

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**



**COMPARACION DEL PASTOREO CONTINUO Y
MULTIPOTREROS SOBRE LA VEGETACION Y SUELO EN
PASTIZALES ARIDOS DE COAHUILA**

POR:

ALDO EFRÉN RODRÍGUEZ LOMELÍ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

**Saltillo, Coahuila, México
Enero 2023**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

COMPARACION DEL PASTOREO CONTINUO Y
MULTIPOTREROS SOBRE LA VEGETACION Y SUELO EN
PASTIZALES ARIDOS DE COAHUILA

ALDO EFRÉN RODRÍGUEZ LOMELÍ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por:



MC. Luis Perez Romero

Asesor



Dr. Juan Antonio Nuñez Colima

Coasesor



Dr. Juan Antonio Granados

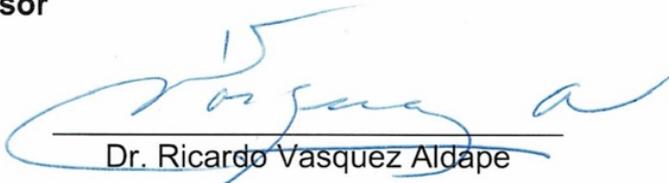
Montelongo

Coasesor



MC. Myrna Julieta Ayala Ortega

Coasesor suplente



Dr. Ricardo Vasquez Aldape

Coordinador de Ciencia Animal

Saltillo, Coahuila, México, Enero 2023

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecerme a mí mismo, por creer en mí, por hacer todo este trabajo duro, por no darme días libres, quiero agradecerme por no abandonar nunca, por siempre tratar de dar más de lo que recibo, por hacer más bien que mal, quiero agradecerme por ser quien soy en todo momento.

DEDICATORIA

A mis padres, porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante y a no rendirme. Sin su apoyo incondicional en todos los ámbitos no hubiera podido llegar a donde estoy.

A mis hermanos, que en el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsan para salir adelante, además de saber que mis logros también son los suyos.

A Liz Alarcón, por ser una persona increíble.

RESUMEN

Cuando hablamos de pastoreo nos referimos al consumo de forraje por el ganado en una zona en específico. El manejo de pastoreo se puede considerar como una forma de manipular y manejar ganado para poder obtener los términos deseados tanto del animal como para el ecosistema en general. Los sistemas de pastoreo se usan en la mayoría de las partes del mundo e incluyen el pastoreo continuo y multipotreros. El sistema de pastoreo continuo se refiere a una unidad específica en la que a lo largo del año los animales tienen libre acceso al forraje, además se encuentra pastizal factible para el ganado, mientras que un sistema de pastoreo multipotreros existen limitaciones de terreno, pretende proporcionar periodos para el pastoreo, esto con la finalidad de darle un periodo de descanso al pastizal con el fin de incrementar la producción del forraje de mejor forma y lograr el consumo uniforme del pastizal. En el presente trabajo tenemos como objetivo evaluar el impacto del sistema de pastoreo multipotreros y el sistema de pastoreo continuo en un valle intermontano ubicado en la sierra en Nadadores, Coahuila; Se pretende evaluar la respuesta de pastizales en zonas áridas que están sujetos a los dos tipos de pastoreo antes mencionados, esperando que por en el sistema multipotreros se obtenga un mayor rendimiento en producción de forraje, cobertura vegetal y nutrición en el suelo.

Palabras Claves: Pastoreo Continuo, multipotreros, Producción de forraje, cobertura vegetal.

Abstract

When we talk about grazing, we refer to the consumption of forage by cattle in specific area. Grazing management can be considered as a way handling cattle in order to obtain the desire terms of both the animal and the ecosystem. Grazing systems are used in most parts of the world and include cotinuous grazing and Multi pasture. The continuous grazing refers to a specific unit in which throughout the year the animal have free access to forage, in addition there is feasible pasture for cattle, while a multipaddock grazing system there are land limitations, it aims to provide periods for grazing, this in order to give a rest period to the pasture in order to increase the production of forage in a better way and achieve uniform consumption of the forage. In the present work we have as objective to evaluate the impact of the continuous grazing and Multipaddock in a intermontane valley located in Nadadores Coahuila. Evaluate the response of rangeland in arid zones that are subject to the two types of grazing, hoping a higher yield: in rangeland production, vegetation cover and soil nutrition will be obtained in the multipaddock system general.

Keywords: Continuous Grazing, Multipaddocks, Forage Production, Vegetation Cover.

DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos: Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (cortar y pegar); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propi; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de una autor sin citar; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, gráficos, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes. Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Aldo E. Rdz. Lomeli.

Aldo Efraín Rodríguez Lomeli.

Nombre y firma

INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN.....	v
Abstract.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
DECLARACIÓN DE NO PLAGIO	vii
INTRODUCCIÓN	14
Objetivo General:	15
Hipótesis:.....	15
LITERATURA REVISADA	16
2.1 Definición de pastoreo.....	16
2.2 Consideraciones para seleccionar el sistema de pastoreo	16
2.3 Pastoreo continuo.	17
2.4 Pastoreo multipotreros.	19
2.5 Comparación de sistemas de pastoreo continuo y pastoreo multipotreros.....	22
2.6 Producción de forraje	24
2.7 Cobertura del suelo.....	24
2.8 Nutrición en suelo.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1 Ubicación del área de estudio	26
3.2 Descripción del sitio	26
3.3. Historial de pastoreo en la zona.....	27

3.4. Producción de forraje	27
3.5 Cobertura del suelo	28
3.6 Nutrientes del suelo.....	28
3.7 Análisis estadístico.....	29
RESULTADOS.....	30
4.1 Resultados	30
4.2 Producción de forraje	30
4.3 Cobertura vegetal.....	31
4.4 Bouteloua curtipendula.....	31
4.5 Bouteloua gracilis.....	32
4.6 Herbáceas	33
4.7 Cobertura total de gramíneas.....	34
4.8 Mantillo	35
4.9 Suelo desnudo	36
4.10 Piedra grava	37
4.11 Densidad aparente	38
4.12 pH y Conductividad eléctrica.....	39
4.13 Materia orgánica.....	41
4.14 Carbono orgánico.....	41
4.15 Nitrógeno total.....	42
DISCUSIÓN	44
5.1 Vegetación, Producción de Forraje	44
5.2 Cubertura de suelo.....	45
5.3 Biogeoquímica del suelo	46
Conclusiones	47

Literatura citada	48
Anexos	51

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resultados del comparativo de la producción de Forraje en pastoreo continuo y multipotreros.	31
Figura 3. Resultados del comparativo de <i>Bouteloua curtipendula</i> en pastoreo continuo y multipotreros.	32
Figura 4. Resultados del comparativo de <i>Bouteloua gracilis</i> en pastoreo continuo y multipotreros.	33
Figura 5. Resultados del comparativo de Herbáceas en pastoreo continuo y multipotreros.	34
Figura 6. Resultados del comparativo de la producción de <i>Boutelouas</i> en el pastoreo continuo y multipotreros.	35
Figura 7. Resultados del comparativo de Mantillo en pastoreo continuo y multipotreros.	36
Figura 8. Resultados del comparativo del suelo desnudo en pastoreo continuo y multipotreros.	37
Figura 9. Resultados del comparativo de Piedra Grava en Pastoreo continuo y multipotreros.	38
Figura 10. Resultados del comparativo de Densidad Aparente en pastoreo continuo y multipotreros.	39
Figura 11. Resultados del comparativo de pH en un pastoreo continuo y multipotreros.	40
Figura 12. Resultados del comparativo de Conductividad eléctrica en pastoreo continuo y multipotreros	40
Figura 13. Resultado del comparativo de Materia orgánica en pastoreo continuo y multipotreros.	41

Figura 14. Resultado del comparativo de Carbono orgánico en pastoreo continuo y multipotreros.	42
Figura 15. Resultados del comparativo de Nitrógeno Total en pastoreo continuo y multipotreros.	43

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Producción de Forraje, resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney	51
Anexo 2. Comparación de estadísticos descriptivos de un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	51
Anexo 3. Resultado de cobertura total de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney.	52
Anexo 4. Comparación de estadísticos descriptivos de Cobertura total en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	52
Anexo 5. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para <i>Bouteloua curtipendula</i> .	52
Anexo 6. Comparación de estadísticos descriptivos de <i>Bouteloua curtipendula</i> en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	52
Anexo 7. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para <i>Bouteloua gracilis</i> .	53
Anexo 8. Comparación de estadísticos descriptivos de <i>Bouteloua gracilis</i> en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	53
Anexo 9. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney en herbáceas.	54
Anexo 10. Comparación de estadísticos descriptivos de herbáceas en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	54
Anexo 11. Comparación de estadísticos descriptivos de la cobertura total de gramíneas un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	55
Anexo 12. Prueba para la igualdad de medias en comparación del pastoreo continuo y multipotreros.	55

Anexo 13. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann Whitney en Mantillo.	56
Anexo 14. Comparación de estadísticos descriptivos de mantillo en un Pastoreo continuo y multipotreros.	56
Anexo 15. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para suelo desnudo.	56
Anexo 16. Comparación de estadísticos descriptivos del suelo desnudo en Pastoreo continuo y multipotreros.	57
Anexo 17. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney de piedra grava.	57
Anexo 18. Comparación de estadísticos descriptivos de piedra grava en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	58
Anexo 19. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para densidad aparente.	58
Anexo 20. Comparación de estadísticos descriptivos de media \pm desviación estándar de densidad aparente en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	58
Anexo 21. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney en pH.	59
Anexo 22. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma del pH en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	59
Anexo 23. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para Conductividad eléctrica.	60
Anexo 24. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma del CE en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	60
Anexo 25. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para Materia orgánica.	61
Anexo 26. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma de Materia Orgánica en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	61
Anexo 27. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para el Carbono orgánico.	62

Anexo 28. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma de Carbono orgánico en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	62
Anexo 29. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney en Nitrógeno total.	63
Anexo 30. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma de Nitrógeno Total en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	63
Anexo 31. Comparación de estadísticos de Da, pH, CE, MO, CO y Nitrógeno total en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.	63

INTRODUCCIÓN

El pastoreo se refiere al consumo directo del forraje de pie o vivo (hierbas y plantas comestibles) por parte del ganado o la fauna silvestre (animales de pastoreo), los animales de pastoreo tienen origen común en el verbo pastar que se refiere a la defoliación y consumo de forraje en pie por herbívoros ungulados. El manejo de pastoreo es una manera de manipular o manejar a los animales para obtener términos deseados en los animales, las plantas, el suelo y/o ganancias (Vallentine, 1990). Todas las áreas del mundo que no son desiertos áridos, tierras cultivadas, suelo desnudo; rocas, hielo o concreto son clasificadas como pastizal (desiertos, bosques y zacatales) (Holechek et al., 2010).

Los pastizales han evolucionado cubriendo una superficie aproximada del 40% a nivel mundial, por lo tanto son una de las comunidades más extensas (Retallack, 2013). Los herbívoros han sido una parte integral en los ecosistemas desde la era mesozoica hasta hoy en día, como consecuencia del manejo a lo largo del tiempo, se encuentran las extensiones de pastizal que conocemos (Teague *et al.*, 2008). Históricamente estos pastizales fueron apasentados por herbívoros silvestres los cuales con el paso de los años fueron reemplazados por herbívoros domésticos lo que dio como resultado los pastizales actuales. Sin embargo, juegan un papel muy importante para revertir la degradación antropogénica del pastizal (Retallack, 2013).

Los animales se mueven por la necesidad de alimentarse y por lo tanto el consumo del forraje, que es su principal fuente de alimento, son importantes reguladores del funcionamiento del ecosistema en especial los ungulados a través del impacto que ejercen con el apacentamiento, por un lado la compactación que dejan a su paso al pisotear y por otro lado las heces y orina lo cual incrementa el ciclo de nutrientes y a su vez mejora la disponibilidad de minerales en el suelo que en consecuencia colabora con la eficacia de los

procesos microbianos del suelo, a través de este impacto se vincula la salud del pastizal, plantas y animales (Teague *et al.*, 2008). El herbívoro tiene la capacidad de disminuir impactos en las plantas, previéndole mejor condiciones para el crecimiento adecuado de la planta, al consumir el forraje y apacentar el suelo controla los procesos de captura y fijación de carbono y nitrógeno, por consiguiente crea respuesta a la topografía de los suelos (Teague *et al.*, 2011).

