

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EL PASTOREO EXTENSIVO Y SU RELACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN
DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN *Prosopis laevigata*.

Tesis

Que presenta SERGIO ANDRES TORRES ARELLANES
como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO


SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EL PASTOREO EXTENSIVO Y SU RELACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN
DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN *Prosopis laevigata*.

Tesis

Que presenta SERGIO ANDRES TORRES ARELLANES
como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGROPECUARIA


Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Director interno (UAAAN)


PhD. Luis Manuel Valenzuela Núñez
Director externo (UJED)


Torreón, Coahuila

Mayo 2022


EL PASTOREO EXTENSIVO Y SU RELACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN
DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN *Prosopis laevigata*.

Tesis

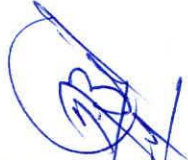
Elaborada por SERGIO ANDRES TORRES ARELLANES como requisito
parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Producción
Agropecuaria con la supervisión y aprobación del Comité de Asesoría




Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán
Asesor principal



Dr. Luis Manuel Valenzuela Núñez
Asesor




Dr. Edwin Amir Briceño Contreras
Asesor



Dr. Oscar Angel García
Asesor



Dra. Leticia R. Gaytán Alemán
Jefe del Departamento de Postgrado



Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente
Subdirector de Postgrado

Torreón, Coahuila

Mayo 2022

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por permitirme realizar mis estudios de maestría.

Al Laboratorio de Biología y Ecología Forestal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango por las facilidades brindadas para realizar mis análisis bioquímicos.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo brindado durante la realización de mis estudios de posgrado.

A la Dra. Leticia Romana Gaytán Alemán por el apoyo facilitado durante la realización del proyecto.

Al PhD. Luis Manuel Valenzuela Núñez por ofrecerme la oportunidad de participar en este proyecto y por su ayuda y consejos durante la realización del proyecto.

Al Dr. Edwin Amir Briceño Contreras por su apoyo al realizar los análisis bioquímicos, además de su apoyo brindado en todo momento durante el proceso de la tesis.

Finalmente se agradece a las autoridades ejidales del poblado Emiliano Zapata Durango los permisos otorgados para la colecta de muestras en los predios El Saladillo y Peñoles. Se agradece también a la señora Julia Núñez Contreras las facilidades otorgadas durante las actividades del muestreo, a Gabriela Armijo Nájera, Jesús Armijo Nájera y Jorge Carrillo Castro por su apoyo en la colecta de muestras.

Índice general	
Resumen	ix
Abstract	x
INTRODUCCIÓN	1
HIPÓTESIS	2
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVO GENERAL	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
REVISION DE LITERATURA	3
1.-Distribución del mezquite	3
2.-Taxonomía	3
3.-Morfología	4
4.-Reservas vegetativas	4
5.-Compuestos nitrogenados	6
6.-Aminoácidos	6
7.-Proteínas	7
8.-Pastoreo	7
MATERIALES Y METODOS	10
Muestreo en campo.	10
Trabajo de laboratorio.	10
Curva de calibración para la cuantificación de aminoácidos totales	10
Determinación de la concentración de aminoácidos totales	11
Curva de calibración para la cuantificación de proteínas totales solubles	12
Determinación de la concentración de proteínas totales solubles	12
Análisis estadístico	13
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN	40
CONCLUSIÓN	42
REFERENCIAS	43

Lista de cuadros

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para aminoácidos totales en raíz de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)	14
Cuadro 2. Pruebas de los efectos inter-sujetos aminoácidos totales en raíz de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente).....	15
Cuadro 3. Pruebas de los efectos inter-sujetos aminoácidos totales en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente).....	16
Cuadro 4. Estadísticos descriptivos aminoácidos totales en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)	17
Cuadro 5. Estadísticos descriptivos proteínas totales solubles en raíz de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)	18
Cuadro 6. Estadísticos descriptivos proteínas totales solubles en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente).....	19
Cuadro 7. Pruebas de los efectos inter-sujetos proteínas totales solubles en raíz de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)	20
Cuadro 8. Pruebas de los efectos inter-sujetos proteínas totales solubles en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)	21
Cuadro 9. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio El Saladillo (con ganado presente)	21
Cuadro 10. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio El Saladillo (con ganado presente)	23
Cuadro 11. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio Peñoles (sin ganado presente).....	24
Cuadro 12. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio Peñoles (sin ganado presente).....	25
Cuadro 13. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el Sitio El Saladillo (con ganado presente)	26
Cuadro 14. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el Sitio El Saladillo (con ganado presente).....	¡Error! Marcador no definido.

Cuadro 15. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio Peñoles (sin ganado presente).....	28
Cuadro 16. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio Peñoles (sin ganado presente).....	28
Cuadro 17. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio El Saladillo (con ganado presente)	30
Cuadro 18. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz en el sitio El Saladillo (con ganado presente)	30
Cuadro 19. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio Peñoles (sin ganado presente).....	31
Cuadro 20. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio Peñoles (sin ganado presente).....	31
Cuadro 21. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio El Saladillo (con ganado presente)	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 22. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio El Saladillo (con ganado presente)	34
Cuadro 23. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio Peñoles (sin ganado presente) ¡Error!	Marcador no definido.
Cuadro 24. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de <i>Prosopis laevigata</i> en el sitio Peñoles (sin ganado presente).....	36

Lista de figuras

Figura 1. Curva de calibración para la cuantificación de aminoácidos totales en muestras de <i>Prosopis laevigata</i>	11
Figura 2. Curva de calibración para la cuantificación de proteínas totales solubles en muestras de <i>Prosopis laevigata</i>	12
Figura 3. Concentración de aminoácidos totales solubles en raíz de mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>) durante doce meses en dos sitios en el Ejido Emiliano Zapata, Durango. (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente).....	24
Figura 4. Concentración de aminoácidos totales solubles en tronco de mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>) durante doce meses en dos sitios en el ejido Emiliano Zapata, Durango.	29
Figura 5. Concentración de proteínas totales solubles en raíz de mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>) durante doce meses en dos sitios en el Ejido Emiliano Zapata, Durango.....	32
Figura 6. Concentración de proteínas totales solubles en tronco de mezquite (<i>Prosopis laevigata</i>) durante doce meses en dos sitios en el Ejido Emiliano Zapata, Durango.....	37

Resumen

EL PASTOREO EXTENSIVO Y SU RELACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN *Prosopis laevigata*.

Sergio Andres Torres Arellanes

Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dra. Leticia R. Gaytán Alemán

El objetivo fue evaluar como la presencia de ganado afecta las concentraciones ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS) de compuestos nitrogenados en mezquite (*Prosopis laevigata*). El muestreo fue completamente al azar. Para determinar la concentración de aminoácidos totales se utilizó la metodología de Yemm y Cocking, (1955) y para proteínas totales solubles (PTS) se realizó por el método de Bradford (1976). Con base en los resultados, el sitio Peñoles fue el que presentó concentraciones mayores de aminoácidos totales en todos los meses en lo que respecta a la raíz; seguido por tronco. Las medias generales para aminoácidos totales fueron las siguientes: Peñoles: raíz = $36.28 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS, El Saladillo: raíz = $30.32 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS, Peñoles: tronco= $26.06 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS, El Saladillo: tronco= $22.48 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS. Los resultados mostraron una diferencia significativa en las concentraciones de aminoácidos totales en raíz en las interacciones entre sitio \cdot mes ($F=142.66$, gl. = 11, $p< 0.001$); para el caso de tronco también se encontró que hay diferencia significativa entre sitio \cdot mes en lo que respecta a las concentraciones de aminoácidos totales ($F= 52.63$, gl. = 11, $p< 0.001$). El sitio Peñoles fue el que resultó con mayores concentraciones de proteínas totales solubles, las medias para PTS son las siguientes: Peñoles: raíz= $20.42 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS, El Saladillo: raíz= $19.19 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS, Peñoles: tronco= $21.06 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS, El Saladillo: tronco= $18.75 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS. Finalmente, para las concentraciones de proteínas totales solubles en raíz se visualizó diferencia significativa entre las interacciones sitio \cdot mes ($F=10.78$, gl. = 11, $p< 0.001$). El sitio con mayores concentraciones de compuestos nitrogenados resultó ser Peñoles, que se encuentra excluido del pastoreo extensivo; beneficiando la asimilación en las poblaciones silvestres de mezquite.

