado bovino que consume este forraje engorda más rápido y la producción de carne y leche resulta un poco más económica (Meléndez, 2012).

1.1 OBJETIVO

Producir y Evaluar Pasto Pangola en un suelo ácido

1.2 HIPÓTESIS

Es posible obtener producción de pasto pangola en un suelo ácido

Al menos un tratamiento resultara óptimo en la producción de el pasto pangola en un suelo ácido

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Historia del pasto pangola (*Digitaria decumbens*)

El pasto pangola es originario de Sudáfrica y en 1935 se dio a conocer en Estados Unidos, en 1955 se introdujo en el municipio de Cotaxtla, Veracruz y desde entonces es una de las principales gramíneas utilizadas, debido a su crecimiento y rendimiento, en las zonas tropicales del Estado de Veracruz existen alrededor de 500 mil hectáreas sembradas con pasto pangola y esta cifra aumenta cada año (Vázquez Sandoval, 2020); el pangola tiene un excelente desarrollo en las zonas tropicales de América Latina; actualmente, se considera una de las mejores gramíneas forrajeras para la producción de leche, por lo cual se siembra en gran parte del mundo (Enríquez Quiroz et al., 2011), cita que el zacate Pangola es originario de la zona tropical de África del sur, donde crece en lugares bajos y húmedos, pero no expuestos a inundaciones (Córdoba 1978), perenne, de crecimiento bajo, estolonífero, de tallos y hojas suaves, se produce desde 0-1000 msnm, en precipitaciones mínimas de 800 mm en adelante, sobre suelos arcillosos, profundos y fértiles, sufre con bajas temperaturas y sequía, tolera el anegado, su semilla no es fértil, su propagación se realiza a base de cepas o estolones, soporta bien el pastoreo y reacciona perfectamente a la fertilización nitrogenada (Havard-Duclos, 1975).

El Pasto Pangola (*Digitaria decumbens*) según la Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería (1998) “Es una planta perenne, procedente de Transvaal, en el sur de África, que crece en áreas de clima tropical y subtropical y produce estolones y unos tallos finos de hasta 2 m de longitud, cilíndricos, ramificados y de

color rojizo”, es una gramínea de crecimiento rastrero, los tallos son erectos y pueden crecer hasta 60 centímetros de altura o más, crece mejor en suelos húmedos, fértiles y bien drenados, con una precipitación superior a los 800 mm, funciona como una excelente herramienta para el pastoreo directo y henificado, en épocas de poca lluvia los ganaderos requieren forrajes, pueden optar por producir heno con pangola; por lo general, el desarrollo de una pradera con este pasto no suele ser complicado, pues no suele presentar problemas como otras especies de pastos, cuando se sobrecarga con ganado bovino un pastizal, desaparece; sin embargo, con pangola este no es el caso, es de las gramíneas que más soportan las sequías y de los que mejor se desarrollan, además de su alto contenido nutricional (Gusmão Filho et al. 2020); esta es una especie perenne de crecimiento rastrero que normalmente llega a crecer hasta 120 cm, sus hojas tienen forma de lanza y llegan a medir de 10 a 25 cm de altura con 2 a 7 milímetros de ancho, puede desarrollarse en suelos húmedos, pero prefiere los suelos fértiles y profundos, como los aluviales con el manejo correcto, la aplicación de 5 riegos y el uso de fertilizantes, el pasto pangola alcanza a producir entre 28 y 30 toneladas de materia seca por hectárea; sin embargo, en lugares donde hay escasez de agua estas cifras pueden ser menores, es decir, el rendimiento podría estar entre 9-12 toneladas por hectárea al año; por ello, para el ganado bovino, ya sea para carne o para leche, se considera como una excelente fuente de forraje debido a que se estima permite alcanzar producciones de leche hasta de 6,000 litros y obtener cantidades de hasta una tonelada de carne (Meza *et al.*, 1989).

2.2 Importancia económica

La ganadería extensiva en México es un sistema de producción que se desarrolla en millones de hectáreas y tiene como principal objetivo el aprovechar de manera eficiente los recursos del país de manera sostenible y sustentable mediante el pastoreo para producir productos como carne y/o leche del ganado podrá ser rentable (Mora *et al.*, 2019), no obstante, la producción de leche y carne en la actualidad enfrenta serios problemas, como el cambio climático, ya que ello ocasiona que los animales no tengan un correcto desarrollo o el crecimiento esperado; de igual forma, estos factores afectan la producción de forrajes, la cual es la principal fuente alimenticia en este sistema y ello ocasiona que no se cubran las necesidades nutricionales de los animales (Toral *et al.*, 2021), de acuerdo con Ramos *et al.* (2021), los pastos y forrajes constituyen la principal fuente alimenticia para el ganado, si se manejan de forma correcta llegan a tener buen rendimiento y calidad y son capaces de cubrir la demanda que requieren los bovinos diariamente, de acuerdo con datos arrojados el Estado de Veracruz los pastos y forrajes contribuyen al 90% de la dieta del ganado sin embargo, existen algunas limitantes que influyen en la reproducción de estos animales, como el estrés calórico, estacionalidad de la producción de forraje y disponibilidad de materia seca, estos factores afectan de gran manera debido a que la actividad ganadera no puede tener un desarrollo productivo óptimo en esta zona. En México la ganadería se realiza en todo el país, sin embargo, tiene mayor relevancia en las zonas tropicales secas y húmedas, en donde se producen grandes cantidades de carne y leche, la cual representa el 40% y 18% de la producción del territorio mexicano, donde existen alrededor de 56 millones de hectáreas de las cuales 23 millones son utilizadas para

el pastoreo, en estas regiones la principal fuente alimenticia del ganado son los forrajes que se producen en las praderas, así el medio más económico para transformar a las gramíneas en alimentos de buena calidad (Esqueda y Tosquy, 2007)

Las actividades que realizan para sembrar el pasto pangola, el 53% de los productores mencionó que ellos preparan la tierra, rastrean, tiran el material vegetativo y rastrillan de nuevo; un 31% prepara la tierra, siembra el material vegetativo y mantiene el cultivo libre de plagas y malezas; por último, un 16% prepara la tierra, riega el material vegetativo y le proporciona el agua que requiere, las actividades que se realizan para la siembra de este zacate son: rastreo, barbecho, corte de zacate, corte del material vegetativo, costo del material vegetativo, acarreo, tapado del zacate, fertilización y control de plaga

2.4Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Poales

Familia: Poaceae

Género: Digitaria

Especie: D. decumbens

Nombre binomial *Digitaria eriantha*

2.5 Origen.

El pasto Pangola (*Digitaria eriantha*) es una planta originaria de África, (Tikam *et al.*, 2013), , en este continente, se distribuye en varias regiones tales como Angola, Zimbabue, Mozambique, Namibia, Esuatini, Lesotho y es dominante en toda Sudáfrica (Nyeleti & Mashau, 2020), fue introducida a Estados Unidos en 1935 donde la Estación Experimental Agrícola de Gainesville desarrollo variedades de uso comercial (Tikam *et al.*, 2013), desde entonces, se ha cultivado en una amplia cantidad de países de América, Oceanía y Asia (Tikam *et al.*, 2013). En México se introdujo por la FAO al estado de Veracruz en 1953 procedente de Costa Rica y en 1955 se regaló una muestra para iniciar la investigación en el Campo Cotaxtla, en Veracruz, Ramos, (1966) su cultivo se desarrolla actualmente en Campeche, Chiapas, Nayarit, Querétaro, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; CONABIO, 2012; Ortega-S *et al.*, 2013), de forma natural, el pasto crece en suelos arenosos y gravosos en zonas con precipitaciones que oscilan entre 700 y 4000 mm por año, temperaturas de 15.9 a 27.8 °C y pH del suelo de 4.3 a 8.5 (Nyeleti y Mashau, 2020), es una planta tolerante a sequía, sin embargo, la escasez de lluvia por tiempos prolongados es un factor que limita su rendimiento (Nyeleti y Mashau, 2020), los superiores rendimientos de materia seca se han registrado en cultivos a sol pleno con suelo húmedo y con un buen drenaje (Nyeleti y Mashau, 2020), fuera de su zona de origen, tiene un buen desarrollo desde los 0 a 1200 msnm, con una precipitación media de 800 mm por año y suelo con fertilidad media-

alta, textura franca-arcillosa y acidez ligera (Enríquez-Quiroz, *et al.*, 2011), además, es una planta perenne estolonífera con culmos de hasta 120 cm de altura y estolones de hasta 6 m (Tikam *et al.*, 2013; SEINet, 2023), las hojas son linear lanceoladas a lineales de 10 a 25 cm de largo y de 2 a 7 cm de ancho.

2.6 Inflorescencia

La inflorescencia está formada de tres a seis espigas de 13 cm de longitud, dispuestas en la madurez en forma de dedos de una mano, está situada al extremo de un largo pedúnculo, las espiguillas que constituyen las espigas tienen un tamaño de 2.5 a 3 mm y son glabras (sin pelos) (Robles, 1981); la inflorescencia es de tipo panícula terminal con 3 a 15 ramificaciones primarias racimosas, digitadas o con raquis de hasta 3 cm que presentan espiguillas en pares sobre pedicelos desiguales (CONABIO, 2012), las espiguillas son homomórficas de 2.8 a 3.5 mm de largo, estrechamente lanceoladas o elípticas (CONABIO, 2012), presenta glumas inferiores de 0.3 a 0.5 mm sin nerviaciones agudas y las superiores de 1.7 a 1.9 mm lanoso- (CONABIO, 2012), la apariencia de las espiguillas puede variar considerablemente con la longitud de la pubescencia, los de la subespecie *pentzii* suelen ser más largos (SEINet, 2023), los tallos productores de semilla producen ramificaciones, pero pocas semillas viables, se considera que las ramas inflorescentes cargan flores con menos de 0.001% de semillas viables (Robles, 1981); las raíces son ramificadas y profundas, aproximadamente tres cuartas partes de la raíz están en los primeros 30 cm del suelo, con menos del 10% de su raíz abajo de los 60 cm de profundidad del suelo, tiene una alta proporción de finas raíces y las mismas tienen un alto peso en conjunto (Robles, 1981).

2.7 Usos del pasto pangola

El principal uso que tiene el pasto pangola es el pastoreo rotacional, el cual se basa en dejarlo descansar durante 25 días aproximadamente; normalmente, una hectárea puede cargarse con tres animales, aunque ello depende de la época del año de la humedad, se puede usar también como pasto de corte e incluso como ensilaje o heno, este se utiliza para controlar todos aquellos suelos que no cuentan con muchos nutrientes, por lo que la implementación de pangola es una buena alternativa alimenticia que permite mantener sano y fuerte al ganado a través de un desarrollo sostenible; a diferencia de otros pastizales, 100 gramos de pangola contienen 91% de materia orgánica, 6.75% de proteína, 1.76% de grasa, 0.32% de calcio, 0.25% de fósforo. y 33.93 de fibra (Almaraz-Buendía *et al.*, 2019); también se puede utilizar como pasto de corte, e incluso los excedentes se pueden conservar en forma de Ensilaje y Heno; además, esta especie es utilizada para el control de la erosión del suelo gracias a que sus estolones se extienden hasta formar un césped denso y superficial que cubre el suelo. Principalmente es usado como forraje fresco, ensilado o henificado para la alimentación animal (SEINet, 2023), se utiliza para el pastoreo en verano, mientras que el heno ha sido utilizado en invierno para la alimentación de caballos, vacas y vacunos (Nyeleti y Mashau, 2020, Tikam *et al.*, 2013); se ha demostrado que esta especie puede servir para controlar la erosión del suelo o como una buena cobertura para beneficio de este (Nyeleti y Mashau, 2020). Además, soporta un pastoreo intenso, tiene un buen crecimiento, se adapta bien al riego y tiene un alto contenido en proteína bruta (10-15%) (Hsu *et al.*, 2023; Jana *et al.*, 2022; Prapaiwong *et al.*, 2022); posee un alto índice foliar, además de un elevado valor nutritivo y buena digestibilidad; el valor nutritivo es escaso cuando

los tallos se han alargado, por lo que se recomienda el aprovechamiento a un máximo de 30 cms de largo, la fertilización nitrogenada y el pastoreo en rotación mejoran mucho el valor nutritivo.

2.8 Temperatura.

Jones (1982), señala que la temperatura óptima para el crecimiento de las gramíneas tropicales es, generalmente, 35°C, la máxima es de 40°C a 45°C y la mínima de 6 a 15°C, por debajo de la cual el crecimiento es muy lento o se suspende. Además, que el estrés debido a las temperaturas bajas es más frecuente que el debido a las temperaturas altas, cuando se trata de forrajes tropicales. Asimismo la exposición, tanto a altas temperaturas como a una duración decreciente del día, da como resultado una baja resistencia a las heladas en la mayoría de las especies tropicales, que son incapaces de adaptarse a estas condiciones extremas (Ludlow, 1980), citado por Jones (1982).

2.9 Agua

La mayoría de los pastos están sometidos en forma natural a la escasez de agua en alguna época del año, fenómeno que afecta su potencial de producción, el grado de escasez de humedad no depende solamente de la precipitación pluvial anual, sino de la distribución que tenga en el año y su relación con la demanda de evaporación, las características de suelo y el patrón de enraizamiento de cada especie forrajera, estos factores determinan la cantidad de agua disponible que puede ser transpirada, dicho fenómeno está relacionado con el rendimiento (Jones, 1982).

2.10 Luz

Jones (1982), señaló que para estudiar el efecto de la luz sobre las plantas existen dos factores a considerar que son: la cantidad de radiación solar recibida y la duración del día; bajo condiciones favorables, el rendimiento de forraje durante el año debería estar relacionado con la radiación solar que incide sobre el cultivo (Jones et al, 1982); cuando no existen limitantes, la producción de forraje se refleja en las variaciones del rendimiento de acuerdo con la cantidad de radiación solar recibida, siempre y cuando las plantas puedan mantener la demanda de radiación impuesta por el régimen de radiación (Blunt y Jones, 1982).

2.11 Análisis del suelo y preparación del terreno para la siembra.

El análisis de suelo para el cultivo de pasto Pangola es una herramienta de diagnóstico que permite conocer la cantidad y disponibilidad de nutrientes, su implementación permite establecer un diagnóstico y a partir de ahí, implementar programas de mejoramiento de suelo, en el análisis es indispensable conocer y la concentración de nutrientes (principalmente nitrógeno, fósforo y potasio) y determinar los parámetros que indican su disponibilidad como la salinidad, pH, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de cationes de cambio (Ponce-García *et al.*, 2022).