Los herbívoros de gran tamaño son los principales defoliadores del pastizal y normalmente se mueven en áreas o parches con forraje de mayor palatabilidad que seleccionan para pastorear, se asume que usan memoria espacial para saber dónde se encuentran las estaciones de forrajeo. Existe una gran relación entre el tiempo que gasta el animal en la estación de forrajeo, la disponibilidad, calidad y palatabilidad del forraje que determinara la producción o decremento del forraje hasta la probable erosión (Bailey *et al.*, 1996).

Objetivo General:

Evaluar el impacto del sistema de pastoreo continuo y multipotreros en un valle intermontano ubicado en la sierra en Nadadores, Coahuila.

Hipótesis:

En este experimento se pretende evaluar la respuesta de un pastizal árido en el Norte de Coahuila que está sujeto a un pastoreo Continuo y multipotreros, esperando que en el sistema multipotreros se obtenga un mayor rendimiento en producción de forraje, cobertura vegetal y nutrición en el suelo.

LITERATURA REVISADA

2.1 Definición de pastoreo

Se define como una especialización en cuanto a la gestión de pastoreo el cual determina periodos recurrentes de pastoreo y el tiempo de aplazamiento o descanso para los pastos y suelo en gestión. (Range & Handbook, 1997) Aplazamiento, descanso y rotación son términos constantemente usados para definir el tipo de pastoreo a aplicar. El aplazamiento es clave ya que involucra darle el descanso de pastoreo al pastizal para que las especies forrajeras lleguen a la madurez de la semilla, esto le permite a las plantas crecer con gran vigor y reproducirse (Holechek *et al.*, 2010).

2.2 Consideraciones para seleccionar el sistema de pastoreo

Los sistemas de pastoreo se usan en la mayoría de las partes del mundo e incluyen el pastoreo continuo, multipotreros, rotación diferida, rotación con descanso, corta duración, alta intensidad baja frecuencia verdeos de verano (estacional) y otros más. Para decidir el tipo de pastoreo a aplicar es necesario conocer las condiciones climáticas, topográficas, tipo de vegetación, raza del ganado involucrado, protección para agua e invierno, infraestructura (cercos, corrales, agua) ya que son consideraciones importantes a tomar antes de decidir el sistema de pastoreo especial para la zona (Holechek *et al.*, 2010). También menciona que no hay diferencia significativa en beneficio del sistema continuo y multipotreros, mientras que (Teague *et al.*, 2008) comenta que estos estudios se han basado en ensayos a pequeña escala y no se ve lo que ocurre en todas las posibles situaciones, mientras que los administradores de los ranchos gestionan con todas las variaciones posibles. La relevancia de investigar a profundidad y lo más parecido a la realidad es importante para la operación de un rancho comercial, ya que no todas las investigaciones toman en cuenta información crítica que necesitan los manejadores de los ranchos para lograr el objetivo deseado.(Teague *et al.*, 2008) Por otro lado han surgido numerosos informes

donde demuestran que se ha tenido una mejora en la condición del pastizal con un pastoreo multipotreros (Heady, 1961). Las investigaciones frecuentemente hablan de la producción de ganado y relación de ganancia de peso diario y no se habla a gran escala del impacto que tiene el ganado en el pastizal y los beneficios que aborda (Teague et al., 2008).

La forma más común de pastorear es con el sistema de pastoreo Continuo, sin embargo el uso intenso de este sistema provoca selección y degradación de áreas de pastoreo, deteriorando los pastizales, el objetivo de los sistemas de pastoreo especializados como el multipotreros es de conservar el manejo de pastizales con ganado aumentando la producción y la cosecha eficiente del forraje (Teague et al., 2011).

2.3 Pastoreo continuo

El pastoreo continuo consiste en pastoreo en una unidad específica a lo largo del año o en algunos casos la parte del año o estación donde el pasto se encuentra de pie y es factible para el ganado. A lo largo de los años se especuló que hay una defoliación excesiva en los pastizales particularmente debido al sistema de pastoreo Continuo, aunque en la actualidad hay estudios que demuestran que mientras el pastizal crece los animales seleccionan hierbas durante este periodo para subsistir y esto le resta excesiva presión al pastizal. El problema con el uso del sistema de pastoreo continuo implica que los animales estén libres en toda la unidad durante todo el año lo cual les permite tener áreas de pastoreo de su preferencia las cuales por lo regular son lugares con buena calidad de forraje o cerca del agua y esto provoca el uso excesivo de estas áreas y puede llegar a un estado de sobrepastoreo de las mismas (Holechek *et al.*, 2010).

El gran impacto que causa el pastoreo continuo se asocia con la degradación de pastizal en áreas determinadas o parches, al tener el ganado disponibilidad de todo el forraje en el predio consume con mayor frecuencia e intensidad plantas

forrajeras palatables de su preferencia (Teague *et al.*, 2008). Los herbívoros principales tienen la capacidad de seleccionar plantas a su gusto, por consiguiente provoca un uso excesivo del forraje y resulta un alto porcentaje de sobrepastoreo, existen 4 factores de pastoreo que son selectividad, intensidad, frecuencia y estación lo que afecta a cada planta de manera diferente (Thorne *et al.*, 2007). por lo tanto al tener la planta una defoliación muy frecuente provoca que no tenga área basal y consecuentemente la planta comienza a ir en decadencia conforme va pasando el tiempo hasta degradar la raíz y posiblemente llegar a la muerte en casos de sequía, tras pasar por esta situación se queda el suelo desnudo y da oportunidad a malezas no deseables y a especies invasoras de plantas las cuales son indeseables en el pastizal (Teague *et al.*, 2008).

El pastoreo continuo se ha considerado cuando un animal apacenta una unidad de manejo por un largo periodo de tiempo sin darle oportunidad a la planta de descansar para que se recupere de la defoliación y crezca adecuadamente así mismo como consecuencia la selectividad de las especies forrajeras ocasionando sobrepastoreo. Este sistema muestra bajos costos de inversión principalmente en la infraestructura, ya que no se requieren cercos que dividan el área del rancho ni se necesitan más unidades de manejo, si se tiene una carga animal adecuada resultan ganancias aceptables en el ganado (Holechek *et al.*, 2010; VALLENTINE, 1990). Históricamente el pastoreo continuo es el más popular dada su simplicidad, manejo e inversión. La presión del pastoreo se logra a través del ajuste de la carga animal, siendo considerado con seguridad que el sistema produce mayores ganancias por animal pero menor ganancia en producción por hectárea lo que lo hace un sistema ineficiente (Holechek *et al.*, 2010).

El pastoreo continuo está generalmente orientado con un pastoreo en parches y deterioro de los recursos en áreas localizadas o en su totalidad (Teague *et al.* 2008). El pastoreo bajo estas condiciones no ocurre uniformemente en espacio y tiempo sobre el potrero o paisaje (Bailey *et al.* 1996, bailey *et al.* 2008). El pastoreo del ganado en agostaderos grandes exhibe un patrón espacial de un uso

repetitivo, defoliando en parches preferidos intensamente y evitando o usando otros ligeramente (Teague *et al* 2008). Consecuentemente, un nivel ligero o pesado, pastoreo de los parches y preferencia de especies son sujetos a una excesiva presión de pastoreo. La distribución de los animales herbívoros en pastoreo presenta un problema difícil de controlar para los manejadores o propietarios, mayormente cuando en la zona existe fauna silvestre de caza grande como el elk, una población de elk lo suficientemente alta puede llegar a ocasionar que el ganado no se desarrolle de acuerdo a los estándares de crecimiento ni se reproduzca adecuadamente, también puede reducir las tazas de ganado dada la competencia por el alimento, al existir dicha competencia en el hábitat se ocasiona una degradación del pastizal severa (Bailey *et al.*, 1996).

2.4 Pastoreo multipotreros

Jaredh smith fue el primero en abogar por el sistema rotacional diferido, al notar que las características del hábitat estaban pasando por un cambio, por consecuencia de una alta población de ganado lo que genero sobrepastoreo en los pastizales de agostadero por los años 1885 - 1899, tras observar el modo de pastoreo de los animales nativos migratorios como el bisonte que se movía naturalmente a lo largo de las áreas de pastizal proporcionándole descanso a las plantas lo que les daba el tiempo necesario para crecer adecuadamente mejorando la calidad del forraje (Coughenour, 1991). Los sistemas de manejo especializados tienen el potencial de minimizar los efectos del sobrepastoreo en estaciones forrajeras de preferencia proporcionando tiempos de descanso y tiempos de defoliación aumentando la cobertura de herbáceas y disminuyendo el área de suelo desnudo (W. Richard Teague *et al.*, 2010). La idea básica de utilizar los sistemas especializados de pastoreo rotacionales es de proporcionar periodos de forrajeo y en su momento darle oportunidad de descanso al pastizal con la finalidad de incrementar el crecimiento correcto de la vegetación y darle uniformidad al pastizal (Roche *et al.*, 2015). El objetivo de los sistemas de pastoreo especializados como el multipotreros es de incrementar la producción de plantas

clave en el pastizal, plantas palatables para el animal y de buen grado alimenticio, proporcionándole lo necesario a la planta de crecer con gran vigor y darle oportunidad de reproducirse, permitiendo que se encuentre disponible para los animales y sea cosechada eficientemente (Briske *et al.*, 2008).

El sistema de pastoreo de corta duración fue comenzado y desarrollado en Zimbabwe por Allan Savory en los años 1960, después nombrado Método de pastoreo Savory y aún más recientemente nombrado Manejo Holístico. Este sistema consiste en tener una cantidad grande de potreros en donde cada uno de los potreros se cuente con al menos agua en disponibilidad, también se puede usar con cercos móviles para darle un más eficiente manejo en el tiempo controlado, para determinar el tiempo de la duración del pastoreo se debe tomar en cuenta la densidad de carga que se aplicara en el predio. Se cree que la alta densidad de carga proporciona beneficios como los siguientes:

1. Se mejora la infiltración del suelo mediante el pisoteo
2. Incrementa el ciclo mineral
3. Reduce la selectividad, por lo tanto, más plantas son defoliadas.
4. Mejora el índice de área foliar
5. Darle un apacentamiento más uniforme al pastizal
6. Incrementa el periodo cuando el forraje es disponible para el ganado
7. Reduce el porcentaje de plantas lobo, es decir plantas que no ´pastorea el ganado.

Todos estas situaciones son clave para la sostenibilidad de un pastizal (Holechek *et al.*, 2010).

Los objetivos principales para aumentar la producción de pastizal son mejorar la productividad de especies de plantas asegurando un reposo adecuado para plantas clave(Briske *et al.*, 2008). Uno de los objetivos del uso de sistemas rotacionales es incrementar la producción de plantas perenes en el ecosistema

ya que estas plantas son las cuales proporcionan cantidades importantes de forraje y además incrementa la capacidad de mejorar la producción de forraje en años húmedos, así mismo proporciona estructura y hábitat para aves (Porensky *et al.*, 2021). A su vez también ayuda a reducir la selectividad de plantas forrajeras aumentando la densidad de animales mejorando la heterogeneidad de defoliación y asegurando una distribución más uniforme de ganado en el predio reduciendo parches de sobrepastoreo y aumentando la uniformidad de apacentamiento (Briske *et al.*, 2008).

Dentro de los sistemas de pastoreo, una de las variables que se intenta manejar es la distribución del ganado en el potrero. El manejo de la distribución del ganado en pastoreo es un desafío para los manejadores y productores (Hodgson 1990, Bailey *etal* 1996, Vallentine 2001, Holecheck *etal* 2011, Ganskopp 2001). Esto es debido a que la distribución del ganado tiene efecto en la estructura y funcionamiento del ecosistema de pastizal, debido a que altera los procesos de flujo de energía, ciclo biogeoquímico, descomposición de materia orgánica y composición de la comunidad (Brizuela *et al.*, 2016; Hobbs, 1996).