Palabras Clave: *Prosopis laevigata*, *Compuestos nitrogenados*, *Aminoácidos totales*, *Proteínas totales solubles*, *Pastoreo extensivo*

Abstract

EL PASTOREO EXTENSIVO Y SU RELACIÓN SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS NITROGENADOS EN *Prosopis laevigata*.

Sergio Andres Torres Arellanes

Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Dra. Leticia R. Gaytán Alemán

The objective evaluating how the presence of grazing affects the concentrations ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM) of nitrogen compounds in mesquite (*Prosopis laevigata*). To determinate the concentration of total amino acids, was used the method of Yemm and Cocking (1955) and for total soluble proteins (TSP) was carried out by the method of Bradford (1976). Based on the results, the Peñoles site was the one that presented higher concentrations of total amino acids in all months with respect to the root; followed by stem. General means for total amino acids were Peñoles: root = $36.28 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM, El Saladillo: root = $30.32 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM, Peñoles: stem = $26.06 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM, El Saladillo: stem = $22.48 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM. The results showed a significant difference in the concentrations of total root amino acids in the interactions between site·month ($F = 142.66$, gl. = 11, $p < 0.001$); For the stem case, it was also found that there is a significant difference between site·month with regard to the concentrations of total amino acids ($F = 52.63$, gl. = 11, $p < 0.001$). Peñoles resulted with higher concentrations of total soluble proteins, the means for TSP are the following Peñoles: root = $20.42 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM, El Saladillo: root = $19.19 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM, Peñoles: stem = $21.06 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM, El Saladillo: stem = $18.75 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}$ DM. Finally, for the concentrations of total soluble proteins in root, a significant difference was observed between the site·month interactions ($F = 10.78$, gl. = 11, $p < 0.001$). The site with the higher concentrations of nitrogen compounds turned out to be Peñoles site, which is excluded from extensive grazing; benefiting assimilation in wild mesquite populations.

KeyWords: *Prosopis laevigata*, Nitrogen compounds, Amino acids, Proteins, grazing

INTRODUCCIÓN

El mezquite (*Prosopis laevigata* [Humb. & Bonpl. ex Willd.] M.C. Johnst.) botánicamente pertenece a la familia de las leguminosas. La mayor parte de las especies de mezquite tienen como origen el Continente Americano, donde se puede encontrar una extensa variedad genética para especies diferentes del género *Prosopis spp* (Rosales-Serna *et al.*, 2011; Trenchard *et al.*, 2008). A nivel mundial, existen 44 especies del género *Prosopis* (Ruiz-Nieto *et al.*, 2020; Rosales-Serna *et al.*, 2011), de las cuales 42 especies conocidas son predominantes del Continente Americano y solo 3 especies crecen y se desarrollan naturalmente en Asia, y una se encuentra en África (Ruiz-Nieto *et al.*, 2020; Rosales-Serna *et al.*, 2011; Beresford-Jones, 2004). En el norte-centro de México *P. laevigata* se consideraba una de las plantas con mayor presencia en el pasado; sin embargo, conociendo su importancia ecológica y económica, hoy en día sus poblaciones se han visto reducidas en muchos sitios debido a las actividades antropogénicas (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2015; Challenger, 1998). En el norte-centro de México las especies de *Prosopis spp* que se han identificado son *P. laevigata*, *P. glandulosa*, *P. palmeri*, *P. pubescens*, *P. chilensis* (Rosales-Serna *et al.*, 2011). En México, ésta especie se encuentra principalmente en las partes del altiplano del norte-centro, así como, en partes de Tamaulipas, Morelos, Puebla y Chiapas. El mezquite es un género variable dentro de su área de dispersión. La especie *P. laevigata* es originaria en regiones semiáridas y áridas (Rosales-Serna *et al.*, 2011). El crecimiento de mezquite está relacionado con la profundidad del suelo y la disponibilidad de agua en el subsuelo. En el estado de Durango, la especie *P. laevigata* se desarrolla en una altura promedio de 1,580 msnm, con una precipitación anual de 392.6 mm y una temperatura promedio anual de 15.2° C (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2015). La división política del estado de Durango es de 39 municipios de los cuales únicamente 14 presentan superficies de mezquital (Trucios-Caciano *et al.*, 2012). En un estudio técnico realizado por Ríos-Saucedo *et al.*, (2011) sobre la importancia de las poblaciones de mezquite para el estado de Durango mencionan que las poblaciones de mezquital tenían una superficie de 49,050 ha para el año 1992 y teniendo una reducción en el año 2002 con una superficie de 44,211 ha con una tasa anual de disminución de -484 ha. Valenzuela-Núñez *et al.* (2015), Trucios-Caciano *et al.* (2012), Kareiva *et al.* (2007), y Sanderson *et al.* (2002)

mencionan que existe presión sobre los rodales de mezquite debido principalmente a la ganadería el cual ha sido el principal factor de degradación en los ecosistemas de mezquite, lo que ha llevado al incremento de las superficies de pastizales inducidos en las áreas ocupadas por mezquite y otras leguminosas.

HIPÓTESIS

La concentración de los compuestos nitrogenados en mezquite se podría ver afectada por el pastoreo extensivo.

JUSTIFICACIÓN

En este estudio se pretende determinar si las poblaciones naturales de mezquite se ven afectadas por el pastoreo extensivo ya que estas funcionan como fuente de alimento, principalmente para el ganado vacuno. Se pretende contribuir al estudio con respecto al impacto que el ganado tiene sobre las poblaciones de mezquite particularmente sobre los compuestos nitrogenados dada su importancia en el crecimiento vegetal y desarrollo.

OBJETIVO GENERAL

Determinar si el pastoreo extensivo tiene influencia sobre la concentración de compuestos nitrogenados en *Prosopis laevigata* en condiciones silvestres.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la variación en la concentración de proteínas totales solubles en dos sitios de mezquite, uno de ellos sometido a pastoreo extensivo y el otro sin presencia de ganado.

Determinar la variación en la concentración de aminoácidos totales en dos sitios de mezquite, uno de ellos sometido a pastoreo extensivo y el otro sin presencia de ganado.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.-Distribución del mezquite

El género *Prosopis* predomina en una gran parte de las superficies áridas o semiáridas. Sus 44 especies son en su mayoría de las regiones secas y cálidas de América, Asia y África (Ruiz-Nieto *et al.*, 2020; Valenzuela-Núñez *et al.*, 2015; Saucedo *et al.*, 2014). Casi todas las especies son del Continente Americano (42), con una distribución marcada: 10 especies se desarrollan en regiones semiáridas y áridas de América del Norte y 32 en América del Sur (Ruiz-Nieto *et al.*, 2020). Su distribución abarca casi todo el territorio mexicano, a excepción de las regiones montañosas y las partes bajas del sureste del país; es predominante en las zonas áridas y semiáridas y cubren una superficie aproximada de 3'555,500 hectáreas a nivel nacional (Saucedo *et al.*, 2014). Rosales-Serna *et al.* (2011) estableció que *Prosopis laevigata* [Humb. & Bonpl. ex Willd.] M.C. Johnst. y *P. glandulosa* Torr., son las especies que predominan en la región norte-centro de México (Chihuahua, Coahuila, Durango y Zacatecas). Finalmente, en un estudio realizado por Ríos-Saucedo *et al.*, (2011) la superficie de mezquital para los estados de la región norte-centro de México son los siguientes: Chihuahua (128,070 ha/mezquital), Coahuila (124,405 ha/mezquital), Durango (49,050 ha/mezquital) y, Zacatecas (20,142 ha/mezquital), el cual nos da una distribución superficial total de 321,668 ha.

2.-Taxonomía

Reino Plantae

División Magnoliophyta

Clase Magnoliopsida

Orden Fabales

Familia Leguminosae

Genero *Prosopis* L

Especie *Prosopis laevigata*

[Humb. & Bonpl. ex Willd.] M.C. Johnst.