2.12 Suelo

El Pangola crece bien en una variedad de suelos, desde los arenosos como la mayoría de los suelos de sabana, hasta los arcillosos y suelos pesados, alcanza mejor desarrollo en los suelos franco-arenosos y franco-arcillosos, sobre todo bien drenados, pues el pasto no tolera excesos de humedad.; por otro lado, para el

cultivo de pasto Pangola, es necesario realizar labores de labranza primaria (chapeo, barbecho, rastreo y surcado), el objetivo de estas es eliminar la vegetación presente y de forma secundaria mejorar las condiciones físicas del suelo (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.12.1 Limpieza del terreno.

Consiste en retirar residuos de la cosecha anterior, eliminar arbustos y plantas perennes que se encuentran en el terreno de cultivo (INIFAP-CIRNE, 2001).

2.12.2 Roturación o barbecho.

Tiene el objetivo de favorecer la aireación y recuperación del suelo, controlar el crecimiento de malezas y plagas, reducir la erosión (Jana *et al.*, 2022), eliminar el nivel de compactación y favorecer el desarrollo del sistema radical (INIFAP-CIRNE, 2001).

2.12.3 Rastreo.

Se realiza para desmenuzar los terrones que quedan en el suelo después del barbecho, tiene la finalidad de disminuir el tamaño de los terrones en la capa superficial para facilitar la germinación de las semillas y la retención de humedad (INIFAP-CIRNE, 2001)

2.12.4 Surcado.

Consiste en marcar surcos o líneas de separación de 60 a 90 cm (para facilitar la siembra (INIFAP-CIRNE, 2001).

2.13 Elección del material vegetativo.

La mayoría de las plantas de Pangola no producen semillas viables, por lo cual su método de propagación más común es por estolones o “guias” (Tropical Forages, 2023), la edad del estolón es un factor primordial para el establecimiento, se recomienda utilizar material vegetativo con 2 o 3 meses de rebrote lo que coincide con los nudos que alcanzan una buena madurez (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011)

2.14 Época de siembra

La época adecuada para la siembra de praderas es durante el periodo de lluvias, cuando el temporal se encuentre bien establecido (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Ortega, 2012), la temporada óptima de siembra es en los meses de junio a octubre; en regiones donde hay lluvias en invierno, la siembra puede realizarse en un segundo periodo que va de octubre a enero, sin embargo, el crecimiento de las plantas puede ser más lento dadas a la baja radiación solar y temperatura (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011), por lo que la humedad del suelo es esencial el crecimiento de las plantas, en el caso del pasto Pangola que no produce semillas viables sino estolones será necesario revisar la disponibilidad del material vegetativo y de las condiciones climáticas adecuadas para su establecimiento.

2.15 Método de siembra

Existen tres métodos de siembra: esqueje, surcado y al voleo que describimos a continuación: La siembra con esqueje consiste en hacer un hoyo de 2 a 3 cm de profundidad con un esqueje en donde se deposita el material vegetativo y se tapa con tierra (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017), este tipo de siembra es recomendado cuando en el terreno de cultivo no se puede emplear maquinaria,

es decir, terrenos con pendientes pronunciadas o en suelos recién quemados (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017), se usa una palanca de madera puntiaguda en uno de sus extremos para introducir los estolones o esquejes en el suelo, específicamente para Pangola se recomienda una distancia de 50 cm entre plantas) para la siembra con espeque (Villanueva Avalos *et al.*, 2004).

La siembra en surcos consiste en marcar surcos o líneas con una separación de 60 a 90 cm (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017), el material vegetativo es depositado en el fondo de los surcos y se cubre con tierra (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017), este tipo de siembra sirve para mejorar el drenaje, conservar el agua o controlar la erosión del suelo (Callejas, O. D. J. R. 2022), también pueden facilitar la distribución uniforme de las semillas cuando se dispone de poca semilla para la siembra, cuando se tiene poca humedad en el terreno y cuando se dispone de maquinaria para la remoción de malezas; sin embargo, requiere mayor cantidad de mano de obra (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017).

La siembra al voleo consiste en esparcir el material vegetativo de forma uniforme sobre el terreno preparado (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017), los estolones se incorporan mediante un paso superficial de la rastra inmediatamente después de sembrados, lo que permite reducir la deshidratación de los estolones (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017), la siembra debe realizarse cuando el terreno tenga suficiente humedad (Peters *et al.*, 2010; Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011; Castrejón *et al.*, 2017)

2.16 Fertilización

Para determinar el nivel de fertilización se debe tener en cuenta los requerimientos del pasto Pangola y la fertilidad del suelo en el sitio de siembra (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011); en general, los pastos forrajeros requieren en el suelo de diferentes cantidades de macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) que le permiten el desarrollo de raíces, la resistencia al estrés y su crecimiento óptimo desde etapas tempranas, y de microelementos (hierro, manganeso, zinc, cobre, cobalto, molibdeno y boro) (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011), además de riboflavina para la producción de enzimas específicas (Dong & Beer, 2000); el Pangola es exigente en nitrógeno, fósforo y potasio, de tal manera que progresa bien en suelos más fértiles; en general, los suelos de sabanas son pobres en estos elementos; por lo tanto, para el establecimiento y mantenimiento de esta especie, debe considerarse el abonamiento del suelo con estos nutrimentos, la cantidad de estos elementos a incorporar al suelo dependerá, en todo caso, del análisis previo del mismo y de las recomendaciones técnicas de un asistente técnico. El pasto Pangola es tolerante a condiciones bajas de fertilidad o con pocos nutrientes, sin embargo, la productividad se ve comprometida (Tropical Forages, 2023), responde bien a la aplicación de nitrógeno en una proporción de 300 a 350 kg/ha. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.17 Dosificación

Se recomienda aplicar 22kg/ha de fósforo (50 kg de P_2O_5), 41.5 Kg/ha de potasio (50 kg de K_2O) y 20 kg/ha de magnesio y azufre, cuando no hay gramíneas asociadas al cultivo adicionalmente se aplican 100 kg/ha de nitrógeno (Peters *et al.*,

2010), esto debido a que ofrecen una serie de beneficios, como mejorar la calidad del suelo, aumentar la producción de forraje y proporcionar un hábitat diverso para la fauna beneficiosa, aunque su elección dependerá de la ubicación geográfica, el tipo de cultivo principal, los objetivos de producción y las condiciones del suelo, así como la compatibilidad de las especies, las necesidades de nutrientes (Ciria, 2020).

2.18 Tipos de malezas comunes

De acuerdo con Enríquez-Quiroz *et al.* (2011), en los potreros se pueden presentar los siguientes tipos de malezas:

Helechos.

Pteridium arachnoideum es considerado una maleza importante debido a su alta resistencia a patógenos, pobre palatabilidad para el ganado, efectos alelopáticos, alto potencial de propagación por esporas y rizomas y su resistencia a condiciones climáticas extremas e incendios. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

Malezas de hoja angosta

En este grupo se encuentran gramíneas, ciperáceas y tifáceas. Este tipo de malezas es difícil de controlar por medio de control químico, debido a su proximidad morfológica y fisiológica con el pasto Pangola y a sus sistemas de propagación (sexual y asexual). Algunas de las más comunes son *Paspalum virgatum*, *Andropogon bicornis*, *Botriochloa pertusa*, *Cyperus* spp., *Scleria pterota*, *Scirpus* spp. y *Typha* spp. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

Malezas de hoja ancha

La mayoría de estas malezas se caracteriza por ser plantas anuales y son muy fáciles de controlar con herbicidas selectivos(Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

Malezas arbustivas.

Son plantas perennes y bianuales dicotiledóneas, que por su sistema radical profundo son muy difíciles de controlar. Pueden formar poblaciones densas que reducen el crecimiento del pasto por su sombra. Destacan *Mimosa pigra*, *Mimosa albida*, *Acacia* spp., *Solanum* spp. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.19 Control de malezas

Si bien el control de malezas es una práctica muy común en el cultivo de pastos, la prevención ayuda a minimizar la presencia de estas plantas no deseadas, la prevención consiste en evitar o reducir la germinación de malezas mediante la preparación adecuada del terreno, el uso de pastos apropiados para la región, la siembra a una densidad recomendada, la limpieza con maquinaria y el no uso de abono de origen animal (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011), los principales métodos de este control de acuerdo con Enríquez-Quiroz *et al.* (2011) son los siguientes:

2.19.1 Quemadas controladas

Consiste en realizar una quema planificada con la finalidad de controlar el brote de malezas, eliminar el material lignificado, reducir la presencia de plagas e

incrementar el contenido de fósforo, nitrógeno, calcio y potasio en el suelo.(Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.19.2 Control biológico

Se ha demostrado la eficacia en el control de pasto buffel mediante el pastoreo con ovinos o la aplicación de Mulch (un mantillo) alrededor de las plantas para suprimir el crecimiento de malezas al bloquear la luz solar y reducir la germinación de semillas. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.20.3 Control manual o mecánico

Se suele realizar mediante deshierbas con machete o azadón, debe realizarse antes de que las plantas florezcan para aumentar su eficiencia, si las condiciones del terreno lo permiten, es posible realizar el control mecánico con el uso de una chapeadora; ambos métodos son más eficientes para el control de malezas de hoja ancha, aunque existe el riesgo de eliminar el pasto cultivado. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.19.4 Control químico

Para su aplicación, es indispensable conocer el tipo de maleza que se desea para eliminar para seleccionar el herbicida adecuado, la calibración de los equipos, el cálculo de dosis apropiadas y su aplicación en la época idónea son condiciones indispensables para considerar y de acuerdo con los lineamientos y seguridad del

proveedor, se puede aplicar herbicidas como Picloram + 2, 4-D amina, en dosis de 1, 2 litros, dependiendo del tamaño de la maleza. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.20 Enfermedades y plagas

En el trópico existen muchas plagas y enfermedades que causan daños a los pastos, y que contribuyen a la degradación de las praderas, las plagas generan disminución del rendimiento del forraje y muerte de las plantas, se crean áreas abiertas que son invadidas por malezas (Martínez, 2015), las principales plagas del pasto Pangola (*D. eriantha*), que se encuentran con el salivazo o mosca pinta (*Aeneolamia contigua* o *A. postica*) y el falso medidor (*Mocis latipes*) (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

A. contigua son insectos succionadores de la savia del xilema, son simpátricas y habitan en tierras bajas sobre caña de azúcar y pastos forrajeros para el ganado (Armendáriz-Toledano *et al.*, 2022)

M. latipes es un insecto plaga lepidóptero que devora pastos, avena, algodón, soya, trigo, maíz, sorgo, alfalfa, caña de azúcar, arroz y otras plantas silvestres (Guzmán-López *et al.*, 2022).

2.20.1 Enfermedades

Roya *Puccinia grains*. La roya afecta al pasto Pangola, produce lesiones en las hojas que posteriormente forman póstulas que contienen uredosporas, y generalmente son de color café oscuro. Senasica. (2019).

Aplicaciones de Clorotalonil, repetir a intervalos de 4 a 7 días o cuando sea necesario para mantener el control, a razón de 1.75 a 2.5 litros ha⁻¹, no permita que el ganado pastoree en campos tratados, no ensilar o empacar el pasto tratado ni lo use como forraje. Senasica. (2019).

2.20.2 Plagas.

Las principales plagas del pasto Pangola (*D. eriantha*), falso medidor (*Mocis latipes*), (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011) y gusano soldado (*Spodoptera exigua*).

Control del falso medidor. Se recomienda tomar acción cuando se presentan más de 20 gusanos por metro cuadrado. El pastoreo intensivo ofrece un control mecánico debido al consumo del follaje y el pisoteo que los animales ejercen sobre las larvas. Alternativamente, se puede realizar un rastreo de la pradera, con la intención de crear áreas abiertas con mayor ingreso de luz. Se recomienda el control biológico mediante la liberación de la avispa *Trichogramma minutum* (Márquez *et al.*, 2020) que se encarga de parasitar las larvas del falso medidor inhibiendo su reproducción. Se deben realizar liberación de 5000 a 15000 huevecillos de esta avispa por hectárea, dependiendo del nivel de infestación del falso medidor. El control químico puede realizarse después del control cultural, en circunstancias donde existan más de 15 gusanos por metro cuadrado. (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

Gusano soldado (*Spodoptera exigua*) Origen y descripción. En muchas zonas existen dos especies de gusanos soldados o cogolleros que son plaga de pastos. el huevo del gusano soldado es de color blanco cremoso y tiene forma de cúpula

con una base aplanada que se curva para formar un ápice ampliamente redondeado. Estos regularmente se posan en masas de 50 o más en las láminas de las hojas inferiores, principalmente en áreas de buen crecimiento del pasto y tienen escamas grises que se asemejan a tener pelaje (Loftin *et al.*, 2022).

Control del gusano soldado. Se deben considerar el tamaño de las orugas y la madurez del cultivo, antes de realizar una aplicación de insecticida, por lo que otra opción puede ser cortar y empaca el pasto antes de aplicar el insecticida, además se debe de monitorear cada cierto tiempo y realizar el conteo de la plaga o esperar que los enemigos naturales de este gusano lo puedan depredar (Loftin *et al.*, 2022; López *et al.*, 2022).

2.21 Periodos de corte

El corte debe ser realizado cuando el pasto alcanza alturas de 35 a 40 cm, en intervalo de 60 días para alcanzar un rendimiento adecuado de acuerdo con los lineamientos establecidos por especialista (Tikam *et al.*, 2013).

2.22 Henificación o ensilado

El pasto Pangola puede ser cosechado para ser henificado o ensilado y deben usarse las herramientas disponibles ya sea segadora manual o maquinaria agrícola. El proceso de henificación de preferencia debe realizarse con maquinaria agrícola, dada su facilidad. El tamaño de las pacas dependerá de la maquinaria utilizada y de los requerimientos del mercado (Murillo, 2013). Es preciso que las pacas se dejen reposar en el campo para la pérdida de humedad, que debe oscilar entre 15 a 20% para poder ser utilizadas en la alimentación animal (Murillo, 2013). El proceso de

henificado es descrito por Enríquez-Quiroz *et al.* (2011) y consiste en los siguientes pasos:

1. Cosechar el forraje entre los 50 y 70 días a una altura de 5 cm por encima del suelo.
2. Secar el forraje cortado en el campo, procurando voltearlo una o dos veces al día. Dependiendo del tiempo atmosférico, el secado puede durar de uno a tres días.
3. Empacar para su almacenaje y conservación cuando la humedad esté entre el 15 a 20%. Es preferible realizar esta actividad por la mañana o entrada la tarde, ya que la textura blanda del forraje en estos momentos facilita su manejo.
4. Almacenar las pacas o heno a granel en un lugar seco y techado para evitar la humedad y proliferación de hongos.