Se encontró una relación entre las características del hábitat con los patrones observados de pastoreo, recalcando el uso excesivo de parches o estaciones de forrajeo de preferencia por el animal, debido a factores abióticos como la distancia del agua, los parches seleccionados se encontraran siempre más cercanos al agua para disminuir el gasto de energía y a factores bióticos como especies, morfología de la planta, productividad y calidad de la planta, por otro lado también existen áreas las cuales no son defoliadas en toda la temporada por no ser tan palatables. Existe un término “matching” refiriéndose a un emparejamiento entre la especie animal con ciertas plantas lo que llega a provocar el apacentamiento excesivo en ciertas zonas, dicho empate se ha observado en especies animales como el bisonte, ganado bovino, caballos salvajes, venado bura, borregos y elk (Bailey *et al.*, 1996).

Tras existir demasiada competencia en el pastoreo de un predio donde hay parches seleccionados por los animales provoca la degradación del pastizal por lo cual se decidió realizar prácticas de manejo y unidades de manejo para pastoreo (sistemas de pastoreo especializados) como la proporción de sales y minerales al ganado, la implementación de cercos y distribución del agua en cada unidad de manejo como infraestructura para el manejo del pastoreo dando como resultado una defoliación más uniforme aprovechando la mayor cantidad posible de forraje (Bailey *et al.*, 1996). Ahora bien ganaderos alrededor del mundo han implementado y puesto en marcha el sistema de pastoreo con múltiples potreros con protocolos de gestión y han logrado una excelente producción tanto de animal como de vegetación, los ganaderos que han usado el sistema multipotreros han reportado un alto grado de satisfacción con los resultados tanto económicos como ecológicos (Teague *et al.*, 2011).

2.5 Comparación de sistemas de pastoreo continuo y pastoreo multipotreros

A pesar de las preocupantes evidencias experimentales en contra del pastoreo rotacional, el apacentamiento rotacional continúa siendo la única estrategia viable de apacentamiento del pastizal (Briske *et al.*, 2008). La forma más común de pastorear es con el sistema continuo, pero el uso intenso de este sistema de pastoreo provoca la selección y consecuente la degradación de las áreas de pastoreo provocando un deterioro del pastizal, el objetivo de los sistemas de pastoreo especializados como lo es el Multipotreros es el de conservar los pastizales mediante el manejo usando el ganado como protagonista, aumentando la producción y la cosecha eficiente de forraje (Teague *et al.*, 2011). En Norteamérica se encontró que el sistema multipotreros mejora la materia orgánica y la composición de la vegetación en el suelo en comparación con el sistema continuo (Augustine *et al.*, n.d.).

Se encontró que en los pastizales que abarcan desde Nuevo México, Texas, Arizona y México ha ido en decadencia la producción del pastizal, lo que ha provocado la degradación del hábitat del berrendo (*Antilocapra americana*) por lo tanto si disminuye el alimento disminuyen el porcentaje de crías. Además determino que la sustitución del bisonte americano por el ganado bovino como herbívoro dominante altero la frecuencia de pastoreo al no haber un manejo ecológico (Locke *et al.*, 2021). Se seleccionó el sistema continuo como el más usado por su fácil manejo y por ser menos laborioso, por el contrario el sistema rotacional requiere de mayor infraestructura lo que significa mayor inversión y mantenimiento (Holechek *et al.*, 2010). El sistema rotacional es lo más parecido al modo de pastoreo del bisonte americano, existiendo una relación entre el ganado y la fauna silvestre en este ejemplo el berrendo venado bura y venado cola blanca, siendo esto lo más parecido a la naturaleza, proporcionándole tiempos de descanso largos para que la planta se recupere, este manejo brinda beneficios grandes para el hábitat como la producción de herbáceas anuales, a efecto de la defoliación uniforme de ambos herbívoros mejorando así el hábitat para la fauna silvestre (Locke *et al.*, 2021).

Las ventajas de un sistema especializado como lo es el sistema rotacional de multipotreros son generalmente determinadas por la condición del pastizal, se trata de darle un establecimiento a las plantas proporcionándoles un descanso adecuado generando la oportunidad de crecer con gran vigor y llegar a la madurez de la semilla lo que le permite la reproducción y distribución de las plantas clave (Heady, 1961). Se comenta que las ganancias de peso en los animales no se verán afectadas con los sistemas de pastoreo especializados ya que no presentan diferencia significativa entre el sistema de pastoreo continuo y multipotreros, sin embargo si se pueden utilizar para lograr objetivos de conservación del ecosistema (Derner & Hart, 2007).

Las desventajas de un sistema de pastoreo especializado como el multipotreros es lo difícil que es establecer la infraestructura adecuada con la topografía,

cercos, disponibilidad de agua en potreros, y que cada año ciertas áreas serán usadas con mayor frecuencia que otras por la respuesta del pastizal de cada área (Heady, 1961).

Dentro de los sistemas de pastoreo, una de las variables que se intenta manejar es la distribución del Ganado en el potrero, lo que resulta un desafío para los manejadores y productores. (Bailey *et al.*, 1996; Coughenour, 1991; Ganskopp, 2001; Holechek *et al.*, 2010; VALLENTINE, 1990). Esto es debido a que la distribución del Ganado tiene efecto en la estructura y funcionamiento del ecosistema, debido a que altera los procesos tales como el flujo de energía, ciclo biogeoquímico, descomposición de materia orgánica y composición de la comunidad. (Brizuela *et al.*, 2016; Hobbs, 1996).

2.6 Producción de forraje

(Teague *et al.*, 2011) demuestra que hay diferencias significativas entre la composición proporcional y biomasa de las plantas, el área manejada con un sistema multipotreros cuenta con un alto porcentaje de biomasa en las plantas comparado con el área donde se utiliza un sistema continuo teniendo un porcentaje más bajo. Hablando de producción de forraje se realizó un estudio comparando el sistema múltiples potreros con el sistema continuo y se encontró diferencias significativas favoreciendo al sistema multipotreros, dando como resultado una producción total de forraje de 4680a kg ha⁻¹ en el sistema multipotreros mientras que el sistema continuo tuvo una producción de forraje total de 2696c kg ha⁻¹ (Teague *et al.*, 2011).

2.7 Cobertura del suelo

Se encuentra una diferencia significativa en la cobertura del suelo con un área mayor de suelo desnudo en un sistema continuo que en un sistema multipotreros dando una diferencia estadística significativa para el sistema continuo comparado

con el pastoreo multipotreros. Además se encuentra que en las herbáceas hay un mayor porcentaje de cobertura en un sistema Continuo, esto debido a que su cobertura de gramíneas no es muy alta, por el contrario en el sistema multipotreros la cobertura de gramíneas es mucho mayor a la de herbáceas (Teague et al., 2011).

2.8 Nutrición en suelo

En cuanto a la materia orgánica en el suelo los resultados revelaron una diferencia significativa con una muestra de suelo que tiene una profundidad de 0 a 15cm en un suelo con sistema multipotreros resulto 5.72^a mientras que en un suelo con sistema continuo fue de 3.76b, además se mostró otra muestra ahora en una profundidad de 15 a 30cm donde en un suelo con sistema multipotreros arrojó un resultado de 4.00a y en un suelo con sistema continuo resulto 2.45b(Teague et al., 2011)¹. En norte américa se encontró que el sistema multipotreros mejora la cantidad de materia orgánica y la composición de la vegetación en el suelo en comparación con el sistema de pastoreo continuo (Augustine *et al.*, n.d.).

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se realizó en un pastizal mediano abierto ubicado en el Rancho Valle Colombia en el municipio de San Buenaventura Coahuila ($28^{\circ}22'02''$ N $102^{\circ}18'10''$ W), este rancho cuenta con una extensión total de 24,000 ha la cual se divide en 143 potreros los cuales tienen un área aproximada de 120 ha media, se cuenta con un total de 1,300 cabezas de ganado dividiéndolas en 3 hatos tomando en cuenta un cambio de números con mucha variabilidad año con año. Las razas de ganado que se tienen en el sitio son HEREFORD, HEREFORD X ANGUS NEGRO Y BEEFMASTER X HEREFORD. Por otro lado, el ejido se encuentra en el mismo valle y esta contiguo al rancho, se desconoce la cantidad real de ganado y de ha en la zona del ejido en el cual están establecidas razas similares, como ANGUS NEGRO, ANGUS ROJO Y BEEFMASTER.

3.2 Descripción del sitio

En ambos sitios el clima es semiárido semi cálido y semi seco el frio es muy extremo en las temperaturas característico del norte de Coahuila con una temperatura media anual de $16 - 22^{\circ}$ además sus temperaturas son muy altas en primavera y verano alrededor de los 40° y temperaturas que bajan de los $0^{\circ} - 16$ en invierno con una temperatura media anual de 14.3° . La temporada de lluvias comprende las estaciones de primavera y verano siendo el mes de septiembre el mes del año más lluvioso. La precipitación media anual es de 423.9 milímetros donde sus valores van de los 150mm a los 550mm anuales. La altura sobre el nivel del mar es alrededor de los 1,600m por ser un valle que se ubica entre la sierra.

La vegetación en el rancho y en el ejido varía ya que en algunas partes se cuenta con una vegetación de matorral submontano, pastizal mediano abierto, matorral espinoso y matorral rosetofo, sin embargo, la vegetación de los sitios donde se

sacaron las muestras es de pastizal mediano abierto. Los suelos predominantes del área son litosoles y xerosoles.

Las tierras tanto del Valle Colombia como de los alrededores son utilizadas para el pastoreo del ganado y la minería, además colinda con ranchos conocidos con buen manejo como el Cimarrón y Buenavista. Los zacates predominantes en la zona son gramíneas, aunque también se encuentra una gran cantidad de herbáceas, las gramíneas predominantes y las que se utilizaron para el estudio son el zacate navajita (*Bouteolua gracilis*) y el zacate banderita (*Bouteloua curtipendula*).

3.3. Historial de pastoreo en la zona

Generalmente en los ranchos ganaderos se usa el pastoreo continuo donde los animales deambulan libremente por toda la extensión, sin embargo, en los ranchos donde se usa un sistema de pastoreo especializado utilizan potreros por hato de ganado pastoreando el ganado de 1 a 3 días y enseguida del pastoreo se le da un descanso de 30 a 50 días para la recuperación del pastizal.

El tipo de manejo que se ha utilizado en el rancho Valle Colombia ha sido de multipotreros donde se le da un tiempo corto de pastoreo y un tiempo largo de descanso, con un antecedente de alrededor de 50 años lo que ha logrado que la salud del pastizal mejore año con año. En la extensión del ejido donde se sacaron las muestras se utiliza un sistema continuo el cual ha provocado el deterioro del pastizal.

3.4. Producción de forraje

La producción de forraje en el área se determinó tomando 4 muestras en el rancho y 4 muestras más en el ejido, levantando la materia vegetal en 1m² de pastizal, dividiendo las especies de las plantas tomadas en el sitio, cada una se

depositó en bolsas de papel y se trasladó a la estufa de secado durante 3 días a 60°C para que terminara totalmente deshidratado y posteriormente se pesaron las muestras para comparar la producción aproximada por hectárea de ambos sitios. Se demostró con los pesos de las muestras de forraje que en el pastizal del rancho es mayor la producción de pastizal mientras que en el ejido la producción es menor, estos resultados se le atribuyen al tipo de sistema de pastoreo lo cual provoca la variabilidad de la producción de forraje.

3.5 Cobertura del suelo

Para determinar la cobertura de los sitios a evaluar se utilizó la variante de muestreo línea Canfield la cual consistió en una línea de 3 metros en la cual cada 10cm se tomó referencia de lo que había justo ahí, se capturo lo existente, ya sea gramíneas, herbáceas, piedra, suelo desnudo y mantillo. Se tomaron los 30 datos y se pasaron a un paquete estadístico para conocer el porcentaje de cobertura en el suelo. Tras haber obtenido los resultados del paquete estadístico SPCS donde se realizaron los comparativos estadísticos.