USDA-NRCS (2021): PlantsDatabase

3.-Morfología

El árbol es leñoso y puede verse como un arbusto de entre 2 y 3 m, pero puede crecer en forma arbórea hasta una altura de 6 a 14 m. Las ramas recién desarrolladas son glabras y tienen espinas axilares laterales (Rosales-Serna *et al.*, 2011). Las raíces son profundas y los tallos son poco ramificados, a veces en el suelo. La madera es dura y pesada, de color marrón o negro en el centro, la cual es muy durable por su fuerza y consistencia.

Las hojas son bipinnadas, aunque pueden aparecer uno o dos pares de hojas pinnadas en cada hoja. La estructura de la hoja puede tener de 2.5 a 12 cm de largo y cada estructura contiene de 20 a 40 pares de folíolos. Los folíolos son glabros, lineales, oblongos, de 5 a 10 mm de largo y de 2 a 7 veces más largos que su ancho. Las flores están dispuestas en inflorescencias, son pequeñas y aportan un agradable aroma y néctar a los polinizadores. El racimo mide de 4 a 10 cm de largo, con flores de color blanco verdoso dispuestas en él, el cáliz mide 1 mm y los pétalos de 3 a 4 mm de largo (Moreno-Contreras *et al.*, 2021; Ulian *et al.*, 2019).

Las vainas son lineares, aplanadas, glabras y rectas (algunas levemente curvadas). Dichas vainas son de color amarillo puro contienen las semillas y miden entre 9 y 17 cm de largo, 0.7 a 1.4 cm de ancho y 6 a 8 mm de espesor, los segmentos son más cortos que anchos y tienen forma rectangular con bordes redondeados. Las semillas están dispuestas de manera longitudinal dentro de la vaina y pueden alcanzar un número entre 14 y 18 semillas por fruto (Rosales-Serna *et al.*, 2011; Ríos-Saucedo *et al.*, 2011).

4.-Reservas vegetativas

De acuerdo a Chapin *et al.*, (1990) las reservas vegetativas son los recursos acumulados en las plantas que se pueden movilizar posteriormente para la biosíntesis necesaria para el crecimiento y otras funciones. Los bioquímicos generalmente definen las reservas vegetativas de manera más estricta como compuestos específicos que no promueven directamente el crecimiento pero que se pueden movilizar en el futuro para apoyar la biosíntesis estructural (Chapin *et al.*, 1990).

Las plantas acumulan nutrientes y los asimilan en varios compuestos necesarios para su crecimiento y desarrollo. Estos elementos suelen estar limitados en el entorno donde viven

las plantas, por lo que deben ser racionados en muchos procesos metabólicos que los requieran. Cuando son abundantes, las plantas pueden almacenar nutrientes para su uso posterior cuando su capacidad de asimilación sea insuficiente. Ejemplos típicos de reservas de almacenamiento son las que se encuentran en las semillas: especialmente almidón, proteínas y lípidos. Estas reservas pueden sobrevivir un largo período de latencia de las semillas y luego catabolizarse después de la germinación para promover el crecimiento temprano de las plántulas. Las reservas de almacenamiento no solo pueden proporcionar una gran cantidad de nutrientes para las necesidades futuras, sino que también pueden proteger los recursos al recuperar los nutrientes perdidos debido al envejecimiento de los tejidos. Por lo tanto, la redistribución de nutrientes de los órganos maduros al crecimiento de tejido activo es una estrategia importante para el uso eficaz de recursos potencialmente limitados (Espino-Castillo *et al.*, 2018; Staswick, 1994).

La naturaleza perenne de los árboles depende de la acumulación ordenada y periódica de productos fotosintéticos y compuestos relacionados, que se acumulan durante períodos favorables y se almacenan principalmente en invierno, y luego se movilizan nuevamente para el crecimiento y la reproducción cuando surge la demanda. Se almacenan en las células del parénquima de la madera viva y la corteza en forma de carbohidratos, grasas y compuestos nitrogenados (Briceño-Contreras *et al.*, 2019; Valenzuela-Núñez *et al.*, 2010; Kramer y Kozlowski, 1979; Magel *et al.*, 1997).

El almacenamiento de carbohidratos ocurre durante la temporada de crecimiento, justo después de la brotación y la expansión de las hojas, y aumenta significativamente en verano. Cuando el crecimiento deja de alcanzar su punto máximo en el otoño. En invierno, el nitrógeno y el carbono se transfieren de los órganos perennes a los árboles para mantener la respiración; sin embargo, la principal movilización se produce cuando las yemas germinan para satisfacer las necesidades de crecimiento en primavera (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2010; Ögren, 2000).

Los carbohidratos no estructurales (principalmente almidón y sacarosa) son la reserva principal de carbono, que representa el 35 % de la materia seca (Valenzuela-Núñez *et al.*, 2010; Kramer y Kozlowski, 1979).

De acuerdo con Briceño-Contreras *et al.* (2018); Martínez-Trinidad *et al.* (2013) el crecimiento de las raíces de los árboles de hoja caduca se acelera en invierno y el

crecimiento de la biomasa aérea (troncos y ramas) se detiene, lo que es contraproducente en verano.

Durante la etapa de crecimiento vegetativo, la concentración de reservas disminuye y comienza a acumularse en los tejidos vegetales a fines del verano y principios del otoño. Parte de estas reservas se usa en el proceso de respiración en invierno, la otra parte se usa para el crecimiento de las raíces y la otra parte se usa para la germinación de primavera (Briceño-Contreras *et al.*, 2018; Valenzuela-Núñez *et al.*, 2014).

5.-Compuestos nitrogenados

Los compuestos que contienen nitrógeno constituyen solo una pequeña parte del peso seco de las plantas leñosas, pero fisiológicamente son muy importantes. En las células vivas se encuentra una pequeña cantidad de compuestos que contienen nitrógeno y tienen funciones importantes en los procesos bioquímicos y fisiológicos. Estos compuestos incluyen proteínas estructurales que forman el protoplasma y enzimas que catalizan los procesos bioquímicos de las plantas. Se encuentran grandes cantidades de nitrógeno en la clorofila, amidas, aminoácidos, ácidos nucleicos, nucleótidos y otras bases nitrogenadas, hormonas, vitaminas y alcaloides (Pallardy, 2010).

Aunque solo el 2% del peso seco de las plantas está compuesto de nitrógeno elemental, en comparación con el 40% de carbono, todavía hay un gran número de sustancias orgánicas conocidas que contienen nitrógeno en las plantas. El nitrógeno es un macronutriente esencial para el crecimiento de las plantas. Después de ser absorbido del suelo y asimilado por la planta, los compuestos orgánicos de nitrógeno se transportan entre organelos, de célula a célula y a largas distancias para dar soporte al metabolismo y desarrollo de plantas (Rentsch *et al.*, 2007; Harborne, 1984).

6.-Aminoácidos

Los aminoácidos son los componentes esenciales de las proteínas protoplasmáticas. La fórmula básica de la mayoría de los aminoácidos es $RCHNH_2COOH$ y tiene las propiedades de ser alcalinos y ácidos, porque cada aminoácido tiene un grupo amino (NH_2) y un grupo carboxilo ($COOH$) (Pallardy, 2010).

Las células vegetales contienen bajos niveles de proteína, principalmente debido al alto contenido de carbohidratos (celulosa y otros) que componen la mayor parte de la

estructura de la planta. Sin embargo, no se puede ignorar la importancia de las proteínas y los aminoácidos (los componentes básicos de las proteínas). Además de su papel como componentes proteicos, los aminoácidos también participan en una variedad de reacciones, lo que afecta muchos procesos fisiológicos, como el crecimiento y desarrollo de las plantas, el control del pH intracelular, la producción de energía metabólica y la resistencia al estrés abiótico y biótico (Fagard *et al.*, 2014; Galili *et al.*, 2014).

7.-Proteínas

Las proteínas son macromoléculas biológicas y son responsables de la mayoría de las funciones biológicas (a veces con otras biomoléculas) en la célula. Las proteínas vegetales realizan diversas funciones enzimáticas, estructurales y funcionales. (fotosíntesis, biosíntesis, transporte, inmunidad, etc.). También actúan como medio de almacenamiento para satisfacer los requisitos nutricionales y de crecimiento de las plántulas en desarrollo. Las proteínas realizan estas funciones en su composición y forma estructural específica, por ejemplo, mediante plegamiento, que puede variar desde compactas y ordenadas hasta desplegadas e intrínsecamente desordenadas (Rasheed *et al.*, 2020).