Cuando se realiza el proceso de ensilaje, es recomendable cosechar el pasto con una humedad de 65 a 70 % y proceder con extremo cuidado para prevenir su deterioro cuando se encuentra en el silo (Vendramini *et al.*, 2018). La ventaja de este proceso es que se conservan una gran proporción de los nutrientes del forraje, puede ser realizado en días con poca lluvia y es altamente satisfactorio por el ganado (Enríquez-Quiroz *et al.*, 2011).

2.22.1 Ensilado

El proceso de ensilado es descrito por Enríquez-Quiroz *et al.* (2011) y consiste en los siguientes pasos:

1. El forraje debe ser cosechado con un máximo de 70% de humedad, esto evita el escurrimiento y proliferación de micotoxinas. Forrajes cosechados por del 60% de humedad producen ensilados con muy baja digestibilidad.
2. El forraje debe picarse con una picadora o molino de martillos para obtener trozos de 2 a 3 centímetros. Esto permite el apisonado y una buena fermentación.
3. El forraje debe ser compactado durante las dos horas siguientes para minimizar la pérdida de nutrientes. Se debe colocar las capas de 20 centímetros y ser compactado por un tractor en cada capa.
4. Tapar el silo con un plástico de al menos 6 milímetros de grosor para disminuir la permeabilidad del oxígeno. Las orillas se sellan con tierra. El forraje puede proporcionarse a los animales después de 21 días. El ensilado debe tener un color verde pálido, un olor ácido agradable y no tener indicios de putrefacción.

2.23 Comercialización

El precio de venta de las pacas de pangola varía con el año. En la época de sequía (de enero a julio), se venden más pacas de heno; por el contrario, es la 16 época de lluvia (de julio a diciembre) casi no se venden pacas. En opinión de 60% de los productores, las sequias tienen gran impacto en este municipio y los pastizales se ven muy afectados; el restante 40% considera el impacto de la sequía como regular. Los productos que más se venden en el municipio de Jamapa son las pacas de pangola y el silo de maíz, debido a sus grandes aportes nutricionales. Cárdenas (2022) encontró que, en el área de estudio de este trabajo, la paca de Digitaria

decumbens era la más utilizada por los productores. En época de sequía, el 50% de los productores las vende a \$60; el 40% las expende a \$70 y el 10% las comercializa a \$50. En contraste, el precio de venta de las pacas de pangola de julio a diciembre es de \$45-\$55, debido a que casi no hay ventas y ello hace que disminuyan los precios en esos meses.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Locación Geográfica del Área Experimental

El presente experimento se realizó en Juan Rodríguez Clara, Veracruz, México coordenadas geográficas 18° 00 6.1 LN y 95° 24 1.7 LO, altitud de 133 m. García (2004)

3.2 Características del Área Experimental

3.3 Clima. El clima cálido subhúmedo de temperatura media de 24.5° C. García (2004)

3.4 Precipitación. Media anual de 1100 mm. (Tosquy-Valle *et al*, 2020).

3.5 Suelo. Tipo de suelo, Cambisol dístico, pH fuertemente ácido. (Tosquy-Valle *et al*, 2020).

Se estableció el pasto pangola (*Digitaria eriantha*), en un terreno de 432 m² de superficie, con fecha de siembra, 15 de octubre del 2021, realizando dos pases de rastra antes. Se aplicó al establecimiento herbicida Picloram+2, 4-D, para controlar la maleza y no le hiciera competencia. Además de obtener datos de precipitación con un pluviómetro manual y temperaturas máxima y mínimas (°C). Se evaluó la estación de invierno (21 de diciembre 2022 al 20 de marzo del 2023), con las variables evaluadas:

1. Altura(cm) de la planta.
2. Cobertura (cm)
3. Radiación interceptada (cm)
4. Peso verde (kg) de las pacas de pasto pangola.

Altura de planta (AP), esta se midió cada 15 días con una regla graduada en cm.

Cobertura (COB) con el método del cuadrante

Radiación interceptada (RI), se midió con una regla graduada de 1 m y 1 cm de precisión a partir de las 12:00 h, en posición perpendicular a nivel de suelo, donde la sombra que proyecta el pasto sobre la regla es la radiación interceptada por el dosel vegetal y por tanto, la luz incidente sobre la regla no existe intercepción

3.6 Análisis estadístico.

Se utilizó un diseño de parcelas divididas con un arreglo factorial de 3x5 con 3 repeticiones. Cada parcela grande fue de 9 x 16 m densidades de siembra (DS) y para dosis de fertilización nitrogenada (DFN) 9 x 3.4 m. Donde se consideró la parcela grande DS: (DS1= 1500, DS2=2000, DS3=2500) kg de semilla ha⁻¹.

Parcela chica dosis de fertilización DFN (DF1=0, DF2=100, DF3=200, DF4=300, DF5=50) kg ha⁻¹. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias (Tukey; p <0.05), por medio del paquete estadístico SAS (SAS, 2009).

3.7 Materiales

Regla graduada

Ceptometro

Bascula

Picadora o molino de martillos

Marcador

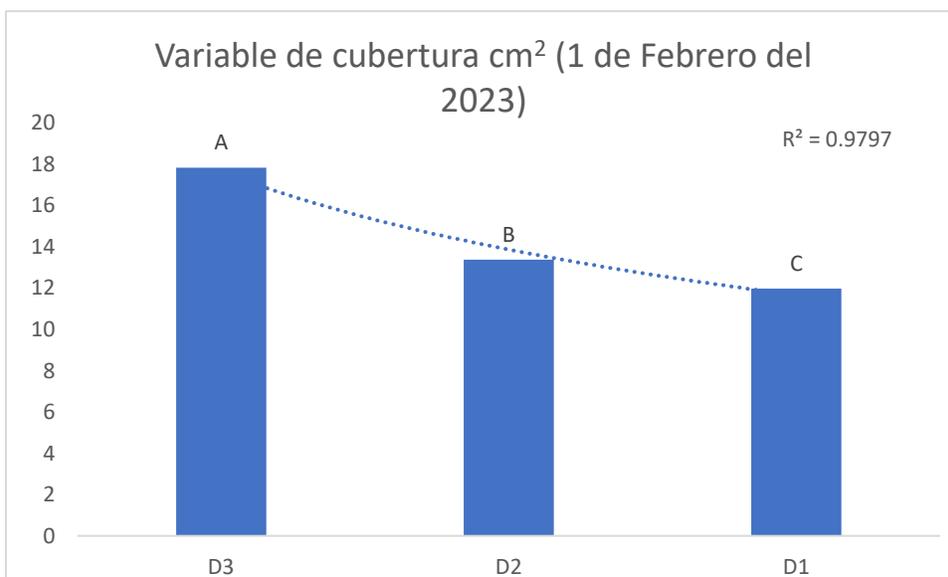
IV. RESULTADOS

4.1 Variable de cobertura de invierno (cm²)

CUADRO 1 ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA VARIABLE DE COBERTURA DE INVIERNO CM² (1 DE FEBRERO DEL 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr> F
Modelo	20	627.111111	31.355556	1.22	0.3167
Error	24	615.833333	25.659722		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 1 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm², se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento D3 fue superior en un 38% al tratamiento D2 y en un 50% al tratamiento D1 respectivamente.

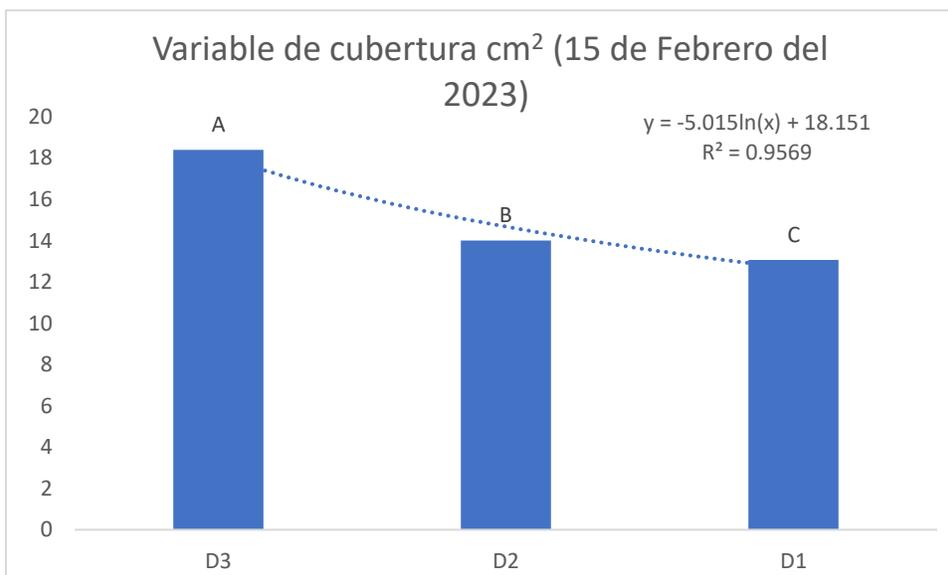


Grafica 1. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm² (1 de Febrero del 2023)

Cuadro 2. Análisis de varianza de la Variable de cobertura de invierno cm² (15 de Febrero del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	564.377778	28.218889	1.10	0.4111
Error	24	618.033333	25.751389		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 2 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm², se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento D3 fue superior en un 29% del tratamiento D2 y en un 38% al tratamiento D1 respectivamente.

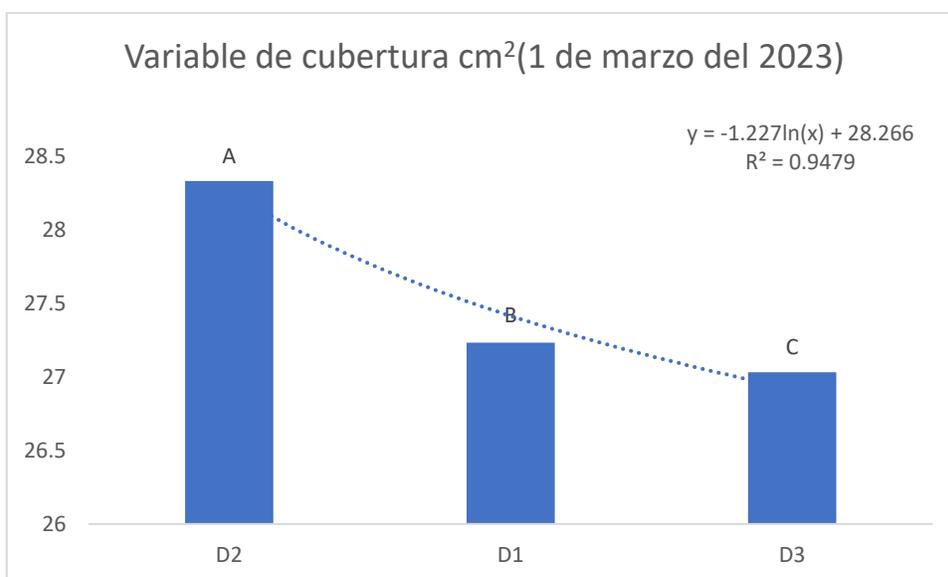


Gráfica 2. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm² (15 de Febrero del 2023)

Cuadro 3. Análisis de varianza de la Variable de cobertura de invierno cm^2 (1 de Marzo del 2023)

Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	F-Valor
Modelo	20	810.633333	40.531667	2.00	0.0533
Error	24	486.566667	20.273611		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 3 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento D2 fue superior en un 13% al tratamiento D3 y en un 13% al tratamiento D1 respectivamente

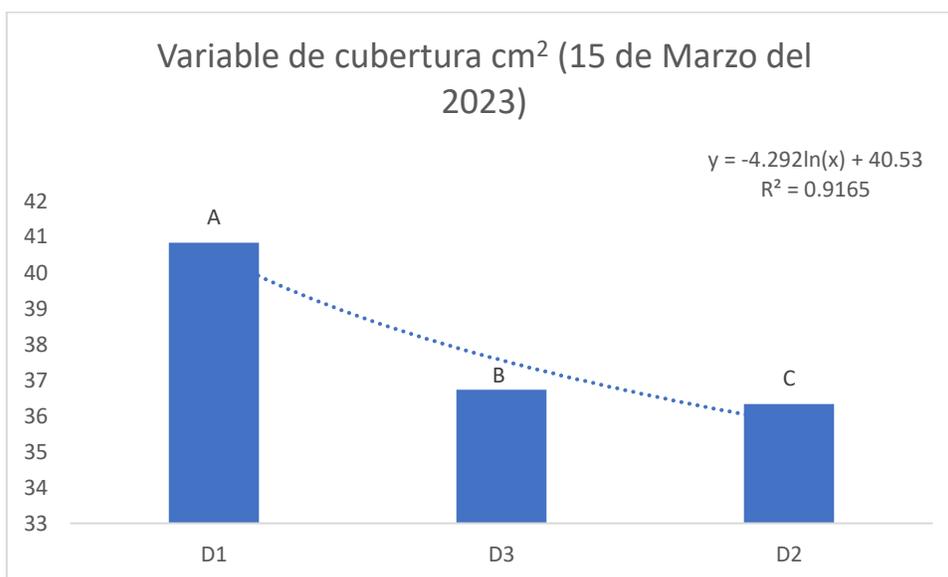


Grafica 3. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (1 de Marzo del 2023)

Cuadro 4. Análisis de varianza de la Variable de cobertura de invierno cm^2 (15 de Marzo del 2023)

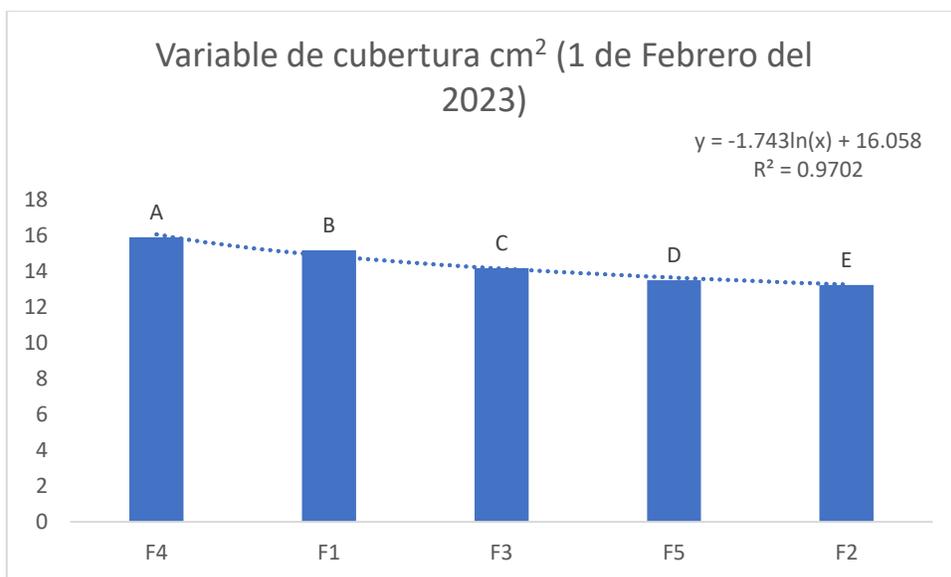
Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	3276.466667	163.823333	5.03	0.0001
Error	24	782.233333	32.593056		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 4 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento D1 fue superior en un 11% del tratamiento D2 y en un 11% al tratamiento D3 respectivamente no hubo diferencia .