3.6 Nutrientes del suelo

Las variables del suelo que se determinaron tomando 4 muestras en el sitio donde se utiliza un sistema de pastoreo multipotreros y 4 más en el sitio donde se aplica un sistema de pastoreo continuo donde se sacaron 2 muestras de suelo con una pala, una muestra de 0 a 15cm de profundidad y la otra de 16 a 30cm, después se depositaron en una bolsa de plástico debidamente enumeradas para posteriormente llevarlas al laboratorio de suelos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para analizar las características en el suelo del pastoreo multipotreros y del pastoreo Continuo, donde se determinó lo siguiente:

- Textura.
- Densidad aparente.
- pH.

- Saturación.
- Conductividad eléctrica.
- Sólidos totales disueltos.
- Materia orgánica.
- Carbono orgánico.
- Nitrógeno total.

3.7 Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de cada una de las variables en pastoreo continuo y multipotreros. Del mismo modo, se realizaron pruebas de normalidad, se buscó normalizar los datos, ante un resultado no favorable se optó por el uso de pruebas no paramétricas para las variables siguientes, *Bouteloua curtipendula*, *Bouteloua gracilis*, herbáceas, mantillo, suelo desnudo, piedra o grava, pH, Conductividad eléctrica, Materia Orgánica, Carbono orgánico y - Nitrógeno total fueron analizados mediante la prueba paramétrica de Mann-Whitney que se puede observar en el anexo 1. Los procedimientos anteriormente mencionados fueron realizados con la ayuda del software SPSS 23, con un nivel paramétrico de significancia de 0.05. Por otro lado en otros recuadros se usa un análisis descriptivo de medias \pm desviación estándar como ejemplo se puede observar el anexo 2.

RESULTADOS

4.1 Resultados

Al comparar los efectos de dos estrategias de manejo de apacentamiento: pastoreo continuo y multipotreros, sobre la vegetación y suelo se muestran los siguientes resultados.

4.2 Producción de forraje

El análisis estadístico muestra que existe diferencia altamente significativa ($P=0.009$) (ver anexo 1). Con respecto a la producción de forraje se presentó mayor en el pastoreo multipotreros que en el Continuo, lo que se puede observar en la figura 1 es decir el sistema multipotreros presento una producción de 1,434 Mg ha⁻¹ mientras que en el continuo alcanzo una producción de 0.140 Mgha⁻¹. El mencionado análisis descriptivo se revela en el anexo 2.

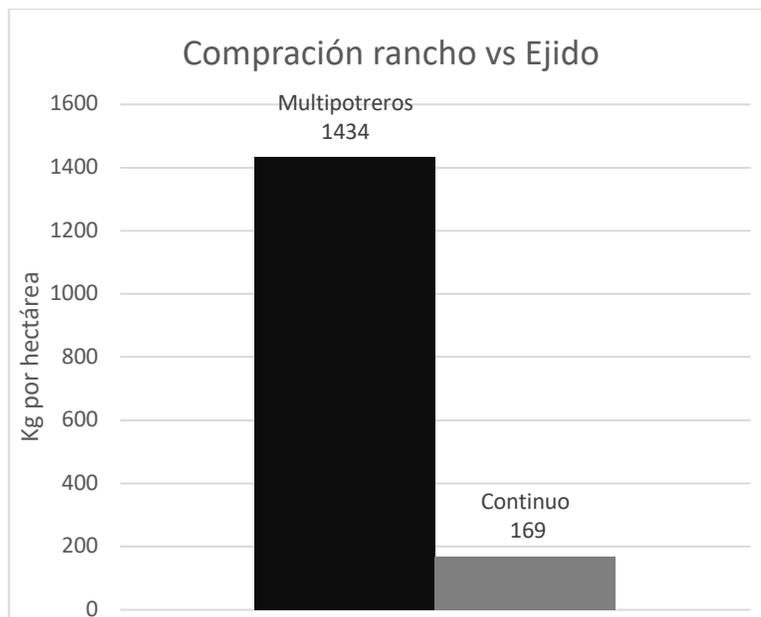


Figura 1. Resultados del comparativo de la producción de Forraje en pastoreo continuo y multipotreros.

4.3 Cobertura vegetal

La cobertura total del suelo muestra que existe diferencias estadísticas significativas ($p=0.021$) (Anexo 3) por lo que el pastoreo multipotreros muestra una mayor cobertura vegetal que el efecto de un pastoreo continuo en el pastizal árido. La cobertura total para el pastoreo multipotreros es de 65.24 % de vegetación y mantillo y el 5.99 % es para la piedra/grava, muestra que en el pastoreo continuo mostro una cobertura vegetal de 23.32 % entre gramíneas, herbáceas y mantillo, y 12.21% de piedra/grava (Anexo 4) (Figura 2).

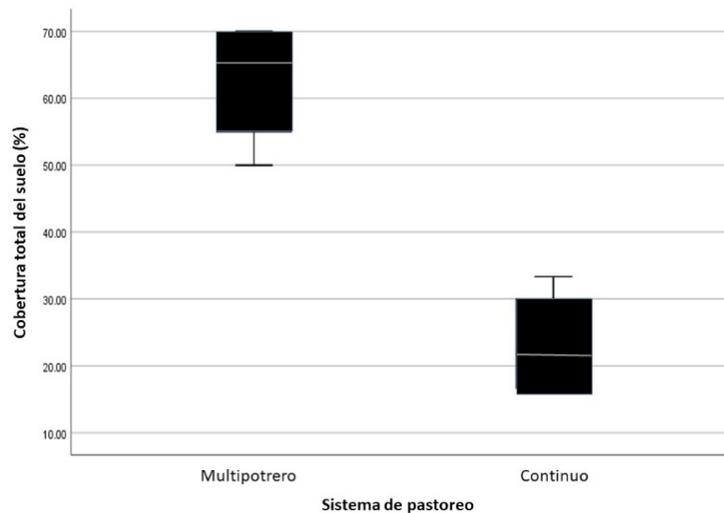


Figura 2. Resultados del comparativo de Cobertura total del suelo en pastoreo continuo y multipotreros.

4.4 *Bouteloua curtipendula*

En relación a la cobertura vegetal, se observa que existe diferencia estadística significativa ($P=0.021$) para *Bouteloua curtipendula* en el sitio de pastoreo multipotreros que en el pastoreo Continuo, (ver en anexo 5) el cual se evalúa con

la prueba no paramétrica de Mann-Whitney. En la figura 3 que se muestra a continuación se puede observar que el desarrollo de *Bouteloua curtipendula* fue superior en el pastoreo multipotreros, la respuesta de *Bouteloua curtipendula* al paquete estadístico observa valores de 39.31 ± 16.88 % de cobertura vegetal para el pastoreo multipotreros comparado con en el pastoreo continuo que dio valores de 9.99 ± 6.66 % (anexo 6).

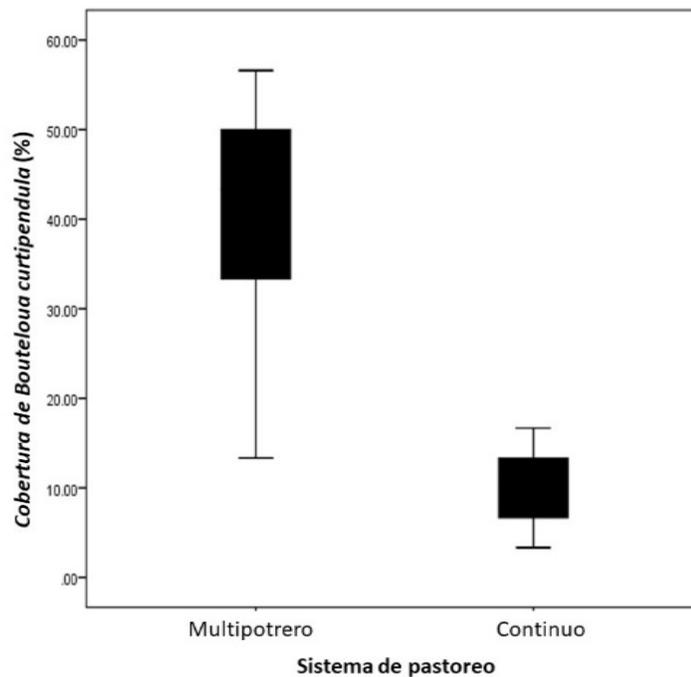


Figura 3. Resultados del comparativo de *Bouteloua curtipendula* en pastoreo continuo y multipotreros.

4.5 *Bouteloua gracilis*

Para *Bouteloua gracilis* no existe diferencia estadística significativa ($P=0.122$) tanto para el pastoreo de multipotreros como para el pastoreo continuo (ver anexo 7). En el siguiente comparativo estadístico que se puede observar en el anexo 8 se ven valores similares, es decir los valores de 9.95 ± 3.28 % y $7.77 \pm 1,92$ % de cobertura vegetal son similares para el pastoreo continuo como para el multipotreros respectivamente, se observa el comparativo en la figura 4.

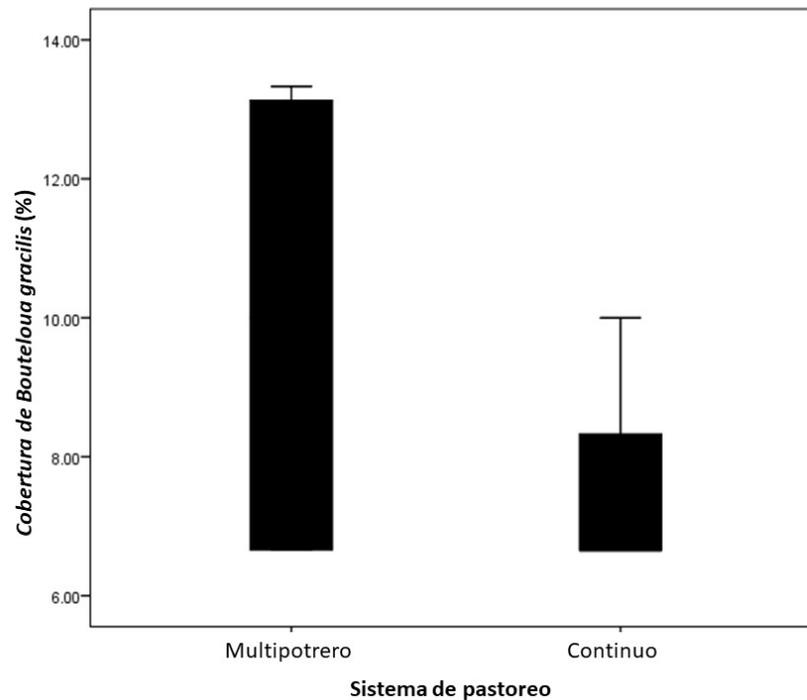


Figura 4. Resultados del comparativo de *Bouteloua gracilis* en pastoreo continuo y multipotreros.

4.6 Herbáceas

En la figura 5 se observa que de igual manera para la cobertura vegetal de herbáceas no existe diferencia estadística significativa ($P=0.653$) (ver en anexo 9). En respuesta al pastoreo continuo como para el pastoreo multipotreros, sus valores son del orden de 5.99 ± 4.34 % y 4.44 ± 3.84 % para pastoreo continuo y para multipotreros respectivamente (anexo 10).

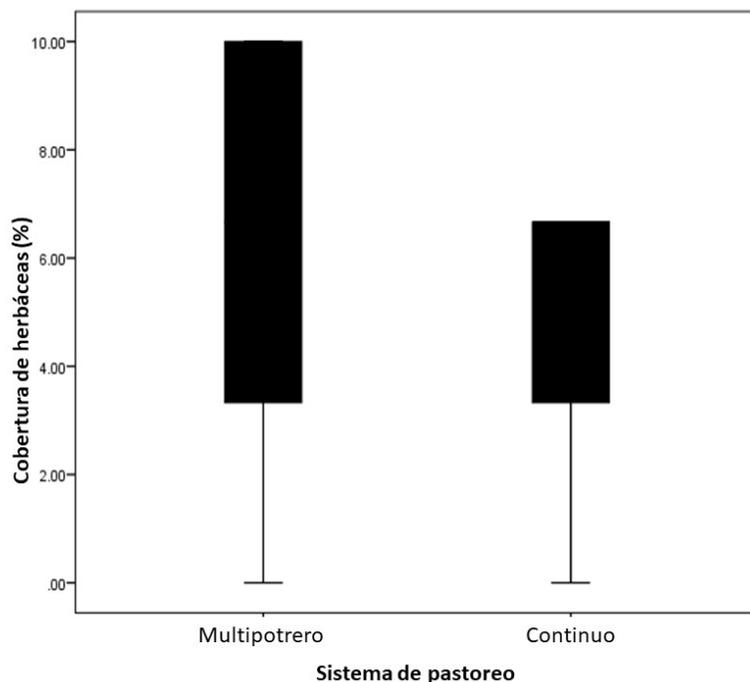


Figura 5. Resultados del comparativo de Herbáceas en pastoreo continuo y multipotreros.