Las plantas carecen de un sistema de defensa basado en anticuerpos similar a los animales por esta razón las plantas han evolucionado para sintetizar varios compuestos dañinos en respuesta a entornos adversos, incluido un gran grupo de proteínas tóxicas, que desempeñan un papel clave en la protección de las plantas de los depredadores y microorganismos. su protección se basa en propiedades físicas y una serie de componentes sintetizados por la propia planta. Entre estos compuestos, las proteínas son una de las principales fuentes de defensa, no solo por su alta especificidad y eficiencia, sino también porque algunos de ellos están altamente regulados y su síntesis responde a depredadores (insectos) o patógenos (Dang y Van Damme, 2015; Blanco y Mancilla, 2002).

8.-Pastoreo

Mundialmente, el pastoreo de ganado es el principal uso que se le da a la tierra (Dettenmaier *et al.*, 2017; Alkemade, Reid, van den Berg, de Leeuw y Jeuken, 2013). El pastoreo de ganado se realiza aproximadamente en el 60% de las tierras agrícolas del mundo y provee sustento a aproximadamente 1,500 millones de bovinos y búfalos (Bovinae) (Dettenmaier *et al.*, 2017; Alexandratos & Bruinsma, 2012).

El pastoreo es la perturbación antropogénica más común en ecosistemas de pastizales (Gao & Carmel, 2020; Alkemade, 2013). Éste juega un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad (Gao y Carmel, 2020; Yuan *et al.*, 2016) y la productividad (Gao y Carmel, 2020; Alkemade *et al.*, 2013), ya que proporciona a los humanos producción ganadera al cambiar los procesos ecológicos (Gao y Carmel, 2020; Gao y Carmel, 2015). Sin embargo, en algunas áreas, el pastoreo puede causar la degradación de la vegetación y el suelo (Gao y Carmel, 2020; Pulido *et al.*, 2016) y reducir aún más la producción animal, lo que tiene un impacto negativo.

Desde la década de 1960, la producción ganadera mundial para consumo humano se ha duplicado (Dettenmaier *et al.*, 2017; Speedy, 2003). Al mismo tiempo, debido al crecimiento de la población, el aumento de los ingresos disponibles y la urbanización, se espera que la demanda de productos pecuarios aumente en un 70% para 2050 (Dettenmaier *et al.*, 2017; Alexandratos y Bruinsma, 2012; Thornton, 2010). Se estima que los pastizales (es decir, pastizales, arbustos, bosques y tundra) proporcionan más del 70% del consumo de forraje para bovinos en todo el mundo (Dettenmaier *et al.*, 2017; Lund, 2007). Los pastizales también proporcionan hábitats para una variedad de especies de vida silvestre (Dettenmaier *et al.*, 2017; Krausman *et al.*, 2009). Por lo tanto, el manejo de estas áreas tendrá un impacto importante en la vida silvestre en todo el mundo (Dettenmaier *et al.*, 2017; Alkemade *et al.*, 2013; Bock, Saab, Rich y Dobkin, 1993; Jankowski *et al.*, 2014; Kantrud y Kologiski, 1982; Krausman *et al.*, 2009).

El pastoreo de ganado afecta a más del 60% de las tierras agrícolas del mundo y afecta la cantidad y calidad de los ecosistemas de pastizales y los hábitats de vida silvestre, lo que provoca cambios en la biodiversidad. El pastoreo de ganado puede ser perjudicial para ciertas especies de flora y fauna y beneficiar a otras criaturas de los pastizales (Allison y Bender, 2017).

Los herbívoros afectan la vegetación de los pastizales a través de la caída de las hojas, el pisoteo físico y otras alteraciones y excreciones del suelo (Allison y Bender, 2017; Fynn *et al.*, 2016).

Todos los herbívoros son selectivos, que muestran tres tipos Selectividad: regioselectividad, selectividad de especies, selectividad intraespecífica (Allison y Bender, 2017; Allison, 2004).

El pastoreo controlado puede tener cuatro efectos generales sobre la vegetación: cambiar la composición de las comunidades de plantas, aumentar la productividad de especies seleccionadas, mejorar la calidad nutricional de los forrajes y aumentar la diversidad de hábitats al cambiar su estructura física (Allison y Bender, 2017; Vavra, 2005).

Dependiendo de la combinación única de plantas y herbívoros que existió en un momento específico, la intensidad de la caída de las hojas de una sola planta es diferente (Allison y Bender, 2017; Van Soest, 1996).

Los animales de pastoreo interactúan con los ecosistemas pastoriles principalmente al consumir vegetación, pisotear y esparcir excrementos (Mor-Mussery *et al.*, 2020; Mor-Mussery *et al.*, 2019).

El área debajo del casco se ve directamente afectada por la "presión del casco", que está determinada por el peso del animal y tiene una direccionalidad vertical. El área alrededor de la huella se ve afectada por una presión adicional, que se relaciona principalmente con la forma del casco (Mor-Mussery *et al.*, 2020; Heggenes *et al.*, 2017), el movimiento del casco durante el pisoteo (Mor-Mussery *et al.*, 2020; Rotich *et al.*, 2018) y la estructura de la pezuña.

Además de la direccionalidad lateral, esta presión tiene un componente vertical importante, por simplicidad, la "fuerza vertical" se utilizará para la "presión del casco" y la "fuerza lateral" para la presión adicional en la dirección lateral (Mor-Mussery *et al.*, 2020; Eren *et al.*, 2010).

Los grandes rumiantes, como el ganado de carne, tienden a concentrarse espacialmente en los pastos, lo que puede facilitar la compactación del suelo (Bailey, 2004).

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestreo en campo.

El estudio se realizó en el ejido Emiliano Zapata, Cuencamé, Durango, en dos sitios, Peñoles con exclusión de ganado en las coordenadas (24°26'19.6"N 103°53'39.6"W) y El Saladillo que cuenta con presencia de ganado en las coordenadas (24°25'42.2"N 103°51'05.1"W). Las muestras de tronco, fueron obtenidas con la ayuda de un cincel removiendo la corteza, y para la raíz se utilizó un pico convencional haciendo una zanja pequeña para localizar la raíz principal y extraer la muestra. Las muestras se limpiaron cuidadosamente retirando restos de suelo y se colocaron en bolsas de aluminio perforadas y previamente etiquetadas; enseguida se congelaron en nitrógeno líquido para detener todos los procesos bioquímicos en los tejidos. Las muestras fueron trasladadas al Laboratorio de Ecología Forestal de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Trabajo de laboratorio.

Las muestras se almacenaron en un ultracongelador (REVCO VALUE PLUS THERMO SCIENTIFIC ®) a una temperatura de -70 °C durante una semana, y posteriormente fueron sometidas a un proceso de liofilización (LABCONCO FREEZONE TRIAD FREEZE DRY SYSTEMS ®) durante siete días a una temperatura de -40 °C, con la finalidad de deshidratar las muestras y evitar la actividad enzimática. Las muestras fueron molidas en un molino de cuchillas (PULVERISETTE 15 FRITSCH®) hasta obtener un polvo fino y se pesaron 10 mg de materia seca en microtubos (MCT-200-C de 2.0 mL CLEAR AXYGEN SCIENTIFIC ®) utilizando una balanza analítica (ADAM ®PW 250 MAX 250 g d=0.0001 g).

Curva de calibración para la cuantificación de aminoácidos totales

Para cuantificar los aminoácidos totales en muestras de *Prosopis laevigata*, se estableció una curva de calibración utilizando la leucina como estándar, realizando concentraciones conocidas para su lectura en el espectrofotómetro UV- Visible (Genesys 20® Thermo Scientific®).