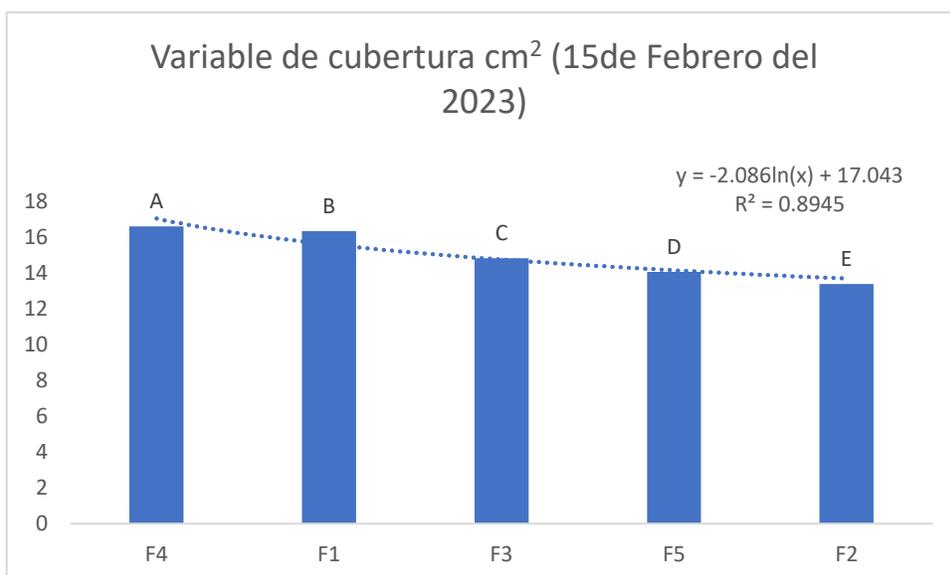
Grafica 4. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (15 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 1 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F4 fue superior en un 7% del tratamiento F1 y en un 38% al tratamiento F3 respectivamente.



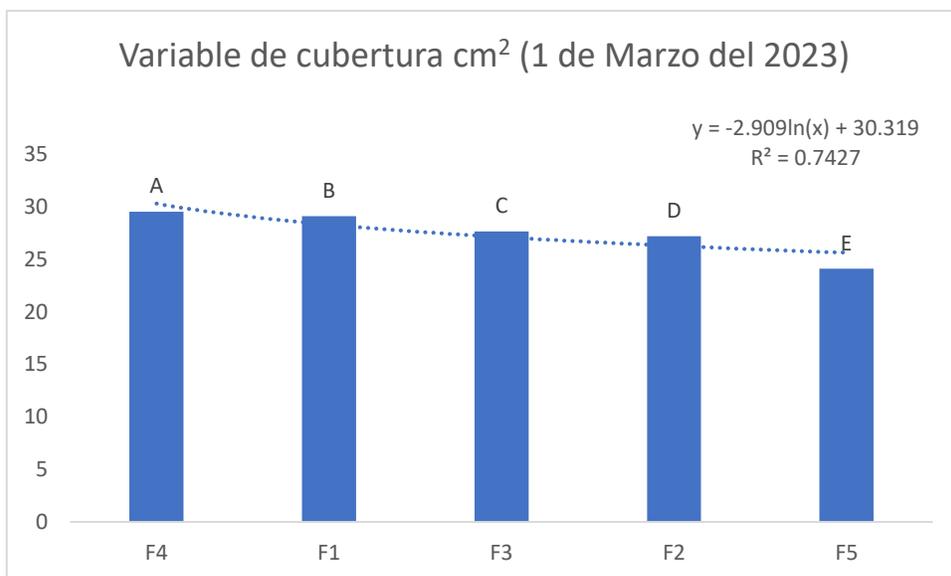
Gráfica 5. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (1 de Febrero del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 2 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F4 fue superior en un 29% del tratamiento F1 y en un 38% al tratamiento F3 respectivamente.



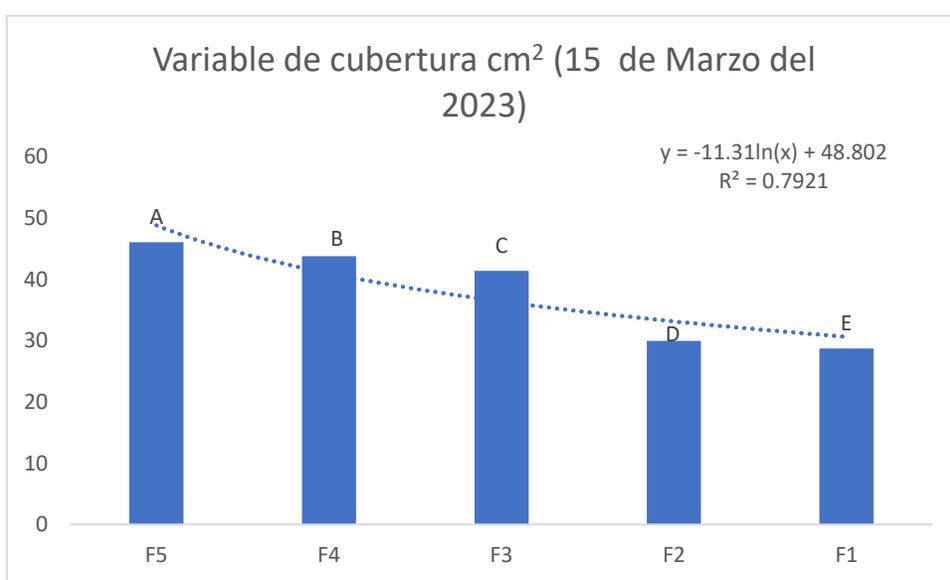
Grafica 6. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (15 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 3 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F4 fue superior en un 3% del tratamiento F1 y en un 3% al tratamiento F3 respectivamente.



Grafica 7. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (1 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 4 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F5 fue superior en un 2% del tratamiento F4 y en un 8% al tratamiento F3 respectivamente.



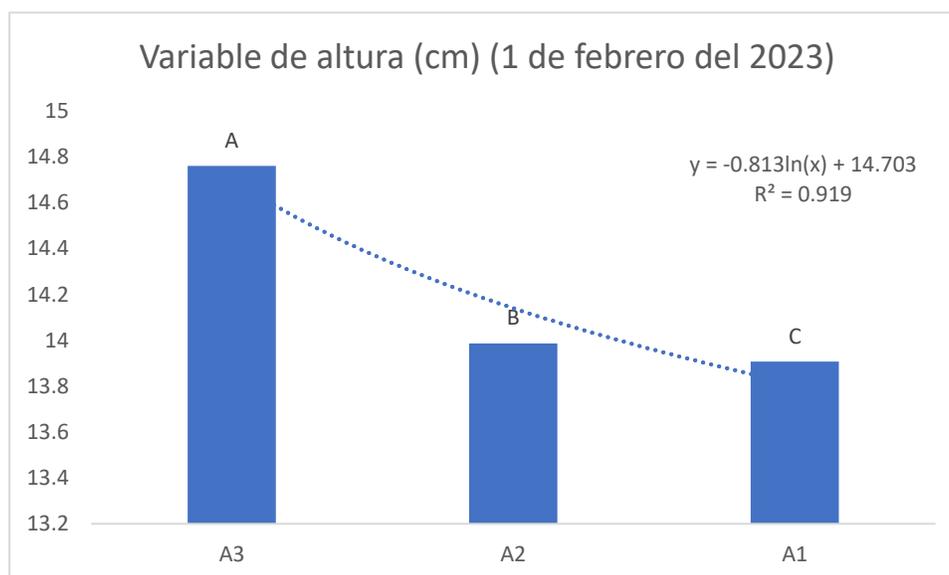
Gráfica 8. Agrupación de medias de la Variable de cobertura cm^2 (15 de Marzo del 2023)

4.2 Variable de altura (cm) invierno

Cuadro 5. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (1 de febrero del 2023)

Fuente	DF	cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	82.39511111	4.1197556	0.98	0.5092
Error	24	100.4306667	4.1846111		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 5 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm², se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento A1 fue superior en un 7% del tratamiento A2 y en un 7% al tratamiento A3 respectivamente.

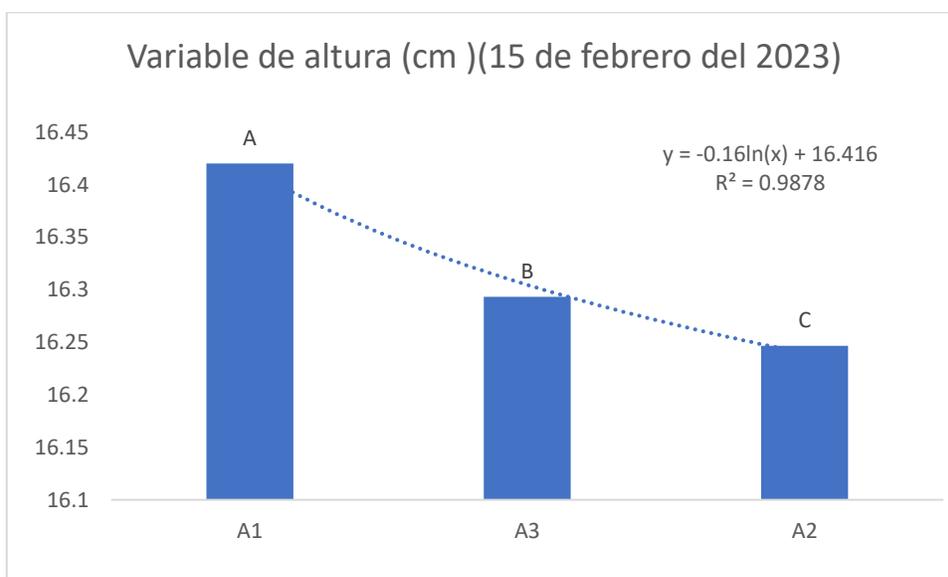


Gráfica 9. Agrupación de medias de la Variable de altura (cm) (1 de Febrero del 2023)

Cuadro 6. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (15 de Febrero del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	78.6786667	3.9339333	1.17	0.3535
Error	24	80.7133333	3.3630556		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 6 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm², se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento A1 fue superior en un 6% del tratamiento A3 y en un 6% al tratamiento A2 respectivamente.

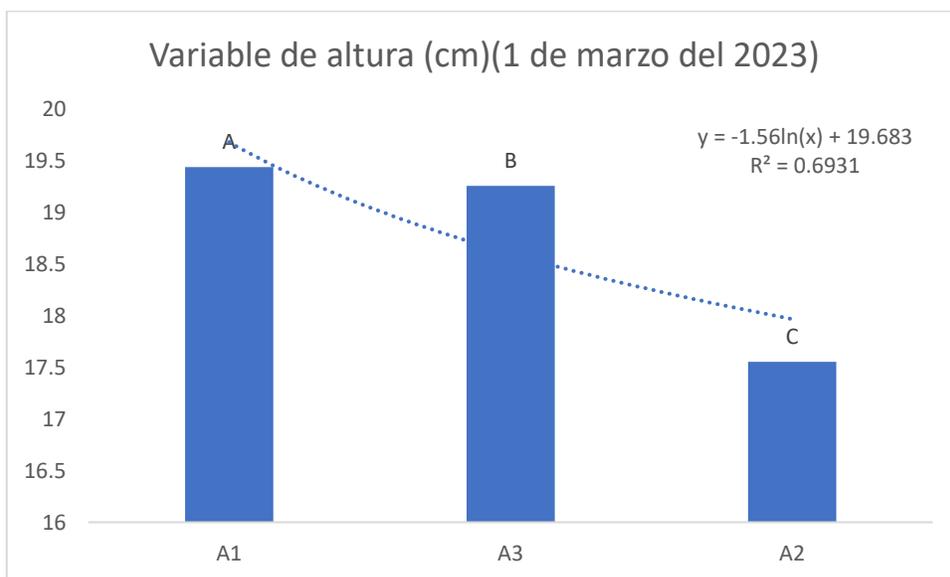


Grafica 10. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Febrero del 2023)

Cuadro 7. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (1 de Marzo del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	194.4017778	9.7200889	3.01	0.0055
Error	24	77.4106667	3.2254444		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 7 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm², se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento A1 fue superior en un 5% del tratamiento A3 y en un 5% al tratamiento A2 respectivamente.