4.7 Cobertura total de gramíneas

Se realizó una suma de boutelouas, para determinar el porcentaje de gramíneas como se muestra en el análisis descriptivo en el anexo 11, se muestra la diferencia de la suma de los pesos de *Bouteloua curtipendula* y *Bouteloua gracilis*, además se puede apreciar una diferencia numérica entre ambos sitios, ya que el pastoreo multipotreros presenta una media de $56.59\% \pm 12.38\%$, de forma similar, en el pastoreo continuo la media fue $18.32\% \pm 6.93\%$. Para obtener esta información se realizó la prueba de T (anexo 12, figura 6).



Figura 6. Resultados del comparativo de la producción de *Boutelouas* en el pastoreo continuo y multipotreros.

4.8 Mantillo

Por otro lado, en lo referente a mantillo existe diferencia estadística significativa ($P=0.037$) tanto para el pastoreo continuo y para multipotreros respectivamente (ver en anexo 13). En los resultados del paquete estadístico (análisis descriptivo en anexo 14) se observa mayor cantidad en respecto al pastoreo multipotreros que para el pastoreo continuo ya que sus valores son de $9.99 \pm 4.71 \%$ y $1.11 \pm 1.92 \%$ respectivamente (Figura 6).

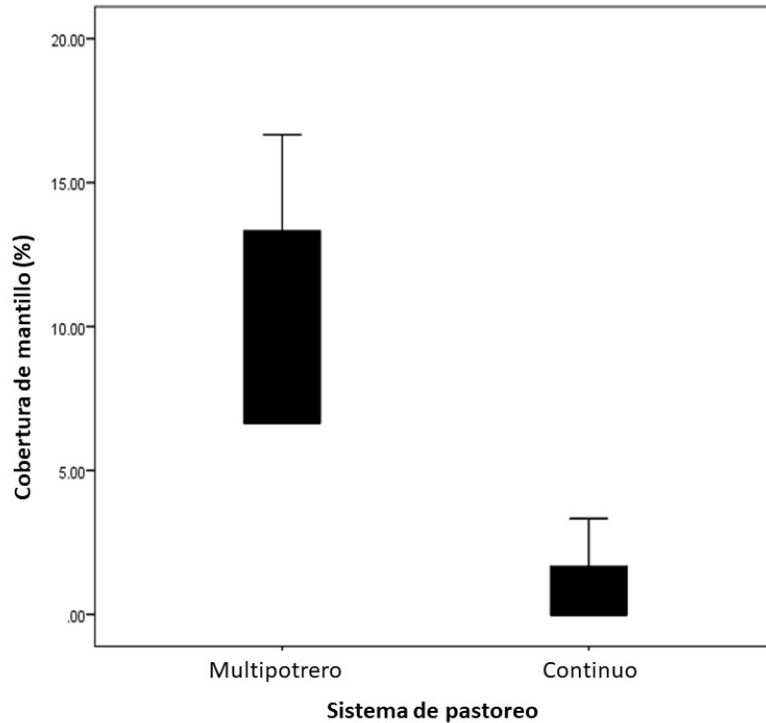


Figura 7. Resultados del comparativo de Mantillo en pastoreo continuo y multipotreros.

4.9 Suelo desnudo

Para el suelo desnudo, se muestra una diferencia estadística significativa ($P=0.020$) para el pastoreo multipotreros que para el pastoreo continuo (anexo 15). Así mismo se puede notar en el anexo 16 la comparación de estadísticos del suelo desnudo, esta variable muestra valores de 27.31 ± 22.77 % de suelo desnudo para el pastoreo multipotreros y 64.44 ± 5.09 % para el pastoreo continuo (Ver Figura 7).

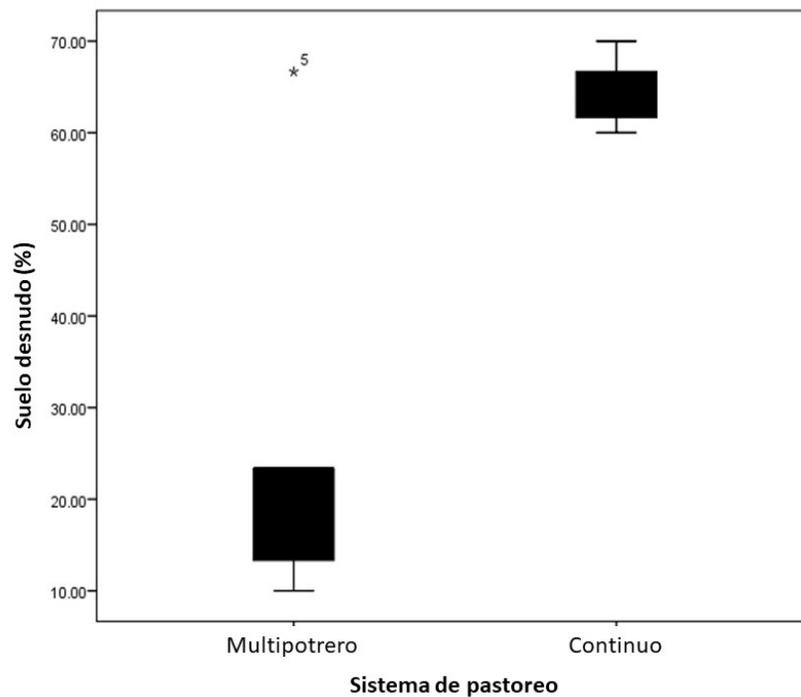


Figura 8. Resultados del comparativo del suelo desnudo en pastoreo continuo y multipotreros.

4.10 Piedra grava

En la piedra grava No existe diferencia estadística significativa ($P = 0.770$) en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros, como se puede apreciar en el anexo 17.

A pesar de que no existe diferencia estadística significativa (anexo 18), para los valores de piedra y grava en el pastoreo multipotreros y para el pastoreo continuo con valores de $5.99 \pm 8.30 \%$ y $12.21 \pm 5.09 \%$ respectivamente los datos muestran que al haber mayor disposición de piedra y grava menor será la disponibilidad de suelo para ser ocupado por cubierta vegetal (Ver figura 8).

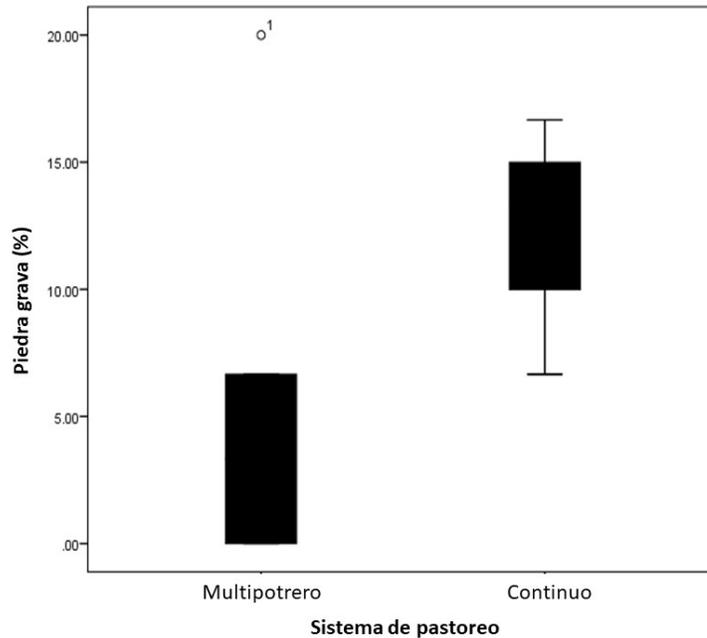


Figura 9. Resultados del comparativo de Piedra Grava en Pastoreo continuo y multipotreros.

4.11 Densidad aparente

Un atributo del suelo es la densidad aparente, la cual puede ser modificada por el apacentamiento. En el contexto de la densidad aparente de un pastizal baja en un manejo de pastoreo multipotreros donde existe una diferencia estadística significativa ($P=0.036$) que para el pastoreo continuo (ver anexo 19). Esto es debido a que se observa una respuesta de 0.93 g/cm^3 para el pastoreo multipotreros que para el pastoreo continuo que obtuvo 1.16 g/cm^3 (figura 9, anexo 20).

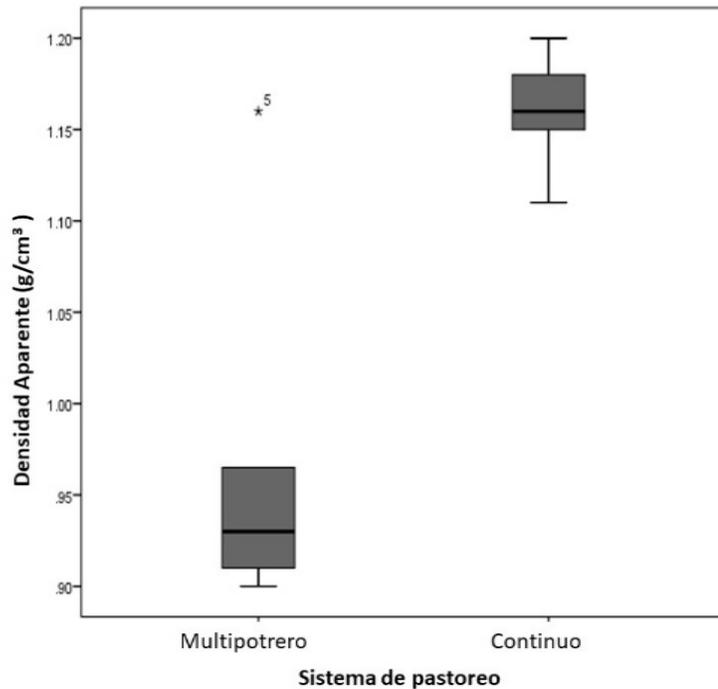


Figura 10. Resultados del comparativo de Densidad Aparente en pastoreo continuo y multipotreros.

4.12 pH y Conductividad eléctrica

Para la variable de Conductividad eléctrica y pH no existe diferencia estadística significativa para el efecto del pastoreo continuo y multipotreros, siendo por consiguiente similares (Ver figura 10 y 11). Para observar las comparaciones estadísticas ver anexos 21 y 22 para pH y anexos 23 y 24 para conductividad eléctrica.

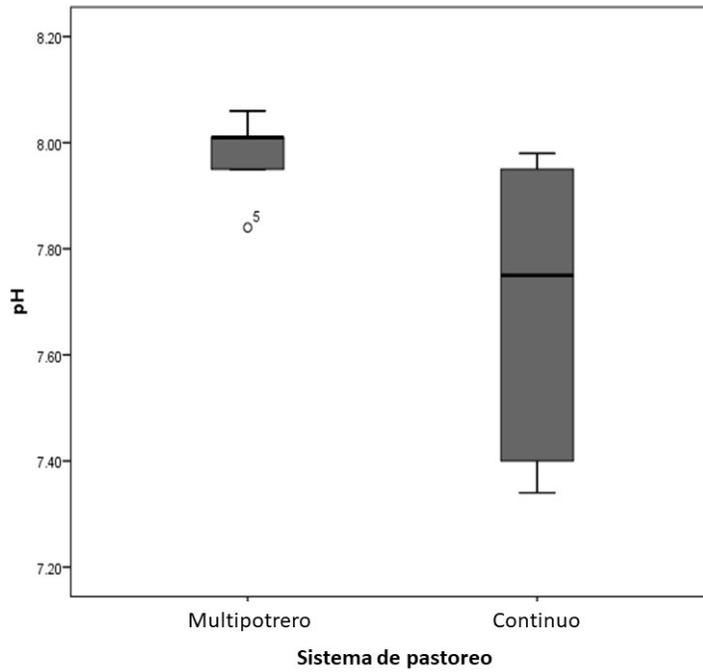


Figura 11. Resultados del comparativo de pH en un pastoreo continuo y multipotreros.