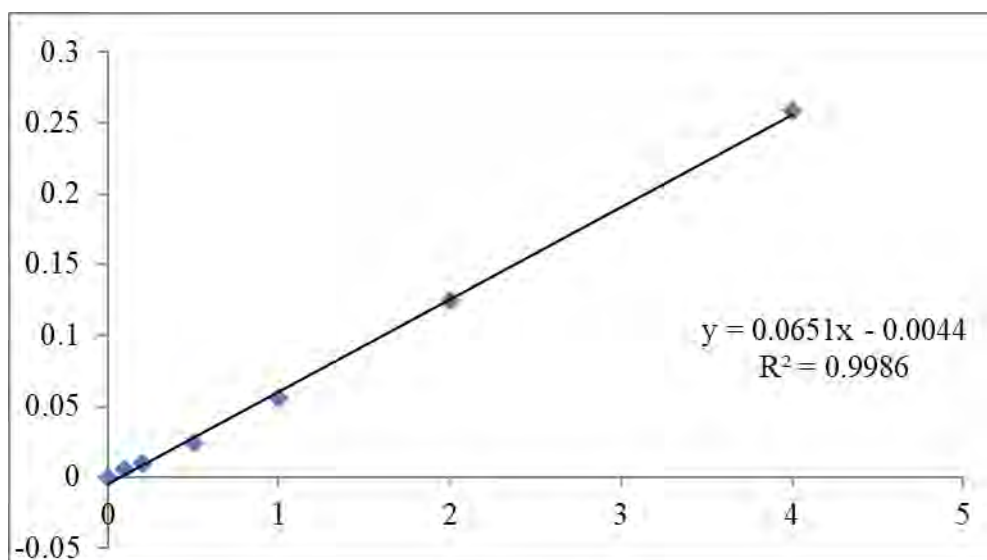


Figura 1. Curva de calibración para la cuantificación de aminoácidos totales en muestras de *Prosopis laevigata*

Determinación de la concentración de aminoácidos totales

Para determinar la concentración de aminoácidos se utilizó la metodología de Yemm y Cocking, (1955). Se pesaron 10 mg de materia seca en un micro microtubo de 2 mL con una balanza analítica (Pioner Ohaus[®]), se le colocaron 500 μ L de una solución de extracción (etanol/agua 70/30). Las muestras se centrifugaron (Spectrafuge 16M[®] Labnet International) a 10,000 rpm a una temperatura de 4 °C por 15 minutos. La extracción de la solución de aminoácidos se colocó en un microtubo limpio de 2 mL. La extracción se repitió dos veces más.

Las tres extracciones de aminoácidos se mezclaron en un solo tubo, se extrajeron 800 μ L de extracción y se mezcló con 200 μ L de solución de ninhidrina al 2% en etanol. Los microtubos se pusieron a hervir durante 5 minutos a 100 °C, se dejaron enfriar a temperatura ambiente, y se pasaron a celdillas para su lectura en el espectrofotómetro UV-Visible a 570 nm para medir su absorbancia.

Curva de calibración para la cuantificación de proteínas totales solubles

Para el método cuantitativo de proteínas, primero se realizó una curva de calibración donde se utilizó una solución de BOVINE SERUM ALBUIN, donde se obtuvieron concentraciones conocidas y lecturas de absorbancia obtenidas en el espectrofotómetro UV- Visible, al graficar esta curva y agregar la línea de tendencia arrojó un modelo donde: $y = 0.5351x + 0.0052$ $R^2 = 0.9912$.

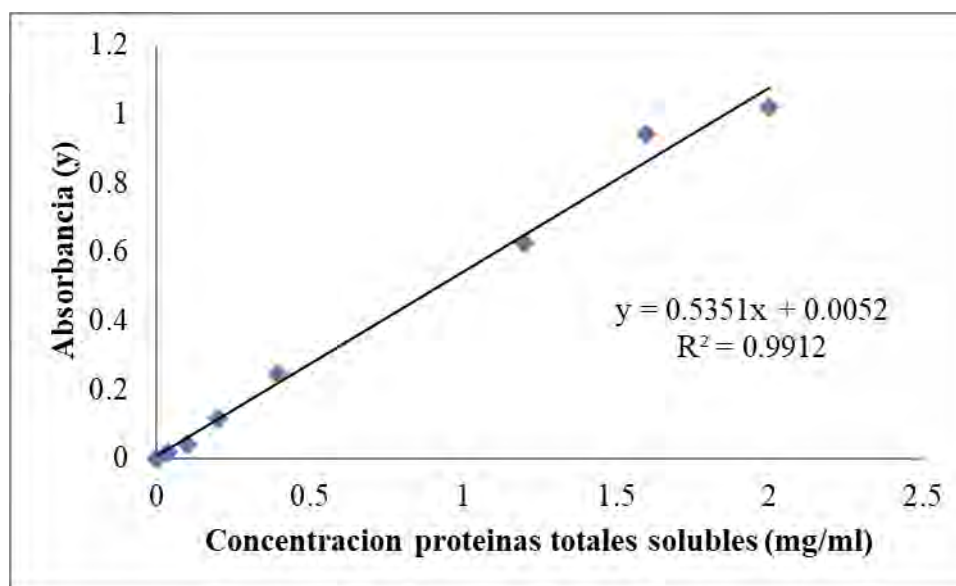


Figura 2. Curva de calibración para la cuantificación de proteínas totales solubles en muestras de *Prosopis laevigata*.

Determinación de la concentración de proteínas totales solubles

Para determinar la concentración de proteínas en las muestras de *Prosopis laevigata*, se pesaron 10 mg de materia seca en una balanza analítica colocándola en microtubos de 2 ml, se realizó una solución de extracción de proteínas 0.1 M (KH_2PO_4 , Na_2HPO_4 y PVP 3 %), posteriormente a la muestra de los microtubos se le colocó un balón y se le agregó 1 ml de la solución de extracción, se realizó una agitación en un Vortex® por 10 minutos para que se rompieran las paredes celulares. Se centrifugó a 10,000 rpm a 4 °C en una centrifuga con refrigeración (Axyspinr Refrigerated Microcentifuge®) por 15 minutos, en seguida se extrajo 500 μl de cada microtubo y se colocó en las celdillas para espectrofotómetro, se le agregó 500 μl de solución Quickstart®, Bradford®, se agitó y se

dejó reposar por 5 minutos, para posteriormente realizar la lectura de absorbancia a una longitud de onda de 595 nm.

La concentración de proteínas en las muestras se calculó usando la lectura de absorbancia de cada una de las muestras y el modelo de la curva de calibración de proteína anteriormente descrita.

Análisis estadístico

El análisis estadístico aplicado para este estudio fue un ANOVA factorial y se realizó una prueba de comparación de medias (Tukey con un nivel de significancia $P \leq 0.05$) utilizando el paquete estadístico IBM-SSPS 20.0 (2018).

RESULTADOS

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos para aminoácidos totales en raíz de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Raíz

Sitio	Mes	Media	Desviación típica	N
Peñoles	Julio	21.83	0.57	16
	Agosto	24.16	0.97	16
	Septiembre	29.23	0.99	16
	Octubre	33.50	0.49	16
	Noviembre	46.22	0.48	16
	Diciembre	51.08	0.77	16
	Enero	54.62	0.66	16
	Febrero	45.17	0.54	16
	Marzo	42.54	0.63	16
	Abril	37.32	0.83	16
	Mayo	26.26	0.62	16
	Junio	23.47	0.94	16
	Total		36.28	11.04
Saladillo	Julio	18.12	0.35	16
	Agosto	21.52	0.57	16
	Septiembre	23.50	0.65	16
	Octubre	27.73	0.37	16
	Noviembre	34.64	0.58	16
	Diciembre	42.03	0.50	16
	Enero	45.17	0.66	16
	Febrero	40.34	0.56	16
	Marzo	36.35	0.58	16
	Abril	31.00	0.70	16
	Mayo	23.24	0.91	16
	Junio	20.17	0.28	16
	Total		30.32	8.91

N =
de muestras

número

Cuadro 2. Pruebas de los efectos inter-sujetos aminoácidos totales en raíz de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, Mexico (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Raíz