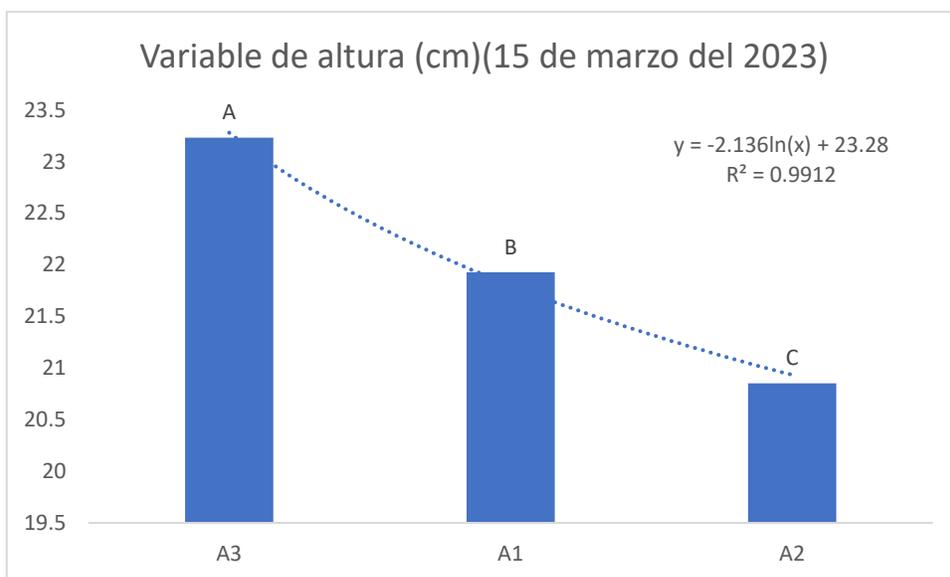


Grafica 11. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (1 de Marzo del 2023)

Cuadro 8. Análisis de varianza de la Variable de altura de invierno cm (15 de Marzo del 2023)

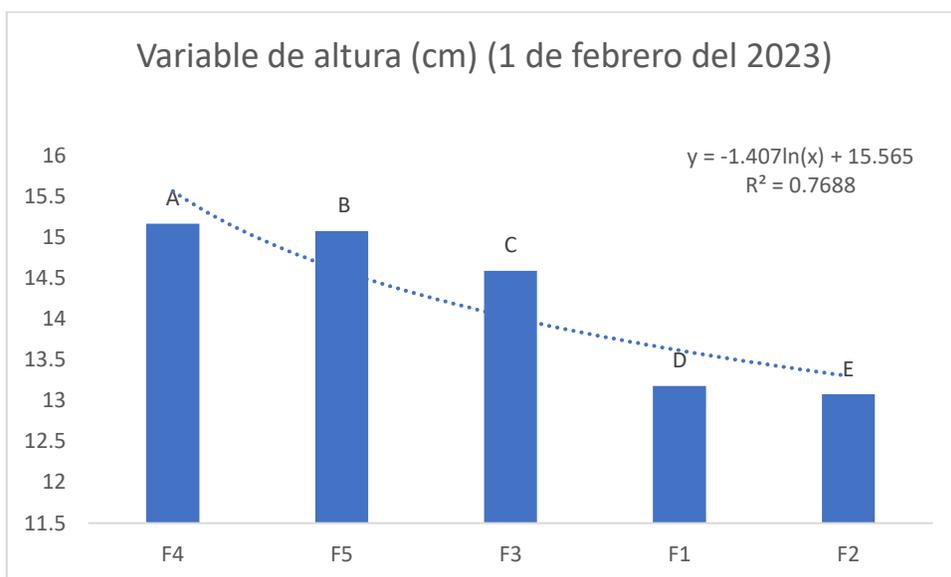
Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	266.7271111	13.3363556	3.76	0.0013
Error	24	85.2320000	3.5513333		

Con los resultados obtenidos en el cuadro 8 número de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm², se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento A3 fue superior en un 5% del tratamiento A1 y en un 5% al tratamiento A2 respectivamente.



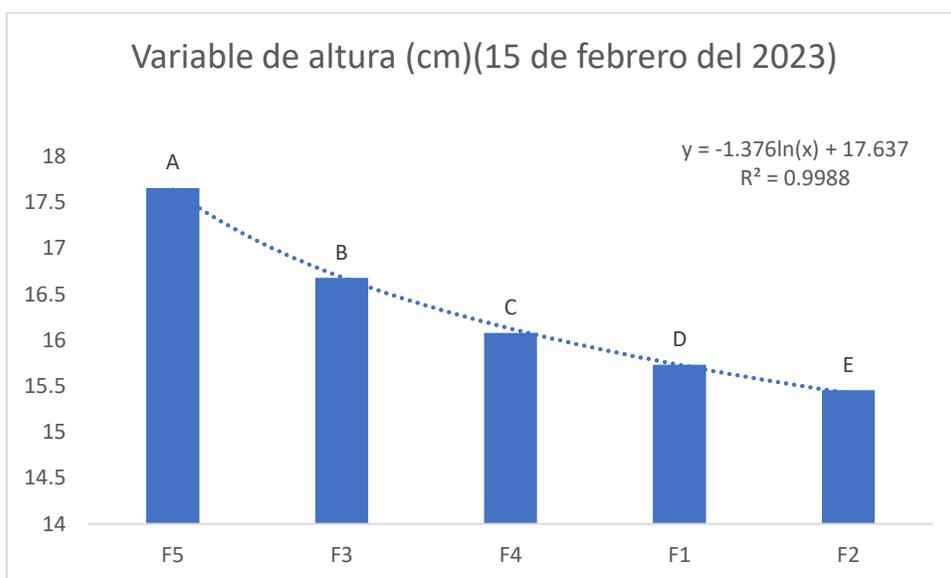
Grafica 12. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 5 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento fue F4 superior en un 7% del tratamiento F5 y en un 7% al tratamiento F3 respectivamente.



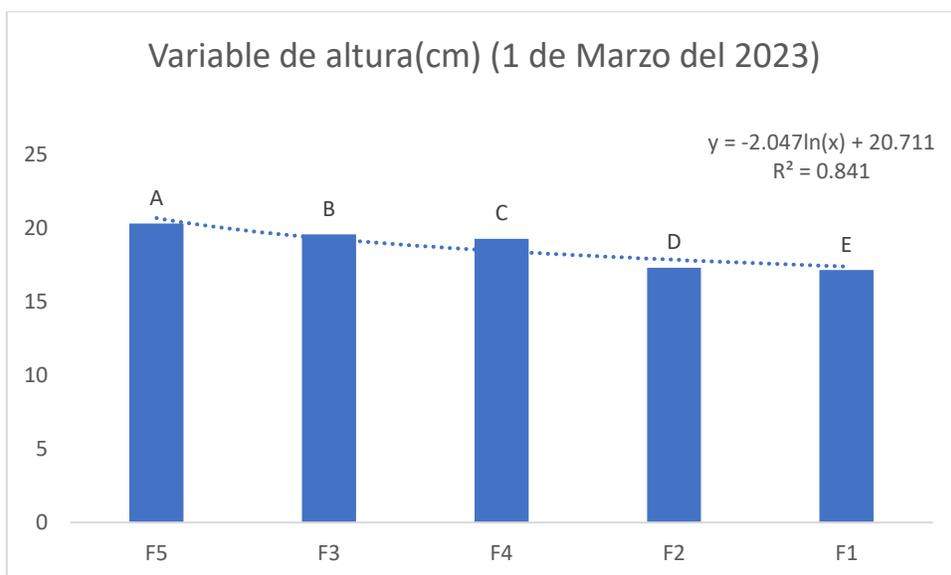
Grafica 13. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (1 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 6 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F5 fue superior en un 6% del tratamiento F3 y en un 6% al tratamiento F4 respectivamente.



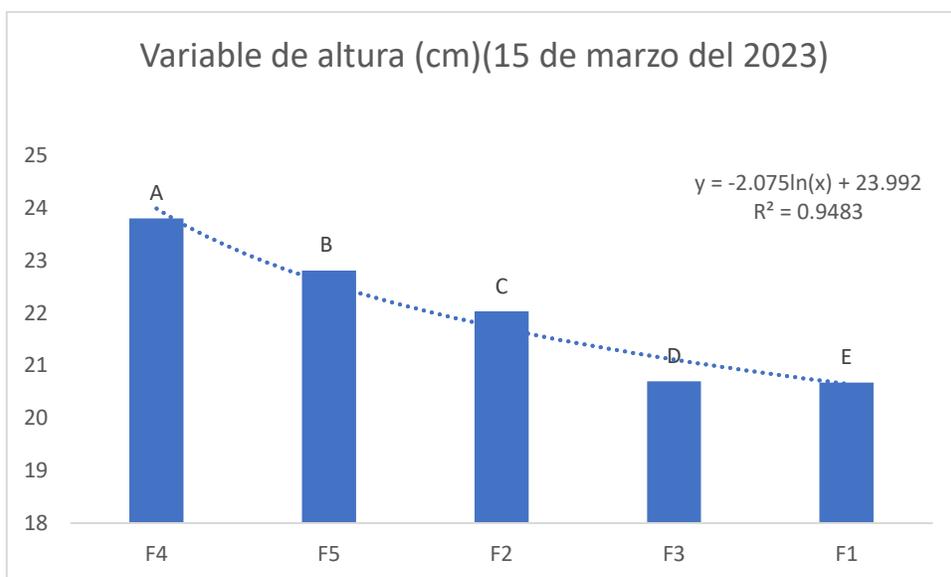
Grafica 14. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Febrero del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 7 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F5 fue superior en un 5% del tratamiento F3 y en un 5% al tratamiento F4 respectivamente.



Grafica 15. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (1 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro 8 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F4 fue superior en un 4% del tratamiento F5 y en un 4% al tratamiento F2 respectivamente.



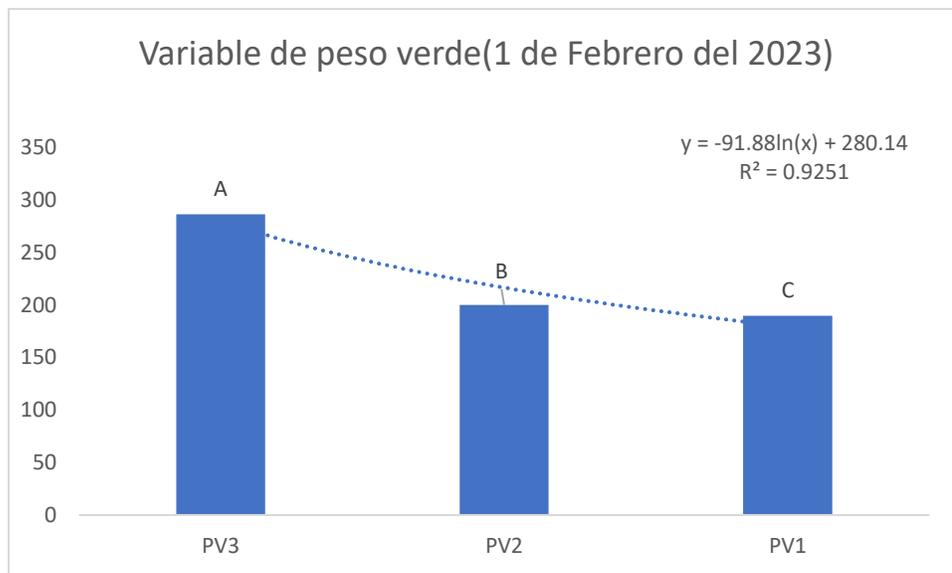
Grafica 16. Agrupación de medias de la Variable de altura cm (15 de Marzo del 2023)

4.3 variable de peso verde (kg) de la planta de invierno

Cuadro 9. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (1 de Febrero del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	249481.6000	12474.0800	1769.37	<.0001
Error	24	169.2000	7.0500		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 9 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento PV3 fue superior en un 43% del tratamiento PV2 y en un 5% al tratamiento PV1 respectivamente.

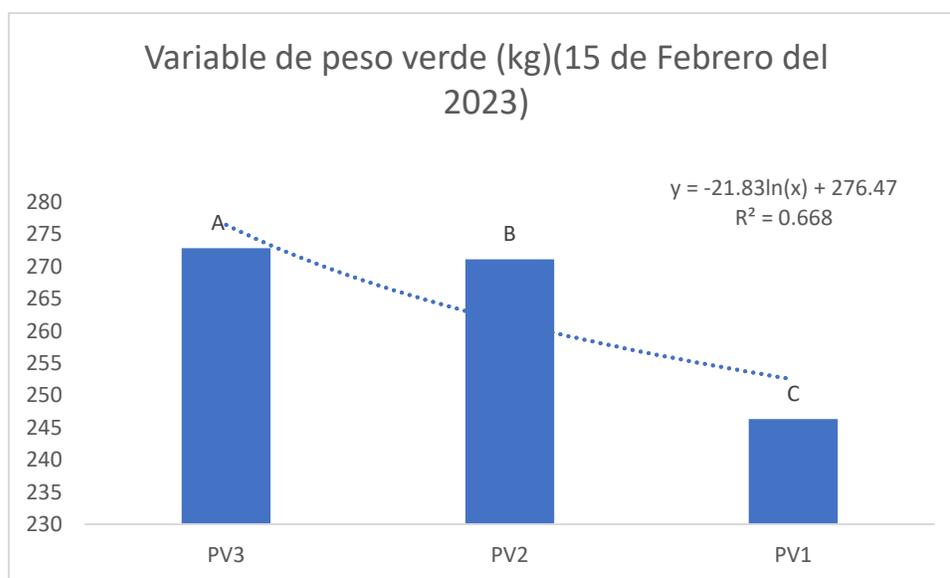


Grafica 17. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Febrero del 2023)

Cuadro 10. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (15 de Febrero del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	<.0001
Modelo	20	284811.4667	14240.5733	1514.06	
Error	24	225.7333	9.4056		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 10 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento PV3 fue superior en un 0.7% del tratamiento PV2 y en un 9% al tratamiento PV1 respectivamente.

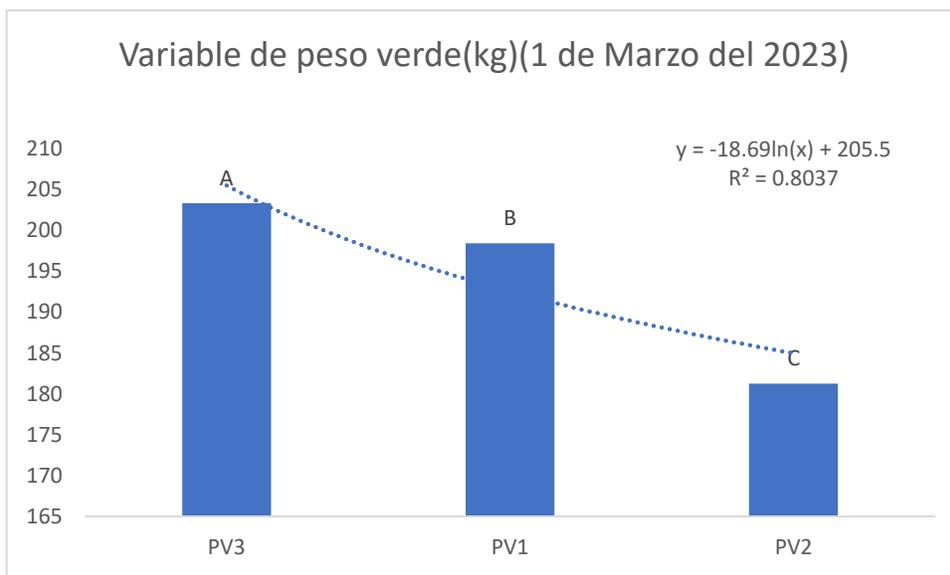


Grafica 18. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (15 de Febrero del 2023)

Cuadro 11. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (1 de Marzo del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	150934.4000	7546.7200	1194.73	<.0001
Error	24	151.6000	6.3167		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 11 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento PV3 fue superior en un 2% del tratamiento PV1 y en un 8% al tratamiento PV2 respectivamente.