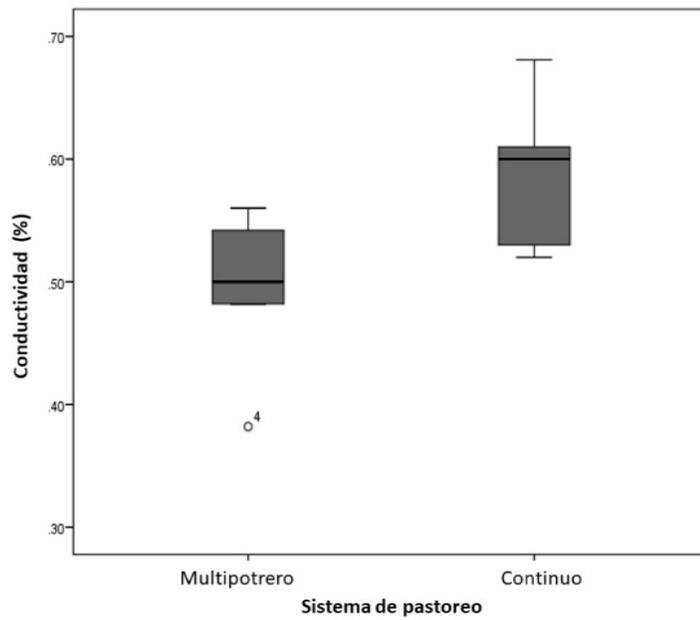


Figura 12. Resultados del comparativo de Conductividad eléctrica en pastoreo continuo y multipotreros.

4.13 Materia orgánica

No obstante, para la evaluación de la materia orgánica MO se observa una diferencia estadística significativa ($P=0.009$), (ver anexo 25). Siendo mayor en el pastoreo multipotreros que para el pastoreo Continuo. La respuesta al efecto del pastoreo es de 4.97 ± 1.57 % para el pastoreo multipotreros ya que el pastoreo continuo presento 1.83 ± 0.17 % (ver figura 12 y anexo 26 para ver la comparación de estadísticos).

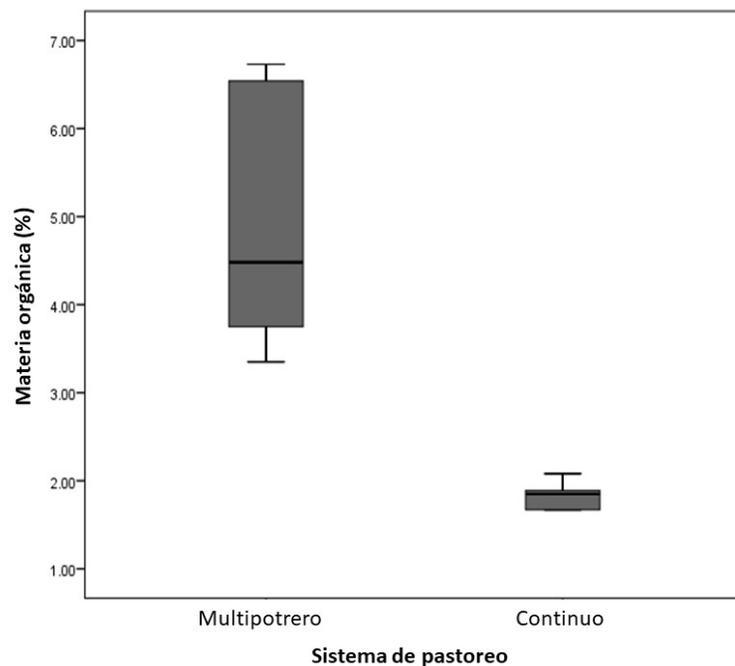


Figura 13. Resultado del comparativo de Materia orgánica en pastoreo continuo y multipotreros.

4.14 Carbono orgánico

La respuesta del Carbono orgánico CO del suelo se observa una diferencia estadística significativa ($P=0.009$), (ver anexo 27). Entre el efecto de los diferentes tipos de pastoreo, siendo mayor en el pastoreo multipotreros que en el pastoreo Continuo, ya que se muestran valores de 2.88 ± 0.914 % y 1.06 ± 0.105

% para el pastoreo multipotreros que para el pastoreo continuo respectivamente (Ver anexo 28, figura 13).

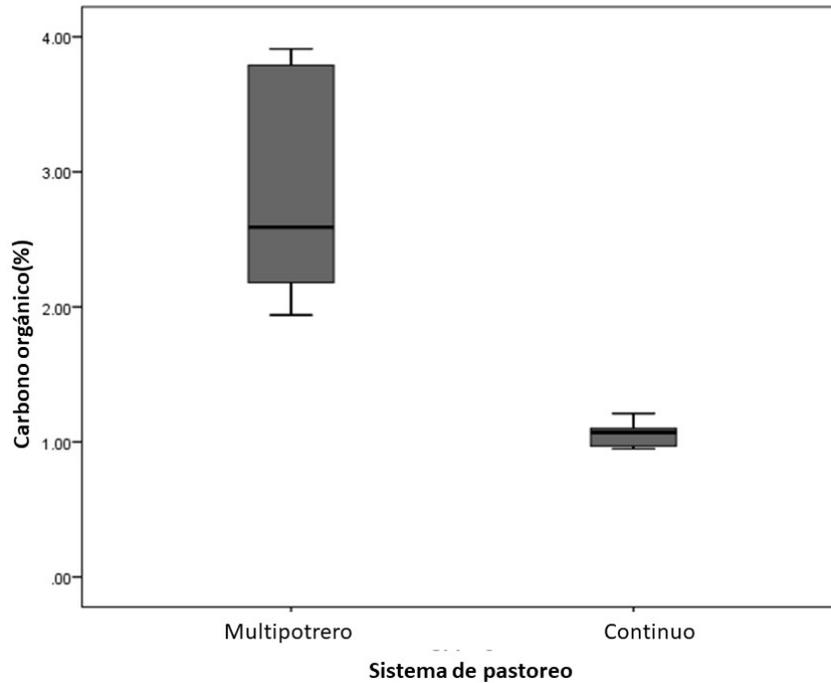


Figura 14. Resultado del comparativo de Carbono orgánico en pastoreo continuo y multipotreros.

4.15 Nitrógeno total

Por otra parte, para el Nitrógeno total (N total) existe una diferencia estadística significativa ($P=0.009$), (ver anexo 29) ya que el pastoreo multipotreros se observan valores de 7.306 ± 2.316 % mientras que para el pastoreo continuo existe una respuesta de 2.736 ± 0.237 % de N total en los pastizales apacentados por ambas estrategias (ver figura 14, Anexo 30).

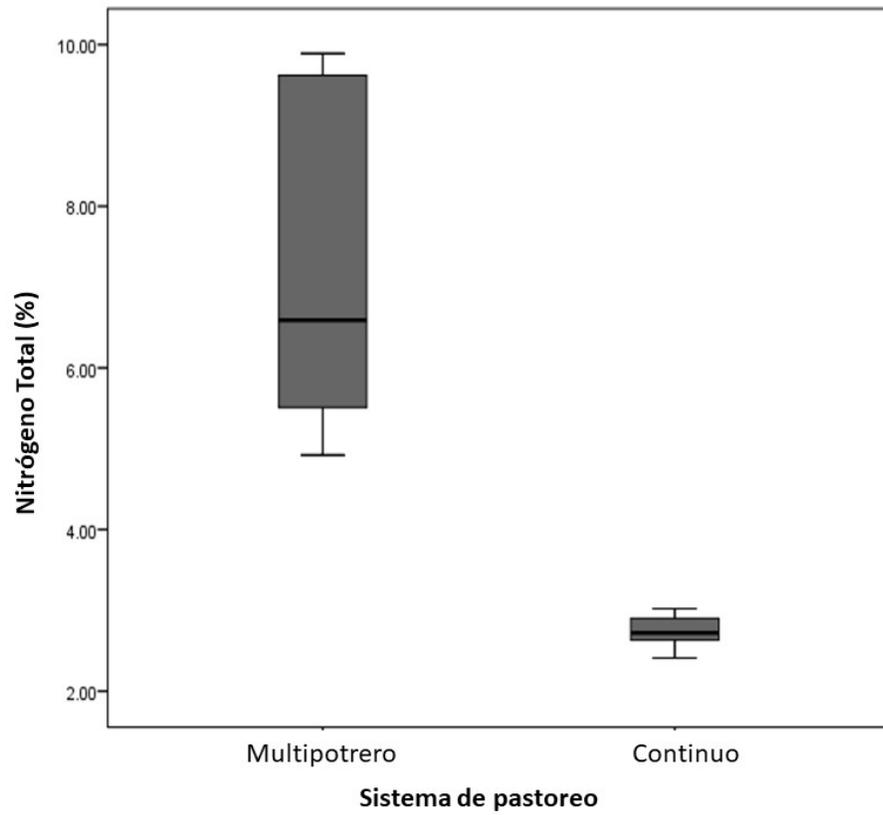


Figura 15. Resultados del comparativo de Nitrógeno Total en pastoreo continuo y multipotreros.

DISCUSIÓN

5.1 Vegetación, Producción de Forraje

La productividad de forraje en el Rancho Valle Colombia con un sistema de pastoreo multipotreros minimiza los efectos del sobrepastoreo en parches seleccionados por el animal para su frecuente defoliación, ya que en este sistema se cuenta con una carga animal mayor y una menor frecuencia de pastoreo, esto asegura una distribución más uniforme del ganado en el potrero, por consiguiente, se obtiene una defoliación uniforme del pastizal. Eventualmente se le proporciona el tiempo necesario de descanso al pastizal dependiendo las condiciones del potrero, lluvia, intensidad y frecuencia con la que fue pastoreado anteriormente. Dando como resultado una mayor producción de forraje en el potrero, aumentando la cobertura de gramíneas y herbáceas, además disminuye el área de suelo desnudo comparado con un sistema de pastoreo continuo como lo menciona (Richard Teague *et al.*, 2010). A pesar de que (VALLENTINE, 1990) mencione que el sistema continuo muestra bajos costos de inversión y poca mano de obra, si se tiene una carga animal adecuada para la unidad de pastoreo resultan ganancias aceptables de peso en los animales (Holechek *et al.*, 2010). Mientras que con el pastoreo de multipotreros se logra una utilización más uniforme de los recursos del pastizal. En el pastoreo multipotreros aumento la producción de gramíneas en especial la especie *Bouteloua curtipentula*, lo que representa resultados positivos para el hábitat comparado con el pastoreo continuo que representa datos negativos, donde dichas respuestas del ecosistema dieron pastos deseables de porte alto y en mayor cantidad, además se observó un notable incremento en la biomasa de las plantas, por el contrario, los pastos menos deseables se vieron en menor cantidad al igual que las herbáceas, esto se le atribuye a la combinación del sistema de pastoreo especializado y a lo empresarial (Teague *et al.*, 2013).

Los efectos de un manejo de pastizales áridos bajo la estrategia de multipotreros indican mejores resultados que el pastoreo Continuo. Un manejo de multipotreros resulta una mayor respuesta de producción de especies de *Bouteloua gracilis* y *Bouteloua curtipendula* y una menor proporción de especies de herbáceas que en el Continuo. Esa respuesta es considerada por (Nordborg *et al.*, 2016) como un efecto de hato o de manada provocadas por periodos cortos de pastoreo y periodos de descanso moderado o largo.