Origen	Suma de cuadrados tipo		Media cuadrática	F	Sig.
	III	gl			
Modelo corregido	41760.960 ^a	23	1815.694	4107.616	0.000
Intersección	425929.625	1	425929.625	963574.015	0.000
SITIO	3413.672	1	3413.672	7722.697	0.000
MES	37653.595	11	3423.054	7743.922	0.000
SITIO * MES	693.693	11	63.063	142.667	0.000
Error	159.131	360	0.442		
Total	467849.716	384			
Total corregida	41920.091	383			

a. R cuadrado = 0.996 (R cuadrado corregida = 0.996)

Cuadro 3. Pruebas de los efectos inter-sujetos aminoácidos totales en tronco de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Tronco

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	26858.265 ^a	23	1167.751	2289.934	0.000
Intersección	226327.021	1	226327.021	443822.412	0.000
Sitio	1232.525	1	1232.525	2416.956	0.000
Mes	25330.485	11	2302.771	4515.685	0.000
Sitio * mes	295.256	11	26.841	52.635	0.000
Error	183.582	360	0.510		
Total	253368.869	384			
Total corregida	27041.847	383			

a. R cuadrado = 0.993 (R cuadrado corregida = 0.993)

Cuadro 4. Estadísticos descriptivos aminoácidos totales en tronco de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Tronco

SITIO	MES	Media	Desviación típica	N	
Peñoles	Julio	17.85	0.83	16	
	Agosto	17.08	0.25	16	
	Septiembre	21.78	0.68	16	
	Octubre	22.85	0.57	16	
	Noviembre	28.05	1.07	16	
	Diciembre	37.34	0.67	16	
	Enero	38.15	0.67	16	
	Febrero	39.21	0.71	16	
	Marzo	31.55	0.50	16	
	Abril	26.70	0.70	16	
	Mayo	17.61	0.60	16	
	Junio	14.59	0.85	16	
	Total		26.06	8.51	192
	Saladillo	Julio	14.81	0.48	16
Agosto		15.00	0.35	16	
Septiembre		16.92	0.46	16	
Octubre		18.66	0.42	16	
Noviembre		21.50	0.69	16	
Diciembre		31.35	0.81	16	
Enero		32.81	0.86	16	
Febrero		35.56	0.54	16	
Marzo		29.80	1.12	16	
Abril		25.99	0.86	16	
Mayo		14.81	0.88	16	
Junio		12.56	0.70	16	
Total			22.48	7.91	192

N=número de muestras

Cuadro 5. Estadísticos descriptivos proteínas totales solubles en raíz de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Raíz

Sitio	Mes	Media	Desviación típica	N
Peñoles	Julio	24.94	2.62	16
	Agosto	22.89	3.53	16
	Septiembre	25.09	0.73	16
	Octubre	23.30	2.24	16
	Noviembre	19.67	0.98	16
	Diciembre	20.57	2.29	16
	Enero	19.22	1.28	16
	Febrero	20.64	1.45	16
	Marzo	17.23	2.15	16
	Abril	17.21	1.40	16
	Mayo	19.46	2.49	16
	Junio	14.83	0.85	16
	Total		20.42	3.62
Saladillo	Julio	23.54	2.26	16
	Agosto	22.39	1.70	16
	Septiembre	20.61	1.49	16
	Octubre	18.45	0.86	16
	Noviembre	17.68	1.75	16
	Diciembre	19.89	1.14	16
	Enero	18.58	1.54	16
	Febrero	18.11	1.17	16
	Marzo	19.31	1.93	16
	Abril	18.61	1.23	16
	Mayo	18.07	1.56	16
	Junio	15.00	0.81	16
	Total		19.19	2.60

N = número de muestras

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos proteínas totales solubles en tronco de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Tronco

Sitio	Mes	Media	Desviación típica	N
Peñoles	Julio	24.76	2.39	16
	Agosto	22.86	2.07	16
	Septiembre	23.54	1.19	16
	Octubre	20.16	1.70	16
	Noviembre	21.67	2.13	16
	Diciembre	19.05	0.97	16
	Enero	20.00	1.07	16
	Febrero	21.55	2.10	16
	Marzo	23.52	1.49	16
	Abril	17.51	1.23	16
	Mayo	19.92	1.26	16
	Junio	18.17	1.24	16
	Total		21.06	2.71
Saladillo	Julio	20.96	0.96	16
	Agosto	20.71	1.14	16
	Septiembre	20.68	1.13	16
	Octubre	20.15	1.34	16
	Noviembre	17.03	1.48	16
	Diciembre	17.63	2.44	16
	Enero	16.33	1.01	16
	Febrero	17.14	1.49	16
	Marzo	19.42	1.40	16
	Abril	19.60	1.07	16
	Mayo	17.31	1.78	16
	Junio	18.04	1.04	16
	Total		18.75	2.11

N = número de muestras

Cuadro 7. Pruebas de los efectos inter-sujetos proteínas totales solubles en raíz de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Raíz

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	2811.027 ^a	23	122.219	38.560	0.000
Intersección	150688.093	1	150688.093	47542.292	0.000
Sitio	145.911	1	145.911	46.035	0.000
Mes	2289.137	11	208.103	65.657	0.000
Sitio * mes	375.979	11	34.180	10.784	0.000
Error	1141.041	360	3.170		
Total	154640.161	384			
Total corregida	3952.068	383			

a. R cuadrado = 0.711 (R cuadrado corregida = 0.693)

Cuadro 8. Pruebas de los efectos inter-sujetos proteínas totales solubles en tronco de *Prosopis laevigata* en dos sitios en Durango, México (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Variable dependiente: Tronco

Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1929.940 ^a	23	83.910	35.646	0.000
Intersección	152213.543	1	152213.543	64661.511	0.000
Sitio	511.185	1	511.185	217.155	0.000
Mes	1037.140	11	94.285	40.053	0.000
Sitio * mes	381.615	11	34.692	14.738	0.000
Error	847.442	360	2.354		
Total	154990.925	384			
Total corregida	2777.382	383			

a. R cuadrado = 0.695 (R cuadrado corregida = 0.675)

Cuadro 9. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio El Saladillo (con ganado presente)

HSD de Tukey^a

MES	N	Subconjunto para alfa = 0.05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Julio	16	18.1252										
Junio	16		20.1797									
Agosto	16			21.5293								
Mayo	16				23.2449							
Septiembre	16				23.5088							
Octubre	16					27.7387						
Abril	16						31.0007					
Noviembre	16							34.6468				
Marzo	16								36.3576			
Febrero	16									40.3401		
Diciembre	16										42.0332	
Enero	16											45.1704
Sig.		1.000	1.000	1.000	.982	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 10. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio El Saladillo (con ganado presente)

RAIZ

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	15131.291	11	1375.572	3993.475	0.000
Intra-grupos	62.002	180	0.344		
Total	15193.293	191			

Cuadro 11. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

HSD de Tukey^a

MES	N	Subconjunto para alfa = 0.05										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Julio	16	21.8323										
Junio	16		23.4709									
Agosto	16		24.1621									
Mayo	16			26.2644								
Septiembre	16				29.2358							
Octubre	16					33.5055						
Abril	16						37.3201					
Marzo	16							42.5466				
Febrero	16								45.1715			
Noviembre	16									46.2223		
Diciembre	16										51.0804	
Enero	16											54.6213
Sig.		1.000	0.255	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 12. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en raíz en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

RAIZ

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23215.997	11	2110.545	3911.262	0.000
Intra-grupos	97.129	180	0.540		
Total	23313.126	191			