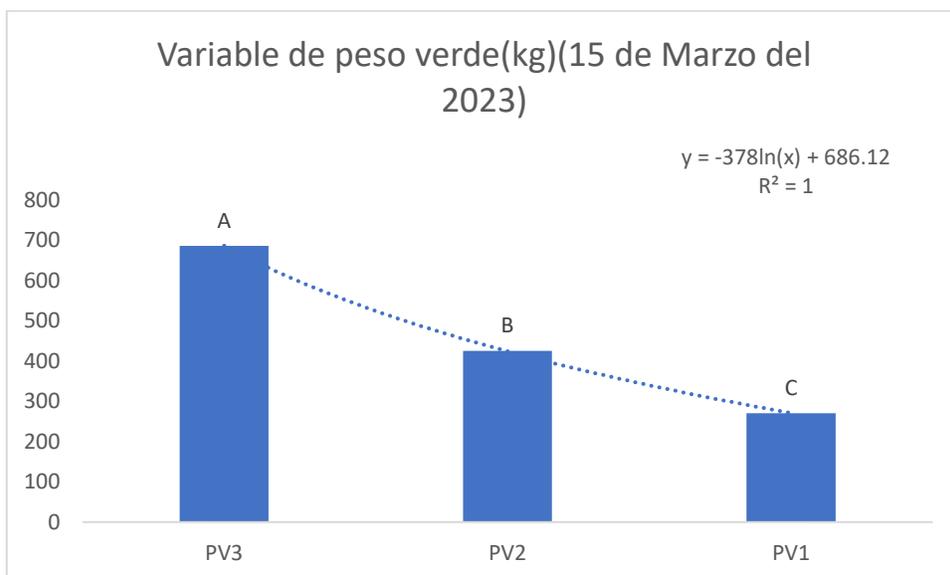


Grafica 19. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Marzo del 2023)

Cuadro 12. Análisis de varianza de la Variable de peso verde (kg) de invierno (15 de Marzo del 2023)

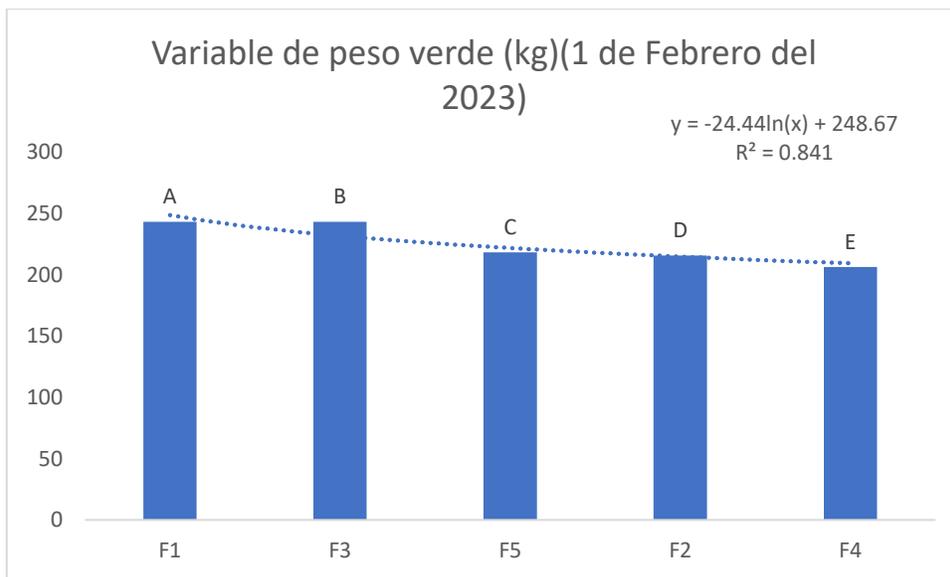
Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	2459338.711	122966.936	10.650	<.0001
Error	24	255.600	10.650		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 12 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento PV3 fue superior en un 61% del tratamiento PV2 y en un 36% al tratamiento PV1 respectivamente.



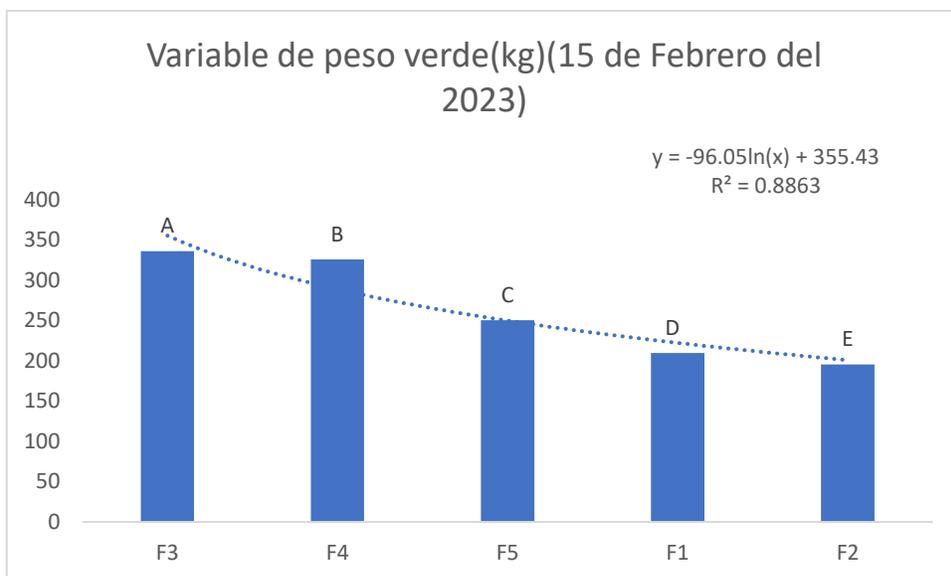
Gráfica 20. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (15 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 9 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F1 fue superior en un 4% del tratamiento F3 y en un 4% al tratamiento F5 respectivamente.



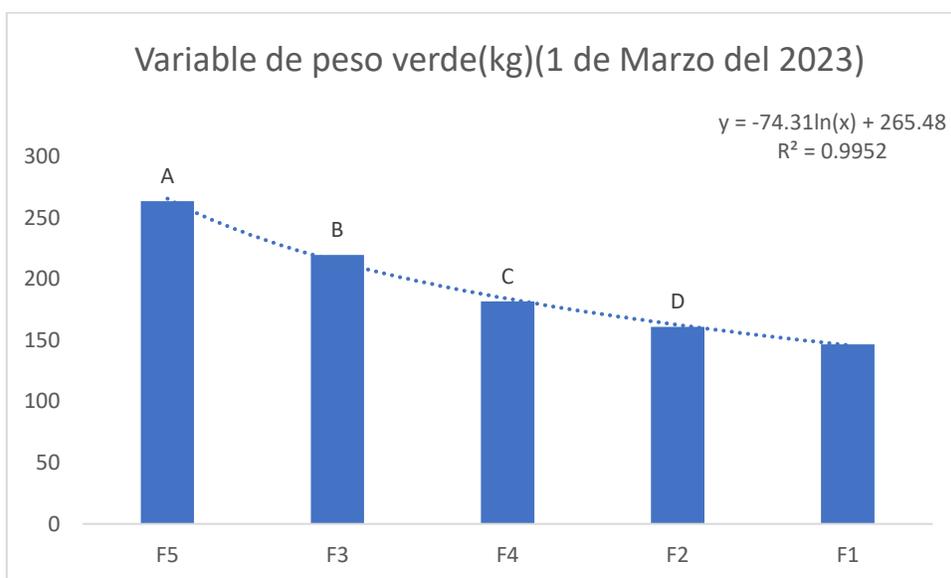
Grafica 21. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Febrero del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 10 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F3 fue superior en un 3% del tratamiento F4 y en un 23% al tratamiento F5 respectivamente.



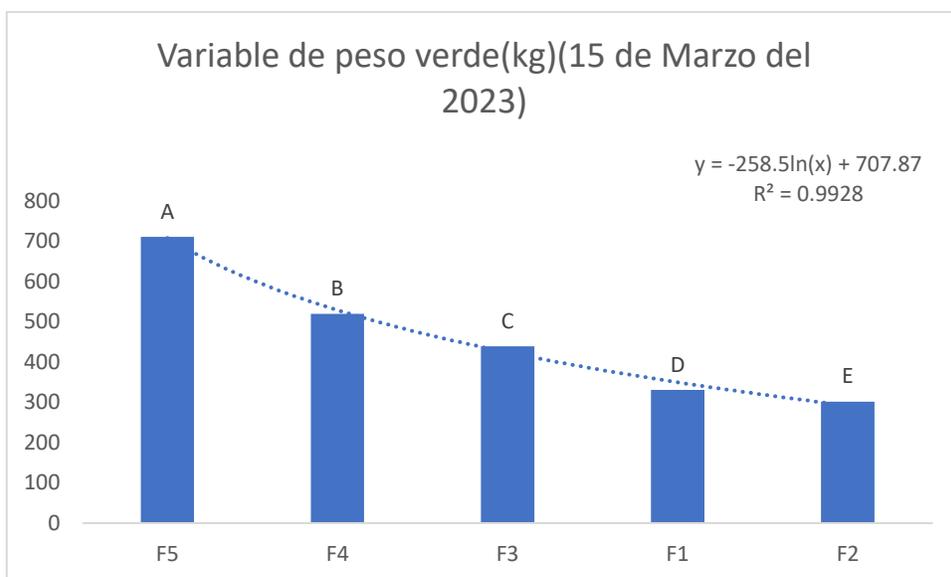
Grafica 22. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (15 de Febrero del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 11 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F5 fue superior en un 20% del tratamiento F3 y en un 23% al tratamiento F4 respectivamente.



Grafica 23. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (1 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 12 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F5 fue superior en un 36% del tratamiento F4 y en un 15% al tratamiento F3 respectivamente.



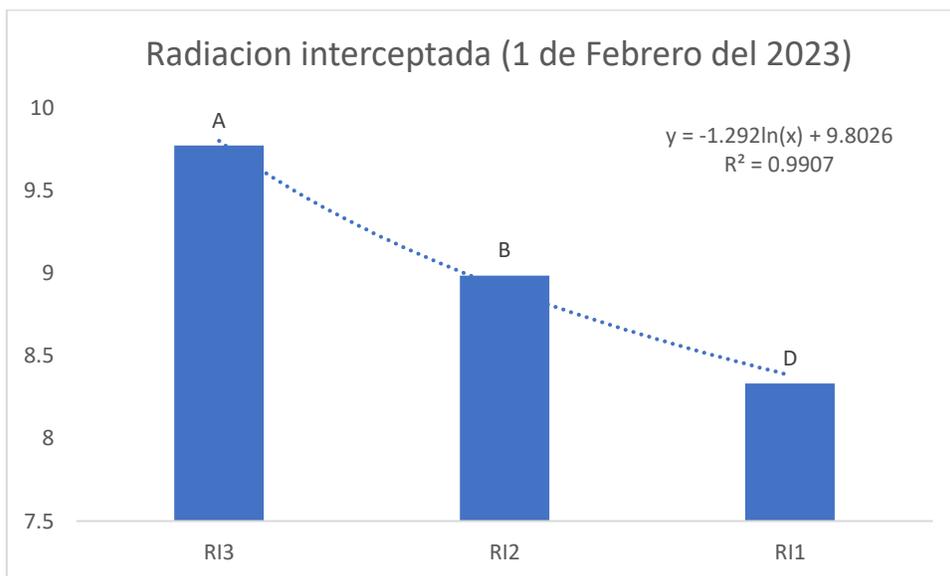
Grafica 24. Agrupación de medias de la Variable de peso verde (kg) (15 de Marzo del 2023)

4.4 Radiación Interceptada (cm) en invierno

Cuadro 13. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm) de invierno (1 de Febrero del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	122.47111111	6.1235556	2.66	0.0119
Error	24	55.28533333	2.3035556		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 13 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F4 fue superior en un 10% del tratamiento F3 y en un 10% al tratamiento F5 respectivamente.

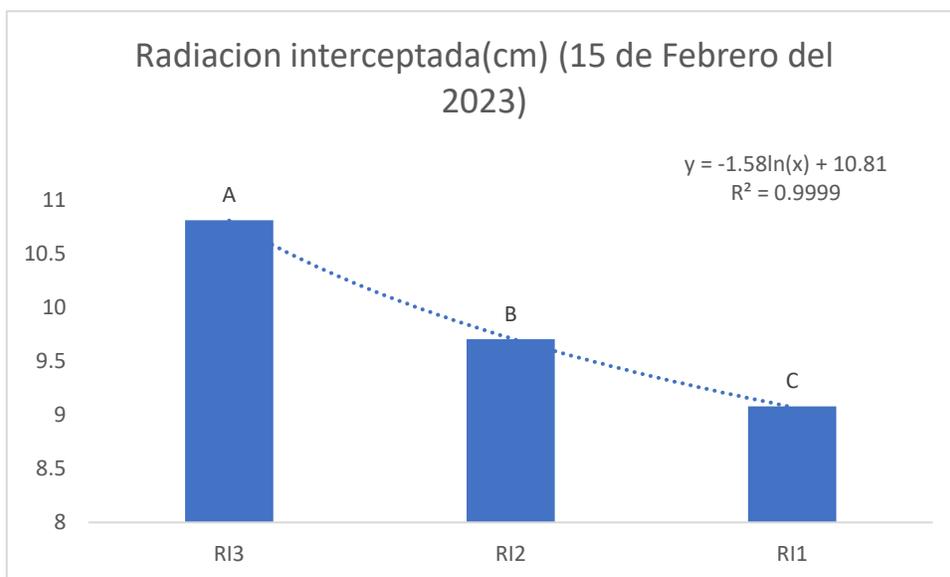


Gráfica 25. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm) (1 de Febrero del 2023)

Cuadro 14. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm) de invierno (15 de Febrero del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	127.5200000	6.3760000	2.42	0.0202
Error	24	63.2000000	2.6333333		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 14 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento RI3 fue superior en un 10% del tratamiento RI2 y en un 10% al tratamiento RI1 respectivamente.

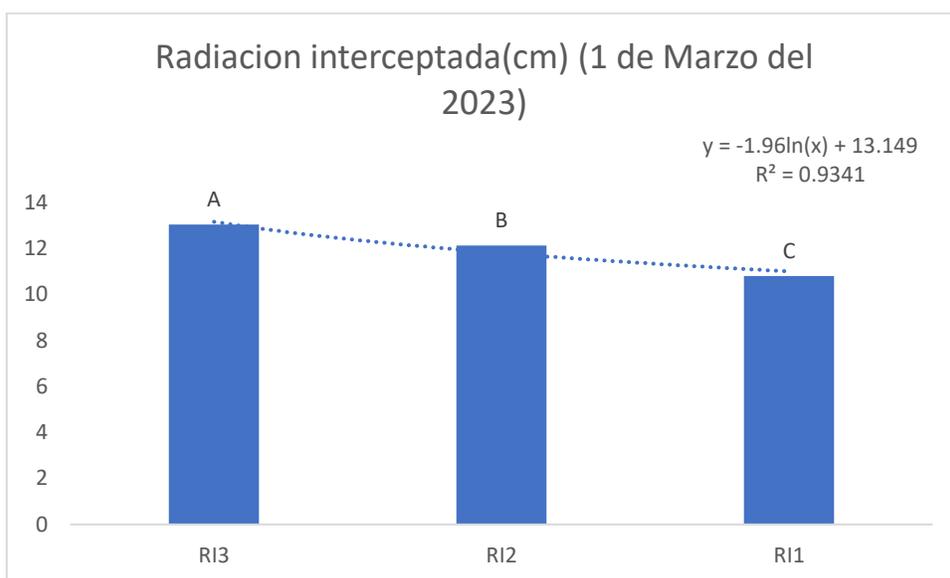


Grafica 26. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm) (1 de Febrero del 2023)

Cuadro 15. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm) de invierno (1 de Marzo del 2023)

Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	146.6417778	7.3320889	3.04	0.0053
Error	24	57.9360000	2.4140000		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 15 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento RI3 fue superior en un 8% del tratamiento RI2 y en un 16% al tratamiento RI1 respectivamente.