Una manera de producción es debido que las especies deseables han sido sobrepastoreadas, ocurriendo en plantas individuales sujetas a múltiples y severas defoliaciones refiriéndose a esto como a la frecuencia e intensidad de defoliación (Roshier & Nicol 1998) considerándose como especies que declinan por un exceso de defoliación (Briske, 1991). Por su parte Augustine y colaboradores (2020), muestra evidencias de una respuesta similar entre manejo adaptativo y pastoreo Continuo.

5.2 Cubertura de suelo

Bajo un pastoreo continuo de potreros grandes, está asociado a una defoliación en parches promovidos por la selectividad en las plantas, consecuentemente con el deterioro de los recursos en sitios localizados (Teague *et al.*, 2008). La cobertura del suelo o cobertura vegetal en el sistema de pastoreo multipotreros comparado con el sistema de pastoreo continuo presenta una diferencia significativa en los valores representando un valor mayor y benéfico para el sitio donde se efectúa un pastoreo tecnificado, (Teague *et al.*, 2011) encontró una diferencia significativa en cuanto a la cobertura de suelo, obteniendo un área mayor de suelo desnudo en un sistema continuo que en un sistema con multipotreros, además se encuentra un porcentaje mayor de herbáceas en el sistema continuo que en multipotreros, lo cual disminuye la producción de herbáceas por su alta cobertura de gramíneas formando un pastizal deseable para el ganado. La hojarasca creada por especies de plantas arbustivas generan

mayor área de follaje que otras plantas, al quedar la hojarasca sobre el suelo se combina con la cubierta vegetal y ambos crean un microambiente de temperatura y humedad más constante, otorgándole una mayor área de cobertura vegetal al suelo que a su vez favorece la actividad de los microorganismos (Teague et al., 2011).

5.3 Biogeoquímica del suelo

En el ecosistema pastizal árido la funcionalidad del suelo depende grandemente de una adecuada cubierta vegetal y de mantillo para proveer al suelo protección que conlleve a una mejor salud del suelo. Augustine y colaboradores encontraron que el sistema multipotreros en Norteamérica ha registrado mejoras en la materia orgánica y la composición de la vegetación en el suelo, en comparación del sistema de pastoreo Continuo, así como (Teague *et al.*, 2011) también registro un mayor contenido de materia orgánica en un sistema multipotreros. Por otro lado se encontró que en los suelos asociados con los diferentes sistemas de pastizal hay diferencias significativas en nutrientes que componen el suelo tales como nitrógeno, magnesio, calcio, sodio, CEC ph. Siendo resultados favorables para el pastoreo multipotreros (Teague et al., 2011). Existen cambios de las especies en una comunidad de plantas que pueden alterar la composición y función de la biota del suelo, siendo estos impulsores de la función, composición y productividad de los ecosistemas, mejorando la disposición microbiana que hace a los nutrientes disponibles para las plantas, asociación de hongos y raíces mejorando la absorción de nutrientes en las plantas. Lo que conlleva a un suelo rico en nutrientes y es bueno para los pastizales deseables (Teague *et al.*, 2011).

Conclusiones

En conclusión, el pastoreo multipotreros resulta ser una mejor opción de tratamiento para ofrecer al pastizal, comparado con un pastoreo continuo ya que otorga resultados benéficos para el pastizal, ofreciendo una mejor cobertura vegetal, una mayor producción de forraje y un suelo con suficientes nutrientes para producción de vegetación.

Literatura citada

- Augustine, D. J., Derner, J. D., Porensky, L. M., Wilmer, H., Fernández-giménez, M. E., & Briske, D. D. (2020). *UKnowledge Adaptive , Multi-Paddock , Rotational Grazing Management: An Experimental , Ranch-Scale Assessment of Effects on Multiple Ecosystem Services*.
- Bailey, D. W., Gross, J. E., Laca, E. A., Rittenhouse, L. R., Coughenour, M. B., Swift, D. M., & Sims, P. L. (1996). Mechanisms that result in large herbivore grazing distribution patterns. *Journal of Range Management*, 49(5), 386–400. <https://doi.org/10.2307/4002919>
- Briske, D.D. (1991). Developmental morphology and physiology of grasses. In: R. K. Heitschmidt, R.K. y Stuth, J.W. (Eds.). *Grazing Management: An Ecological Perspective*. Timber Press, Portland. Pp 85-108
- Briske, D. D., Derner, J. D., Brown, J. R., Fuhlendorf, S. D., Teague, W. R., Havstad, K. M., Gillen, R. L., Ash, A. J., & Willms, W. D. (2008). Rotational grazing on rangelands: Reconciliation of perception and experimental evidence. *Rangeland Ecology and Management*, 61(1), 3–17. <https://doi.org/10.2111/06-159R.1>
- Brizuela, M., Cid, M., & Cibils, A. (2016). Interacción planta-animal en el contexto de sistemas productivos desarrollados en distintos ambientes ecológicos. *Maskana*, 6(Supl.), 49–73.
- Coughenour, M. B. (1991). Spatial components of plant-herbivore interactions in pastoral, ranching, and native ungulate ecosystems. *Journal of Range Management*, 44(6), 530–542. <https://doi.org/10.2307/4003033>
- Derner, J. D., & Hart, R. H. (2007). Livestock and vegetation responses to rotational grazing in short-grass steppe. *Western North American Naturalist*, 67(3), 359–367. [https://doi.org/10.3398/1527-0904\(2007\)67\[359:LAVRTR\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.3398/1527-0904(2007)67[359:LAVRTR]2.0.CO;2)
- Ganskopp, D. (2001). Manipulating cattle distribution with salt and water in large arid-land pastures: A GPS/GIS assessment. *Applied Animal Behaviour Science*, 73(4), 251–262. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00148-4](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00148-4)

- Heady, H. F. (1961). Continuous vs. Specialized Grazing Systems: A Review and Application to the California Annual Type. *Journal of Range Management*, 14(4), 182. <https://doi.org/10.2307/3895147>
- Hobbs, N. T. (1996). Invited Paper : BY UNGULATES OF ECOSYSTEMS. *The Journal of Wildlife Management*, 60(4), 695–713.
- Holechek, J., Pieper, C. H., & Herbel, C. H. (2010, January 1). *Range management: Principles and practices*. Upper Saddle River.
- Holechek J. Pieper R. D. & Herbel C. H. (1989). Range management : principles and practices. Prentice Hall.
- Locke, J. C., French, J. T., Gonzalez, C. E., Harveson, L. A., Warnock, B. J., & Gray, S. S. (2021). The Effects of Continuous and Rotational Livestock Grazing on Forb Quality and Quantity: Implications for Pronghorn Habitat Management. *Rangeland Ecology and Management*, 77, 75–81. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2021.03.006>
- Porensky, L. M., Augustine, D. J., Derner, J. D., Wilmer, H., Lipke, M. N., Fernández-Giménez, M. E., & Briske, D. D. (2021). Collaborative Adaptive Rangeland Management, Multipaddock Rotational Grazing, and the Story of the Regrazed Grass Plant. *Rangeland Ecology and Management*, 78, 127–141. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2021.06.008>
- Range, N., & Handbook, P. (1997). *Glossary. September*.
- Retallack, G. J. (2013). Global cooling by grassland soils of the geological past and near future. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 41, 69–86. <https://doi.org/10.1146/annurev-earth-050212-124001>
- Roche, L. M., Cutts, B. B., Derner, J. D., Lubell, M. N., & Tate, K. W. (2015). On-Ranch Grazing Strategies: Context for the Rotational Grazing Dilemma. *Rangeland Ecology and Management*, 68(3), 248–256. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.03.011>
- Roshier, D. A. & Nicol, H. I. & Nicol, H. I. (1998). Implications of spatio-temporal variation in forage production and utilization for animal productivity in extensive grazing systems. *Rangeland Journal* 20(1): 3-25. DOI: 10.1071/rj9980003.

- Nordborg, Maria & Röö, Elin. (2016). *Holistic management – a critical review of Allan Savory's grazing method.*
- Teague, R., Provenza, F., Kreuter, U., Steffens, T., & Barnes, M. (2013). Multi-paddock grazing on rangelands: Why the perceptual dichotomy between research results and rancher experience? *Journal of Environmental Management*, 128, 699–717. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.05.064>
- Teague, R., Provenza, F., Norton, B., & Steffens, T. (2008). *Benefits of Multi-Paddock Grazing Management on Rangelands: Limitations of Experimental Grazing Research and*
- Teague, W. R., Dowhower, S. L., Baker, S. A., Haile, N., DeLaune, P. B., & Conover, D. M. (2011). Grazing management impacts on vegetation, soil biota and soil chemical, physical and hydrological properties in tall grass prairie. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 141(3–4), 310–322. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.03.009>
- Teague, W. Richard, Dowhower, S. L., Baker, S. A., Ansley, R. J., Kreuter, U. P., Conover, D. M., & Waggoner, J. A. (2010). Soil and herbaceous plant responses to summer patch burns under continuous and rotational grazing. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 137(1–2), 113–123. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.01.010>
- Thorne, M., Fukumoto, G., & Stevenson, M. (2007). Foraging Behavior and Grazing Management Planning. *Pasture and Range Management.*
- VALLENTINE, J. F. (1990). Introduction To Grazing. *Grazing Management*, 1–19. USA. 220 p. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-710000-5.50004-5>

Anexos

Anexo 1. Producción de Forraje, resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney

	Producción
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	15.000
Z	-2.611
Sig. asintót. (bilateral)	.009
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.008 ^b

a. Variable de agrupación: Sitio

b. No corregidos para los empates.

Anexo 2. Comparación de estadísticos descriptivos de un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticos de productividad	Sitio			
	multipotreros		Continuo	
	Valor	Error típ.	Valor	Error típ.
Media	1434.0000	140.48487	169.0000	58.27521
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1043.9515	Límite superior	7.2021
Media recortada al 5%		1824.0485		330.7979
Mediana	1443.8889		160.5556	
Varianza	1580.0000		120.0000	
Desv. típ.	98680.000		16980.000	
Mínimo	314.13373		130.30733	
Máximo	950.00		90.00	
Rango	1740.00		400.00	
Amplitud intercuartil	790.00		310.00	
Asimetría	545.00		172.50	
Curtosis	-1.068	.913	2.137	.913
	.367	2.000	4.643	2.000

Anexo 3. Resultado de cobertura total de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney.

U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	10.000
Z	-2.309
Sig. asintótica(bilateral)	.021
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	.029 ^b

a. Variable de agrupación: Sitio_1

b. b. No corregido para empates

Anexo 4. Comparación de estadísticos descriptivos de Cobertura total en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

	N	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Cobertura_t	8	42.873	22.45640	16.65	70.00
otal	8				
sitio	8	1.5000	.53452	1.00	2.00

Anexo 5. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para *Bouteloua curtipendula*.

	Bo_Cu
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	10.000
Z	-2.309
Sig. asintót. (bilateral)	.021
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.029 ^b

a. Variable de agrupación:

Sitio_1

b. No corregidos para los empates.

Anexo 6. Comparación de estadísticos descriptivos de *Bouteloua curtipendula* en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticos de <i>Bouteloua curtipendula</i>	Pastoreo multipotreros.	Pastoreo Continuo.
---	-------------------------	--------------------

		Valor	Error típico	Valor	Error típico
Media		39.318	7.55017	9.9967	3.84804
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	18.3554		-6.5601	
	Límite superior	60.2806		26.5534	
Media recortada al 5%		39.8017		.	
Mediana		43.33		10	
Varianza		285.025		44.422	
Desv. típ.		16.88269		6.665	
Mínimo		13.33		3.33	
Máximo		56.6		16.66	
Rango		43.27		13.33	
Amplitud intercuartil		29.97		.	
Asimetría		-0.98	0.913	-0.002	1.225
Curtosis		0.615	2		

Anexo 7. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para *Bouteloua gracilis*.