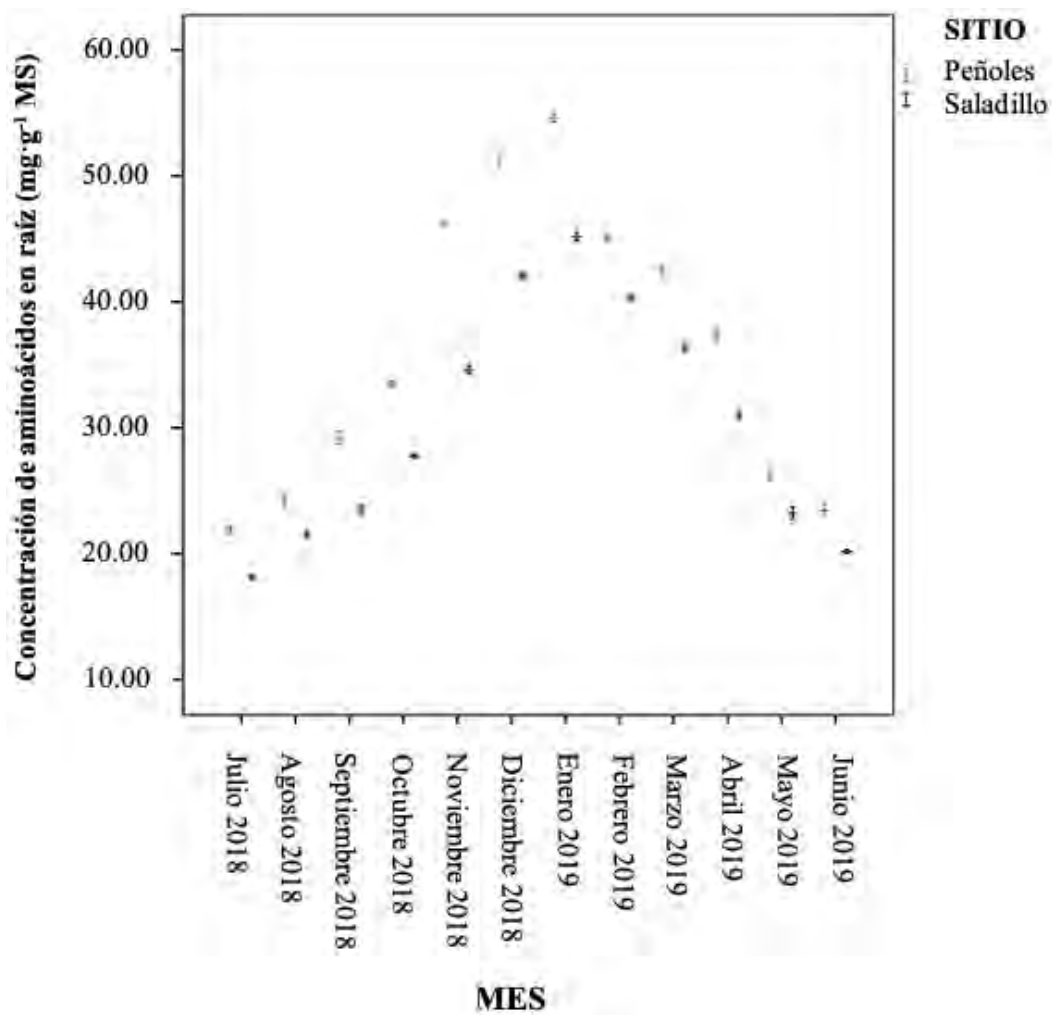


Figura 3. Concentración de aminoácidos totales solubles en raíz de mezquite (*Prosopis laevigata*) durante doce meses en dos sitios en el Ejido Emiliano Zapata, Durango. (Peñoles: sin ganado presente; Saladillo: con ganado presente)

Cuadro 13. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de *Prosopis laevigata* en el Sitio El Saladillo (con ganado presente)

HSD de Tukey^a

MES	N	Subconjunto para alfa = 0.05									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Junio	16	12.5601									
Julio	16		14.8129								
Mayo	16		14.8198								
Agosto	16		15.0009								
Septiembre	16			16.9237							
Octubre	16				18.6607						
Abril	16					21.5054					
Marzo	16						25.9994				
Febrero	16							29.8071			
Noviembre	16								31.3563		
Diciembre	16									32.8184	
Enero	16										35.5657
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 14. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de *Prosopis laevigata* en el Sitio El Saladillo (con ganado presente)

TRONCO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	11859.091	11	1078.099	2075.116	0.000
Intra-grupos	93.517	180	0.520		
Total	11952.607	191			

Cuadro 15. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de *Prosopis laevigata* en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

HSD de Tukey^a

MES	N	Subconjunto para alfa = 0.05								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Junio	16	14.5946								
Agosto	16		17.0858							
Mayo	16		17.6141							
Julio	16		17.8591							
Septiembre	16			21.7889						
Octubre	16				22.8519					
Abril	16					26.7029				
Noviembre	16						28.0589			
Marzo	16							31.5575		
Diciembre	16								37.3470	
Enero	16								38.1521	
Febrero	16									39.215
Sig.		1.000	0.092	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.065	1.000

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 16. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de aminoácidos totales en tronco de *Prosopis laevigata* en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

TRONCO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	13766.649	11	1251.514	2501.215	0.000
Intra-grupos	90.065	180	0.500		
Total	13856.715	191			

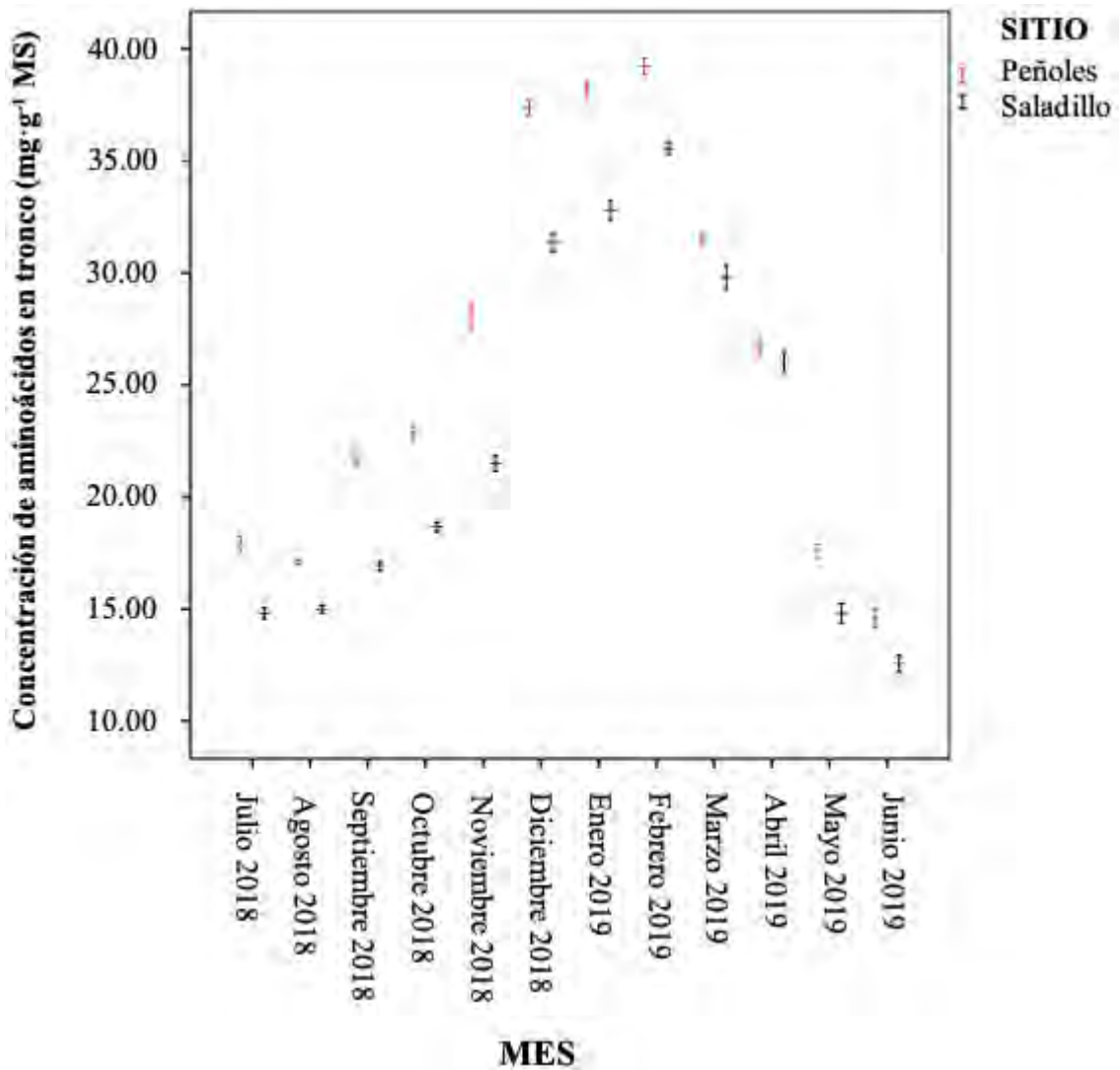


Figura 4. Concentración de aminoácidos totales solubles en tronco de mezquite (*Prosopis laevigata*) durante doce meses en dos sitios en el ejido Emiliano Zapata, Durango.