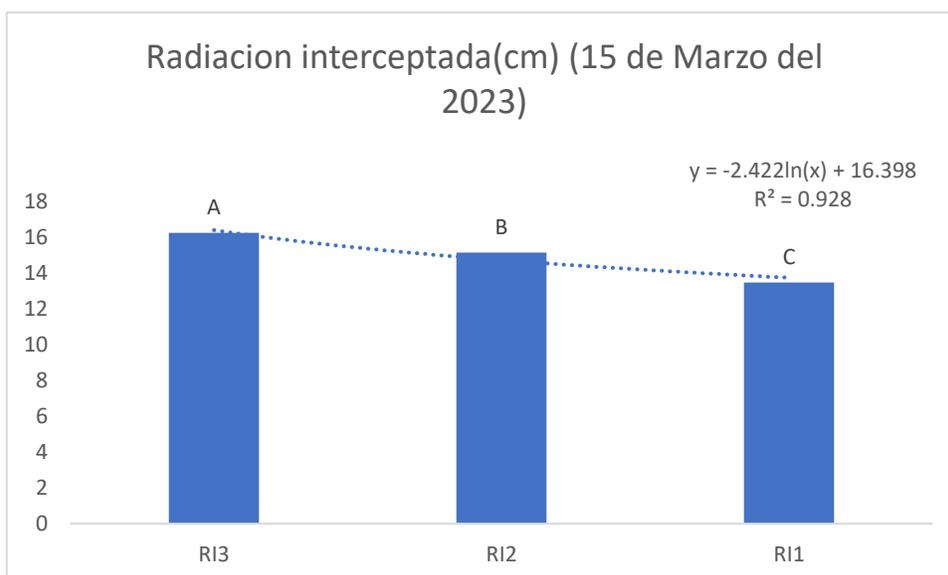


Grafica 27. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(1 de Marzo del 2023)

Cuadro 16. Análisis de varianza de la Variable de radiación interceptada (cm) de invierno (15 de Marzo del 2023)

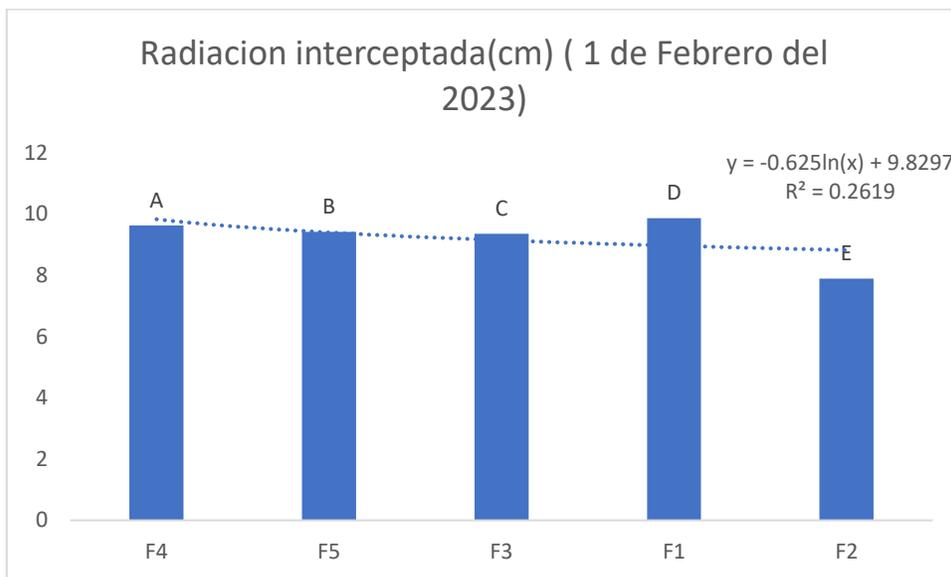
Fuente	DF	Cuadrados	La media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	469.2764444	23.4638222	3.39	0.0026
Error	24	166.2560000	6.9273333		

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 16 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento RI3 fue superior en un 7% del tratamiento RI2 y en un 13% al tratamiento RI1 respectivamente.



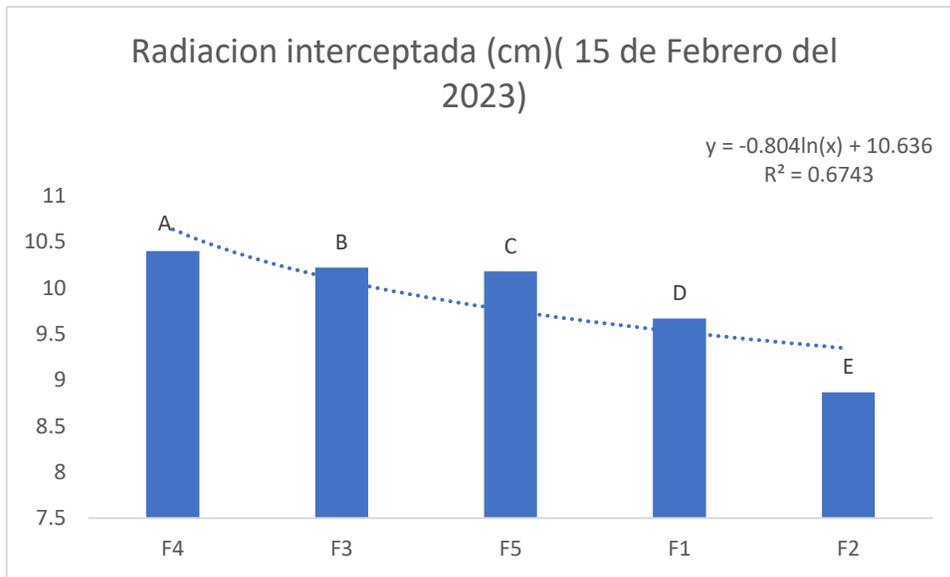
Grafica 28. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(15 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 13 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F4 fue superior en un 11% del tratamiento F5 y en un 0% al tratamiento F3 respectivamente.



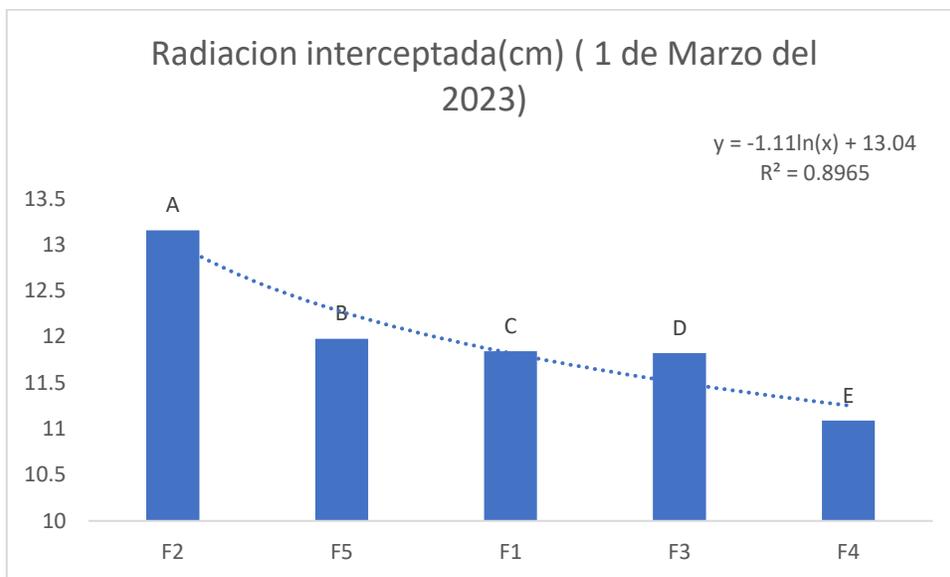
Grafica 29. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(1 de Febrero del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 14 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F4 fue superior en un 10% del tratamiento F3 y en un 10% al tratamiento F5 respectivamente.



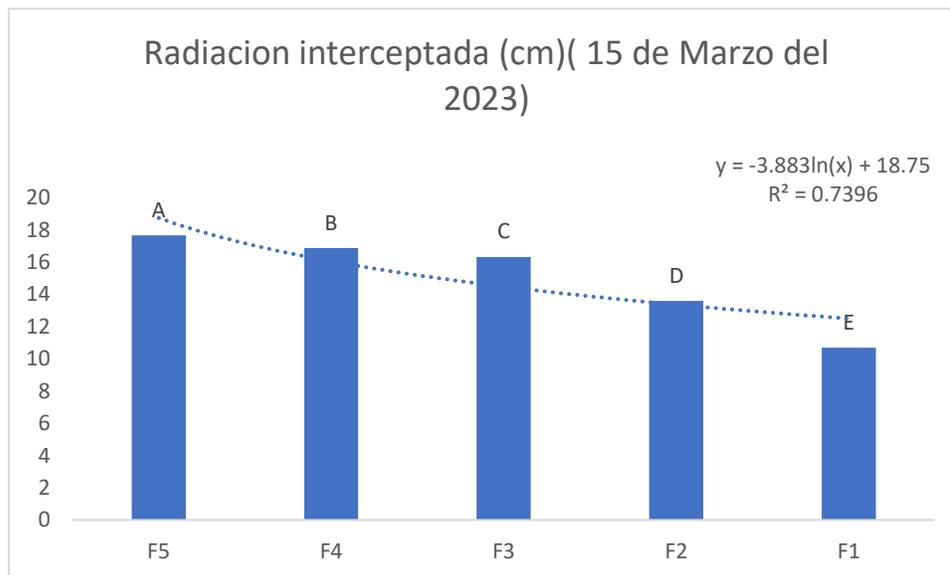
Grafica 30. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(15 de Febrero del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 15 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F2 fue superior en un 8% del tratamiento F5 y en un 8% al tratamiento F1 respectivamente.



Grafica 31. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(1 de Marzo del 2023)

Con los resultados obtenidos en el cuadro número 16 de análisis de varianza de la variable de cobertura de invierno cm^2 , se obtuvo una diferencia estadística significativa, en la gráfica de la agrupación de medias de la variable de cobertura, el tratamiento F5 fue superior en un 6% del tratamiento F4 y en un 6% al tratamiento F3 respectivamente.



Grafica 32. Agrupación de medias de la Variable de radiación interceptada (cm)(15 de Marzo del 2023

VI. DISCUSIÓN

En estudios realizados por Chandler (1975), señala el efecto de la fertilización sobre el rendimiento de materia seca en pasto Pangola, y menciona que existieron incrementos en el rendimiento de materia seca al incorporar niveles de nitrógeno hasta 448 kg/ha/año, observando un incremento del rendimiento menor a medida que se incorporan mayores niveles de nitrógeno.

La mayor producción de materia seca obtenida por efecto de la fertilización nitrogenada en pasto pangola obtenida por Chandler, (1959), fue de 22,159; 26,440 y 34,705 kg/ha/año, cuando el pasto se corte a los 30, 45 y 60 días respectivamente. Al incrementar la producción de forraje por hectárea se aumenta la capacidad de carga, días de pastoreo y ganancia por hectárea (Evans, 1969; Caro Costas *et al*, 1976).

La fertilización con nitrógeno aumenta el rendimiento de forraje y el contenido de proteína, sin embargo, se considera que el efecto de la fertilización tiene poco efecto sobre la digestibilidad de la materia seca tal como lo asentó en 1966 Minson.

Por otro lado, se dice que el efecto residual de una fertilización nitrogenada es de corta duración, perdiéndose mucho del nitrógeno aplicado por volatilización y/o lixiviación, Buckman y Brady (1977), motivo por el cual se recomienda la fertilización (Rodríguez, 1967; Guerrero y Fassbender, 1970).

Chandler (1974), al comparar el contenido de proteína de diferentes pastos altamente fertilizados con nitrógeno, encontró que a medida que aumentaba la cantidad de nitrógeno se incrementaba el contenido de proteína para todos los

pastos en estudio, con las aplicaciones de N hasta las tasas más altas analizadas, resultando en promedio un incremento del 10% para pastos de 60 días que recibieron 896 kg de N/ha/año.

En términos de producción animal como es la ganancia de peso vivo/ha/año, la respuesta en la aplicación de nitrógeno varía de 0.25 a 4.0 kg de incremento de peso vivo/kg de nitrógeno aplicado en los primeros 100 kg/N/ha /año: el efecto obtenido es mayor en la estación de crecimiento activo. Asimismo, el rendimiento de peso vivo declina cuando se aumenta el nivel de nitrógeno empleado, obteniendo ganancias de peso vivo de 1.5 a 1.0 kg por kg de nitrógeno, cuando la dosis aplicada fue de 300 a 400 kg/N/ha (Osbourn, 1975).

Los pastos tropicales responden fuertemente a la fertilización nitrogenada, así como también el fósforo y potasio como elementos indispensables para incrementar la producción de forrajes. Caro Costas *et al*,(1960) señalan incrementos lineales en el rendimiento de m.s. y porcentaje de proteína en pasto pangola cuando se fertilizo con 400 kg de nitrógeno/ha/ año.

La mayor producción de materia seca obtenida por efecto de la fertilización nitrogenada en pasto pangola fue obtenida por Chandler (1959), fue de 22,159; 26,440 y 34,705 kg/ha/año, cuando el pasto se cortó a los 30, 45 y 60 días respectivamente. Al incrementar la producción de forraje por hectárea se aumenta la capacidad de carga, días de pastoreo y ganancia por hectárea (Evans, 1969; Caro Costas *et al*, 1976).

Chandler (1974), al comparar el contenido de proteína de diferentes pastos altamente fertilizados con nitrógeno , encontró que a medida que aumentaba la cantidad de nitrógeno se incrementaba el contenido de proteína para todos los pastos en estudio, con las aplicaciones de N hasta las tasas más altas analizadas, resultando en promedio un incremento del 10% para pastos de 60 días que recibieron 896 kg de N/ha/año.