	Bo_gr
U de Mann-Whitney	3.000
W de Wilcoxon	13.000
Z	-1.548
Sig. asintót. (bilateral)	.122
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.200 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio 1	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 8. Comparación de estadísticos descriptivos de *Bouteloua gracilis* en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticos de <i>Bouteloua gracilis</i>	Pastoreo multipotreros		Pastoreo Continuo.	
	valor	Error típico	valor	Error típico
Media	9.9560	1.46948	7.7733	1.11333

Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	5.876		2.9830	
	Límite superior	14.0359		12.5636	
Media recortada al 5%		9.9517		.	
Mediana		10.0000		6.6600	
Varianza		10.797		3.719	
Desv. típ.		3.28585		1.92835	
Mínimo		6.66		6.66	
Máximo		13.33		10.00	
Rango		6.67		3.34	
Amplitud intercuartil		6.57		.	
Asimetría		-.014	.913	1.732	1.225
Curtosis		-2.991	2.000	.	.

Anexo 9. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney en herbáceas.

	Herbáceas
U de Mann-Whitney	6.500
W de Wilcoxon	16.500
Z	-.449
Sig. asintót. (bilateral)	.653
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.686 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio_1	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 10. Comparación de estadísticos descriptivos de herbáceas en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadístico de herbáceas.		Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
		valor	Error típico	valor	Error típico
Media		5.9980	1.94377	4.4400	2.22000
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.6012		-5.1119	

	Límite superior	11.3948		13.9919
Media recortada al 5%		6.1089		.
Mediana		6.6600		6.6600
Varianza		18.891		14.785
Desv. típ.		4.34639		3.84515
Mínimo		.00		.00
Máximo		10.00		6.66
Rango		10.00		6.66
Amplitud intercuartil		8.34		.
Asimetría		-.539	.913	-1.225
				1.732
Curtosis		-1.492	2.000	.

Anexo 11. Comparación de estadísticos descriptivos de la cobertura total de gramíneas un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticas de cobertura de gramíneas.		Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
		Valor	Error Típico	Valor	Error Típico
Media		56.5950	6.19040	18.3250	3.46998
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	36.8944		7.2820	
	Límite superior	76.2956		29.3680	
Media recortada al 5%		56.7878		18.3250	
Mediana		58.3300		18.3250	
Varianza		153.284		48.163	
Desv. típ.		12.38080		6.93995	
Mínimo		39.99		9.99	
Máximo		69.73		26.66	
Rango		29.74		16.67	
Amplitud intercuartil		23.14		13.34	
Asimetría		-.798	1.014	.000	1.014
Curtosis		1.527	2.619	.393	2.619

Anexo 12. Prueba para la igualdad de medias en comparación del pastoreo continuo y multipotreros.

	Prueba de Levene para la igualdad de varianzas					Prueba T para la igualdad de medias				
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia		
								Inferior	Superior	
Pastos	.572	.478	5.393	6	.002	38.27000	7.09660	20.90524	55.63476	

	5.39	4.716	.004	38.27000	7.09660	19.6919	56.84803
	3					7	

Anexo 13. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney en Mantillo.

	Mantillo
U de Mann-Whitney	1.000
W de Wilcoxon	11.000
Z	-2.084
Sig. asintót. (bilateral)	.037
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.057 ^b

a. Variable de agrupación: Sitio_1

b. No corregidos para los empates.

Anexo 14. Comparación de estadísticos descriptivos de mantillo en un Pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticos de Mantillo	Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
	Valor	Error Típico	Valor	Error Típico
Media	9.9940	2.10845	1.1100	1.11000
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4.1400	-3.6659	-3.6659
	Límite superior	15.8480	5.8859	5.8859
Media recortada al 5%	9.8089		.	
Mediana	6.6600		.0000	
Varianza	22.228		3.696	
Desv. típ.	4.71463		1.92258	
Mínimo	6.66		.00	
Máximo	16.66		3.33	
Rango	10.00		3.33	
Amplitud intercuartil	8.34		.	
Asimetría	.883	.913	1.732	1.225
Curtosis	-1.753	2.000	.	.

Anexo 15. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para suelo desnudo.

	Suelo_desnudo
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	10.000
Z	-2.323
Sig. asintót. (bilateral)	.020

Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)] .029^b
 a. Variable de agrupación: Sitio_1
 b. No corregidos para los empates.

Anexo 16. Comparación de estadísticos descriptivos del suelo desnudo en Pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticos de Suelo Desnudo.		Pastoreo multipotreros.	Pastoreo Continuo.
		Valor	Error típico
Media		27.31	10.1873
		80	9
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	-.9667	51.7938
	Límite superior	55.60	77.0928
		27	
Media recortada al 5%		26.09	.
		44	
Mediana		23.30	63.3300
		00	
Varianza		518.9	25.930
		15	
Desv. típ.		22.77	5.09211
		970	
Mínimo		10.00	60.00
Máximo		66.66	70.00
Rango		56.66	10.00
Amplitud intercuartil		33.32	.
Asimetría		1.862	.913 .937 1.225
Curtosis		3.719	2.000 . .

Anexo 17. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney de piedra grava.

	Piedra_grava
U de Mann-Whitney	7.000
W de Wilcoxon	17.000
Z	-.292
Sig. asintót. (bilateral)	.770
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.886 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio_1	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 18. Comparación de estadísticos descriptivos de piedra grava en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticos de piedra grava		Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
		Valor	Error Típico	Valor	Error Típico
Media		5.9980	3.71190	12.2167	2.93993
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4.3079		-0.4328	
	Límite superior	16.3039		24.8662	
Media recortada al 5%		5.5533		.	
Mediana		3.3300		13.3300	
Varianza		68.891		25.9300	
Desv. típ.		8.30007		5.09211	
Mínimo		.00		6.66	
Máximo		20.00		16.66	
Rango		20.00		10.00	
Amplitud intercuartil		13.33		.	
Asimetría		1.672	.913	-.937	1.225
Curtosis		2.819	2.000	.	.

Anexo 19. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para densidad aparente.

	Da
U de Mann-Whitney	2.500
W de Wilcoxon	17.500
Z	-2.095
Sig. asintót. (bilateral)	.036
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.032 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio_2	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 20. Comparación de estadísticos descriptivos de media \pm desviación estándar de densidad aparente en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Descriptivos

		Estadístico	Error estándar		
Densidad aparente	Multi-potreros	Media	.9730	.04805	
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior		.8396
			Límite superior		1.1064
		Media recortada al 5%	.9667		
		Mediana	.9300		
		Varianza	.012		
		Desviación estándar	.10745		
		Mínimo	.90		
		Máximo	1.16		
		Rango	.26		
		Rango intercuartil	.16		
		Asimetría	1.955		.913
		Curtosis	3.914		2.000
		Continuo			Media
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior			1.1179	
	Límite superior			1.2021	
Media recortada al 5%	1.1606				
Mediana	1.1600				
Varianza	.001				
Desviación estándar	.03391				
Mínimo	1.11				
Máximo	1.20				
Rango	.09				
Rango intercuartil	.06				
Asimetría	-.577			.913	
Curtosis	.488			2.000	

Anexo 21. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney en pH.

	pH
U de Mann-Whitney	3.500
W de Wilcoxon	18.500
Z	-1.892
Sig. asintót. (bilateral)	.059
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.056 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio_2	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 22. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma del pH en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadística de pH	Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
	Valor	Error Típico	Valor	Error Típico

Media		7.9740	.03776	7.6840	.13448
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	7.8692		7.3106	
	Límite superior	8.0788		8.0574	
Media recortada al 5%		7.9767		7.6867	
Mediana		8.0100		7.7500	
Varianza		.007		.090	
Desv. típ.		.08444		.30072	
Mínimo		7.84		7.34	
Máximo		8.06		7.98	
Rango		.22		.64	
Amplitud intercuartil		.14		.60	
Asimetría		-1.170	.913	-.285	.913
Curtosis		1.364	2.000	-2.924	2.000

Anexo 23. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para Conductividad eléctrica.

	CE
U de Mann-Whitney	4.000
W de Wilcoxon	19.000
Z	-1.776
Sig. asintót. (bilateral)	.076
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.095 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio_2	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 24. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma del CE en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadística de CE		Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
		Valor	Error Típico	Valor	Error Típico
Media		.4932	.0311	.5882	.02938
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	.4068		.5066	
	Límite superior	.5796		.6698	
Media recortada al 5%		.4957		.5868	
Mediana		.5000		.6000	
Varianza		.005		.004	
Desv. típ.		.0696		.06570	
Mínimo		.38		.52	
Máximo		.56		.68	
Rango		.18		.16	

Amplitud intercuartil	.12	.12		
Asimetría	-	.913	.436	.913
	1.188			
Curtosis	1.505	2.000	-.786	2.000

Anexo 25. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para Materia orgánica.

	MO
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	15.000
Z	-2.619
Sig. asintót. (bilateral)	.009
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.008 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio_2	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 26. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma de Materia Orgánica en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadísticos de Materia Organica	Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
	Valor	Error Típico	Valor	Error Típico
Media	4.9700	.70411	1.8320	.07671
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	3.0151	1.6190	
	Límite superior	6.9249	2.0450	
Media recortada al 5%	4.9622		1.8272	
Mediana	4.4800		1.8500	
Varianza	2.479		.029	
Desv. típ.	1.5744		.17152	
Mínimo	3.35		1.67	
Máximo	6.73		2.08	
Rango	3.38		.41	
Amplitud intercuartil	3.09		.32	
Asimetría	.335	.913	.574	.913

Curtosis	-2.949	2.000	-.531	2.000
----------	--------	-------	-------	-------

Anexo 27. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney para el Carbono orgánico.

	CO
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	15.000
Z	-2.611
Sig. asintót. (bilateral)	.009
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.008 ^b
a. Variable de agrupación: Sitio_2	
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 28. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma de Carbono orgánico en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadístico de CO	Pastoreo multipotreros.		Pastoreo continuo.	
	Valor	Error Típico	Valor	Error Típico
Media	2.8820	.40906	1.0600	.04712
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	1.7463	.9292	
	Límite superior	4.0177	1.1908	
Media recortada al 5%	2.8772		1.0578	
Mediana	2.5900		1.0700	
Varianza	.8370		.011	
Desv. típ.	.91470		.10536	
Mínimo	1.94		.95	
Máximo	3.91		1.21	
Rango	1.97		.26	
Amplitud intercuartil	1.79		.20	
Asimetría	.342	.913	.492	.913
Curtosis	-2.939	2.000	-.687	2.000

Anexo 29. Resultado de la prueba estadística no paramétrica de Mann-Whitney en Nitrógeno total.

	N
U de Mann-Whitney	.000
W de Wilcoxon	15.00
Z	0
Sig. asintót. (bilateral)	2.611
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	.009
a. Variable de agrupación: Sitio_2	.008 ^b
b. No corregidos para los empates.	

Anexo 30. Comparación de estadísticos descriptivos de la suma de Nitrógeno Total en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Estadístico de nitrógeno total.		Pastoreo multipotreros.		Pastoreo Continuo.	
		Valor	Error Típico	Valor	Error Típico
Media		7.3060	1.0359	2.7360	.10614
Intervalo de confianza para la media al 95%	Límite inferior	4.4298	3	2.4413	
	Límite superior	10.1822		3.0307	
Media recortada al 5%		7.2950		2.7383	
Mediana		6.5900		2.7200	
Varianza		5.366		.056	
Desv. típ.		2.31640		.23734	
Mínimo		4.92		2.41	
Máximo		9.89		3.02	
Rango		4.97		.61	
Amplitud intercuartil		4.54		.44	
Asimetría		.332	.913	-.266	.913
Curtosis		-2.949	2.000	-.653	2.000

Anexo 31. Comparación de estadísticos de Da, pH, CE, MO, CO y Nitrógeno total en un sistema de pastoreo continuo y multipotreros.

Sitio_2	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Da	.330	5	.080	.750	5	.030
s	.184	5	.200*	.978	5	.921

pH	multipotrero	.265	5	.200*	.906	5	.441
	s						
CE	Continuo	.228	5	.200*	.861	5	.232
	multipotrero	.236	5	.200*	.910	5	.466
MO	s						
	continuo	.212	5	.200*	.924	5	.557
CO	Continuo	.241	5	.200*	.860	5	.228
	multipotrero	.240	5	.200*	.861	5	.233
N total	s						
	Continuo	.204	5	.200*	.939	5	.659
	multipotrero	.241	5	.200*	.860	5	.227
		.155	5	.200*	.983	5	.949

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de la significación de Lilliefors