VI.CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo podemos concluir que la cantidad fertilización nitrogenada, influye en el rendimiento de pasto pangola, esto indica que con aplicaciones de nitrógeno, se obtendría una producción benéfica para este pasto.

En el caso de las variantes evaluadas altura (cm), cobertura (cm), radiación interceptada (cm) peso verde (kg) hubo un efecto en estas, en los resultados obtenidos en las variantes evaluadas, en el que la cobertura superior fue la densidad D3 y fertilización 4 en las tres primeras fechas, en la variable de altura de igual manera el tratamiento 1 en las primeras tres fechas fue superior con la fertilización 4, en peso verde el tratamiento 3 fue superior en las cuatro fechas, así como la radiación interceptada el tratamiento tres resulto superior en las cuatro fechas.

Por lo tanto es necesaria la nutrición nitrogenada en altas densidades, para que el pasto exprese su potencial en peso verde, el cual es esencial para la alimentación del ganado.

VII. BIBLIOGRAFÍAS

Almaraz-Buendía, I., García, A.M., Sánchez-Santillán, P., Torres-Salado, N., Herrera-Pérez, J., Bottini-Luzardo, M.B., & Rojas-García, A.R. (2019). Análisis bromatológico y producción de gas in vitro de forrajes utilizados en el trópico seco mexicano. *Archivos de Zootecnia*, 68(262), 260-266. <https://doi.org/10.21071/az.v68i262.4145>

Armendáriz-Toledano, F. (2022). Overview of spittlebugs of the family *Cercopidae* (Hemiptera: Auchenorrhyncha) from Mexico, with keys to genera and species. *Revista mexicana de biodiversidad*, 93.

Buckman, J.O. y Brady. 1977. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. ed. Montaner y Simón, S.A. Barcelona.

Bueno, D. H. 1981. Engorde de ganado con pasto Estrella de África bajo un programa de manejo y fertilización adecuado. Coordinación Regional Pacífico sur INIP- SARH México Bol. No. 11

Callejas, O. D. J. R. (2022). BENEFICIO-COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE PRADERAS MEJORADAS EN EL TRÓPICO DE VERACRUZ.

Callejo Ramos, A. (2017). Conservación de forrajes (I): Interés práctico. *Revista Frisona*, 219, 102-108. Recuperado de: <http://www.revistafrisona.com/DesktopModules/EasyDNNNews/DocumentDownload.aspx?portalid=0&moduleid=1468&articleid=3444&documentid=192>

Caro Costas, R., F. Abruña, et al. 1976. Effect of three levels of fertilization on the productivity of stargrass pastures growing on a steep ultisol in the humid mountain region of Puerto Rico. p. 172 -178.

Castrejón, P. F.A., Corona, G. L., Rosiles, M. R., Martínez, et al. (2017). Características nutrimentales de gramíneas, leguminosas y algunas arbóreas forrajeras del trópico mexicano: fracciones de proteína (A, B1, B2, B3 y C), carbohidratos y digestibilidad *in vitro*. DGAPA, UNAM, PAPIT IN215310

Chandler, J.V. 1974. Fertilization of Humid Tropical Grasslands In: *Forage Fertilization*. Editor D.A. Mays American Soc. of Agronomy U. S.A. pp. 277-300.

Chandler, J.V. 1975. producción de Carne y Leche en Praderas Tropicales bajo manejo intensivo en Puerto Rico. In: Memorias del Seminario Inter. de Ganadería Tropical Forrajes Tropicales, Acapulco, Gro. México.

Ciria, C. (2020). Evaluación de alternativas agrícolas con especies de gramíneas perennes para biomasa en tierras marginales. (Doctoral dissertation, Agronomía).

CONABIO (comp.) (2019). Catálogo de autoridades taxonómicas de especies de flora y fauna con distribución en México. *Base de datos SNIB-CONABIO, México*.

CONABIO. (2012). Fichas de especie *Digitaria eriantha*. Sistema de información sobre especies invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Basado en: Valdés Reyna, J. 2008. Gramíneas invasoras del noreste de México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. *Bases de datos SNIB-CONABIO proyecto EK002. México, D.F.*

Córdoba, B. A ; R. Garza T ; A. Aluja S. 1978. Evaluación Agronómica y Económica sobre el establecimiento de zacates tropicales en la región de Matías Romero Oax. *Téc. Pec. Mex.* 39: 9-16.

Dong, H., & Beer, S. V. (2000). Riboflavin induces disease resistance in plants by activating a novel signal transduction pathway. *Phytopathology*, 90(8), 801–811. Disponible en: <https://doi.org/10.1094/PHTO.2000.90.8.801>

Enríquez Quiroz, J.F., Meléndez N. F., Bolaños A. E. D. & Esqueda E.V.A. (2011 a). Producción y manejo de forrajes tropicales. Libro Técnico Núm. 28. Veracruz, México: Campo Experimental La Posta, INIFAP

Enríquez-Quiroz, J.F., Meléndez-Nava, F., Bolaños-Aguilar, E.D. y Esqueda-Esquivel, V.A. (2011 b). Producción y manejo de forrajes tropicales. Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Golfo Centro, Campo Experimental La Posta. *Libro Técnico Núm. 28*.

Esqueda E., V.A. & Tosquy V., O. H. (2007). Efectividad de métodos de control de malezas en la producción de forraje del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent.). *Agronomía Mesoamericana*, 18(1), 1-10

Evans, T.R. 1969. Beef Production from nitrogen fertilized Pangola grass *Digitaria decumbens*, on coastal lowlands of southern Queensland. *Aust. J. Exp. Agric. and animal. Husb.* p. 282-286.

García A.E. 2004 Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana. Offset Larios. México. 246.

Guerrero, R.R. Fassbender. 1970. fertilización de pasto Elefante Pennisetum purpureum, en Turrialba, Costa Rica. II efecto de combinaciones nitrógeno y F6sforo. Turrialba. 20; 59.

Gusmão Filho, J.D., Fries, D.D., Sousa, B.M.L., Fagundes, J.L., Acosta Backes, A., Dias, D.L. S., Pinheiro, Pinheiro, S.S.C., & Teixeira, F.A. (2020). Dinámica de crecimiento y senescencia del pasto pangola como respuesta a diversas alturas de corte. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, 11(1), 38-52. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v11i1.4913>

Guzmán-López, O., Del Carmen Nuñez-Camargo, M., Salinas-Castro, A., & Aguirre Beltrán, G. (2022). TAXONOMIC IDENTIFICATION OF *Mocis latipes* Guenée (LEPIDOPTERA: EREBIDAE) IN FORAGE PASTURES OF VERACRUZ, MEXICO. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25(3).

Harvard-Duclos. B. 1969. cales. ed. Blume. Las Plantas Forrajeras Tropicales Barcelona. p. 71.

Hsu, C., Cheng, F., Chen, C., Wu, D. (2023). A high-resolution inventory of ammonia emissions from agricultural fertilizer application and crop residue in Taiwan. *Atmospheric Environment*, 119920.

INIFAP-CIRNE. (2001). Guía para la asistencia técnica agrícola. Área de influencia del Campo Experimental Ébano.

Jana, K., Puste, A. (2022). FORAGE PRODUCTION AND CLIMATE CHANGE. *Forage Crops of the World, 2-volume set: Volume I: Major Forage Crops; Volume II: Minor Forage Crops*, 371.

Jones, R.R. 1982. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical, In Germoplasma Forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de Evaluación. Editores Oswaldo Puentes y Carlos Lascano, CIAT, Cali, Colombia. pp. 11-31.

Juárez-Hernández, J., & Bolaños-Aguilar, E. D. (2007). Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*, 23(1), 81-90.

Laredo C. M. A. (1981). Valor nutritivo de los pastos tropicales. Pasto pangola (*Digitaria decumbens*) anual y estacional. Instituto colombiano agropecuario. *Agronomía mesoamericana* 18(1):01-10.

Loftin, K., Lorenz, G., & Corder, R. (2022). Manejo del gusano soldado en pastos de corte y pastoreo. Cooperative Extension Service, University of Arkansas.

López, J., Chirinos, D. (2022). Actividad insecticida de formulados botánicos sobre el gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 48(1).

Márquez, M. E., Vázquez, L. L., Rodríguez, M. G., Sifontes, J. L. A., Fuentes, F., Ramos, M., Hidalgo, L., & Herrera, L. (2020). Biological Control in Cuba. *Biological Control in Latin America and the Caribbean: Its Rich History and Bright Future*, 176–193. Disponible en: <https://doi.org/10.1079/9781789242430.0176>

Martínez, M. D. (2015). Métodos para la rehabilitación de praderas degradadas en el trópico. Tesis de doctorado, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. *Repositorio Institucional Colegio de Postgraduados*.

Meléndez, N.F. (2012). Principales forrajes para el trópico. Villahermosa, Tabasco, México: Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca/Universidad Popular de la Chontalpa. 516 pp.

Meza, J.H., Zapata A., J.O. & Medrano L., J. (1989). Análisis económico de producción de leche bajo tres sistemas productivos simulados. *Revista ICA*, 24, 474-482.

Minson, D.J. 1975. Pasture management and animal nutrition In. Management of Improved Tropical Pastures, Refresher Course. University of Queensland, St. Lucia, Australia. pp. 56-67.

Murillo B. F. (2013). Manejo agronómico de un sistema de producción de pacas de heno a partir del pasto *Digitaria decumbens* bajo riego en La Soga, Bagaces. *Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica*.

Murillo B. F. (2013). Manejo agronómico de un sistema de producción de pacas de heno a partir del pasto *Digitaria decumbens* bajo riego en La Soga, Bagaces. *Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Costa Rica*.

Nyeleti, S. C. & Mashau, A. C. (2020). *Digitaria eriantha* Steud. National Herbarium Pretoria. SANBI, Biodiversity for Life, South African National Biodiversity Institute. (Consultado 12-06-2023). Disponible en: <https://pza.sanbi.org/digitaria-eriantha>

Ortega, V. E. (2012). Potencial productivo de *Guazuma ulmifolia* Lam. En bancos de forraje y asociado a gramíneas tropicales. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. *Repositorio Institucional Colegio de Postgraduados*.

Ortega-S, J.A., Ibarra-Flores, F.A., Melgoza, A., Gonzalez-Valenzuela, E.A., Martin-Rivera, M.H., Ávila-Curiel, J.M., Ayala-Alvares, F., Pinedo, C. y Rivero, O. (2013). Exotic grasses and wildlife in northern Mexico. *Wildlife Society Bulletin*, 37(3) 537-545.

Osbourn, D.F. 1975. Beef production from improved pastures in the tropics. *World review of animal production*. Vol. XI No. 4.

Peters M., Franco, L. H., Schmidt, A. y Hincapié, B. (2010). Especies forrajeras multipropósito, Opciones para productores del trópico americano. *Centro Internacional de Agricultura Tropical*.

Ponce-García, O. C., Tello-Montoya, M. A., Ochoa-Rivero, J. M., Álvarez-Holguín, A. y Puente-Valenzuela, C. O. (2022). Análisis de suelo y su interpretación. Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Centro de Investigación Regional Norte Centro. *Campo experimental La Campana. Desplegable informativa, 05*.

Ramos J., J.A., Martínez U., E., Izquierdo R.F., Aranda I., E.M., Vargas V., L.M., Hernández S., D., & Joaquín T., B.M (2021). Efecto de suplementos fermentados con pollinaza sobre el consumo y degradación del pasto Cuba CT-115. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 44, 773-780. <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.4-A.773>

Ramos S. A. 1966. Zacate Pangola. Para pastoreo en el trópico húmedo. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, SAG. Centro de Investigaciones Agrícolas del Sureste (CIASE). Campo Experimental Cotaxtla, Ver. Circular CIASE. No. 2. (Reedición). 10 p.

Robles, S.R. 1981. Producción de granos y forrajes. México, D.F. 2ª edición, ed. Limusa. p. 359-363.

Rodríguez, V.J. 1967. La agricultura In Recursos Naturales de la Cuenca del Papaloapan SARH-Comisión del Papaloapan. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables.- Tomo II. pp. 469-472.

SAS, 2009 SAS Institute. SAS/STAT®9.2. User Guide Release. Cary, NC: SAS Institute Inc. USA. 111

SEINet. (2023). (Consultado 10-06-2023). Disponible en: <http://swbiodiversity.org/seinet/>

SENASICA. (2019). Guía de síntomas y daños de la roya negra del tallo del trigo (*Puccinia graminis* f. sp. tritici raza Ug99). Programa de vigilancia epidemiológica fitosanitaria – 2019.

Suttie, J.M. (2003). Conservación de heno y paja para pequeños productores y en condiciones pastoriles. Colección FAO: Producción y protección vegetal N° 29. Roma: Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Recuperado de: fao.org/3/x7660s/x7660s00.htm

Tikam, K., Phatsara, C., Mikled, C., Vearasilp, T., Phunphiphat, W., Chobtang, J., Cherdthong, A., & Südekum, K. H. (2013). Pangola grass as forage for ruminant animals: A review. *SpringerPlus*, 2(1), 1–6. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-604>

Toral, J.N, Palma García, J.M., Aguilar Jiménez, J.R., Grande Cano, D., Valdivieso Pérez, I. A., Juárez Mirravete, H.A., Trujillo Vázquez, R., Sánchez Muñoz, B., Ruíz Rojas, J.L., León Martínez, N.S. & Parra Vázquez, M.R. (2021). Índice de desarrollo tecnológico para la clasificación y análisis multicriterio de unidades de producción: Aplicación en la ganadería bovina de doble propósito convencional versus orgánica. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 25(2), 97-115. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83766825007>

Tosquy-Valle OH, Zetina-Lezama R, López-Salinas E, Ibarra-Pérez FJ, Villar-Sánchez B. y Rodríguez-Rodríguez JR. 2020. Comparación de genotipos de frijol negro opaco en suelos ácidos del sur de Veracruz. *Terra Latinoamericana*. 38: 91-102. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.411>

Tropical forages. (2023). (Consultado 05-06-2023). Disponible en: <https://www.tropicalforages.info/text/intro/index.html>

Vázquez Sandoval, M. (2020, septiembre 27). El pasto Pangola revolucionó la ganadería en Veracruz y México. *El Dictamen*. Recuperado de: <https://www.eldictamen.mx/noticiasde-veracruz/estatal/el-pasto-pangola-revoluciono-la-ganaderia-en-veracruz-y-mexico>

Vendramini J. M. B., J. C. B. Dubeux Jr. & L. E. Sollenberger. (2018). *Gigitgrasses*. IFAS Extension. University of Florida.

Villanueva, A. J. F., Bonilla, C. J. A., Rubio, C. J. V., & Bustamante, G. J. J. (2004). Agrotecnia y utilización de *Clitoria ternatea* en sistemas de producción de carne y leche. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 42(1).