Cuadro 17. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz de *Prosopis laevigata* en el sitio El Saladillo (con ganado presente)

HSD de Tukey^a

MES	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Junio	16	15.0098				
Noviembre	16		17.6856			
Mayo	16		18.0748			
Febrero	16		18.1143			
Octubre	16		18.4589	18.4589		
Enero	16		18.5859	18.5859		
Abril	16		18.6123	18.6123		
Marzo	16		19.3198	19.3198	19.3198	
Diciembre	16			19.8971	19.8971	
Septiembre	16				20.6184	
Agosto	16					22.3950
Julio	16					23.5453
Sig.		1.000	0.103	0.242	0.395	0.589

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 18. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz en el sitio El Saladillo (con ganado presente)

RAIZ

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	882.709	11	80.246	34.967	0.000
Intra-grupos	413.079	180	2.295		
Total	1295.788	191			

Cuadro 19. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz de *Prosopis laevigata* en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

HSD de Tukey^a

Mes	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Junio	16	14.8321				
Abril	16		17.2128			
Marzo	16		17.2359			
Enero	16		19.2293	19.2293		
Mayo	16		19.4681	19.4681		
Noviembre	16			19.6746		
Diciembre	16			20.5759	20.5759	
Febrero	16			20.6431	20.6431	
Agosto	16				22.8906	22.8906
Octubre	16					23.3040
Julio	16					24.9494
Septiembre	16					25.0956
Sig.		1.000	.074	.701	.059	.090

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 20. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en raíz de *Prosopis laevigata* en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

raíz

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1782.407	11	162.037	40.066	.000
Intra-grupos	727.962	180	4.044		
Total	2510.369	191			

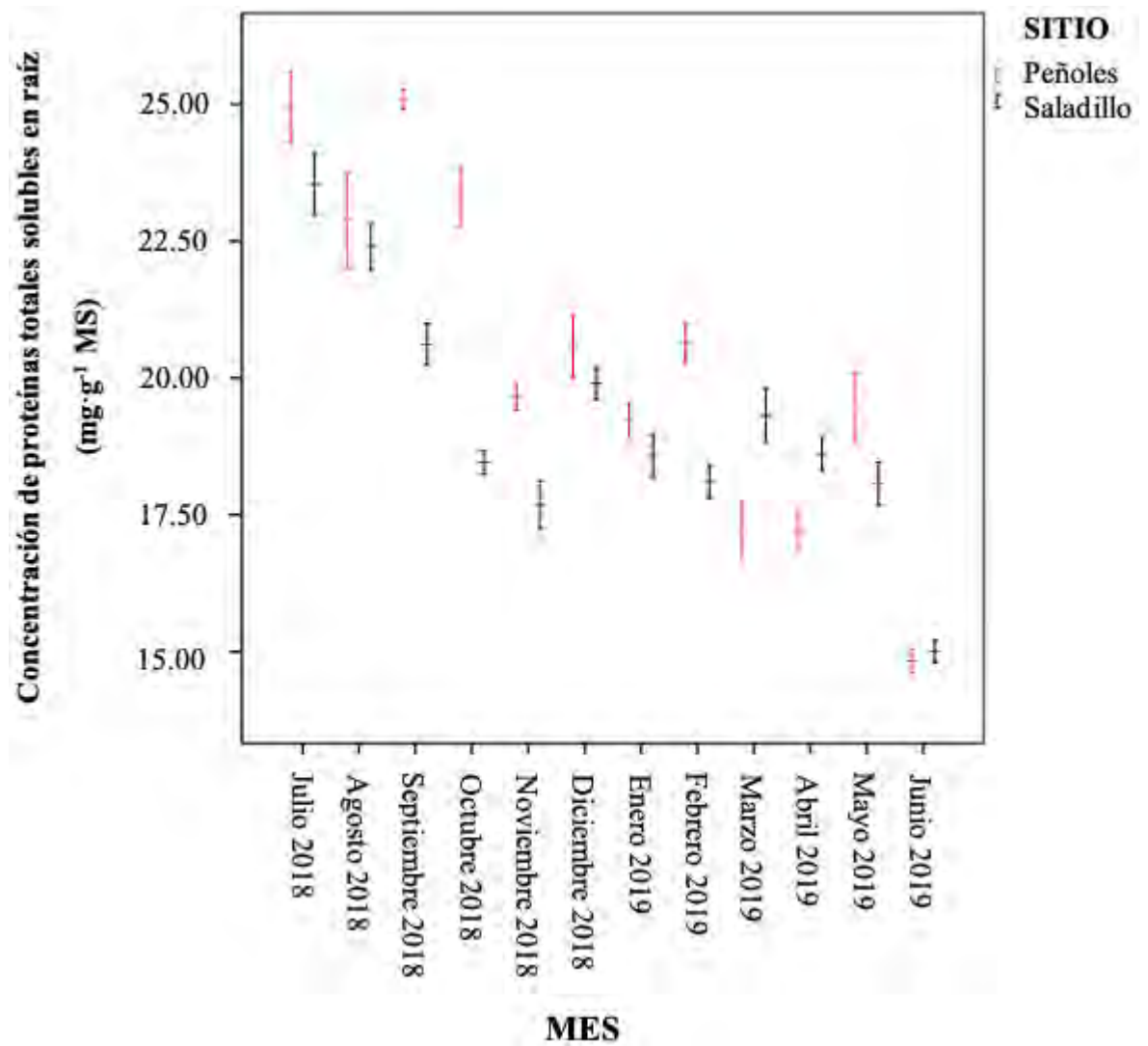


Figura 5. Concentración de proteínas totales solubles en raíz de mezquite (*Prosopis laevigata*) durante doce meses en dos sitios en el Ejido Emiliano Zapata, Durango.

Cuadro 21. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de *Prosopis laevigata* en el sitio El Saladillo (con ganado presente)

HSD de Tukey^a

MES	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Enero	16	16.3395			
Noviembre	16	17.0396	17.0396		
Febrero	16	17.1479	17.1479		
Mayo	16	17.3178	17.3178		
Diciembre	16	17.6338	17.6338		
Junio	16		18.0489	18.0489	
Marzo	16			19.4222	19.4222
Abril	16			19.6032	19.6032
Octubre	16				20.1568
Septiembre	16				20.6878
Agosto	16				20.7108
Julio	16				20.9608
Sig.		.299	.685	.091	.099

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 22. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de *Prosopis laevigata* en el sitio El Saladillo (con ganado presente)

TRONCO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	491.792	11	44.708	22.191	0.000
Intra-grupos	362.640	180	2.015		
Total	854.432	191			

Cuadro 23. Prueba de comparación de medias Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de *Prosopis laevigata* en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

HSD de Tukey^a

Mes	N	Subconjunto para alfa = 0.05						
		1	2	3	4	5	6	7
Abril	16	17.5139						
Junio	16	18.1742	18.1742					
Diciembre	16	19.0581	19.0581	19.0581				
Mayo	16		19.9229	19.9229	19.9229			
Enero	16		20.0084	20.0084	20.0084			
Octubre	16			20.1624	20.1624			
Febrero	16				21.5507	21.5507		
Noviembre	16				21.6766	21.6766	21.6766	
Agosto	16					22.8622	22.8622	22.8622
Marzo	16						23.5201	23.5201
Septiembre	16						23.5466	23.5466
Julio	16							24.7636
Sig.		0.255	0.077	0.756	0.111	0.509	0.065	0.055

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 16.000.

Cuadro 24. ANOVA Post-Hoc (Tukey) de proteínas totales solubles en tronco de *Prosopis laevigata* en el sitio Peñoles (sin ganado presente)

Tronco

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	926.963	11	84.269	31.288	0.000
Intra-grupos	484.802	180	2.693		
Total	1411.765	191			

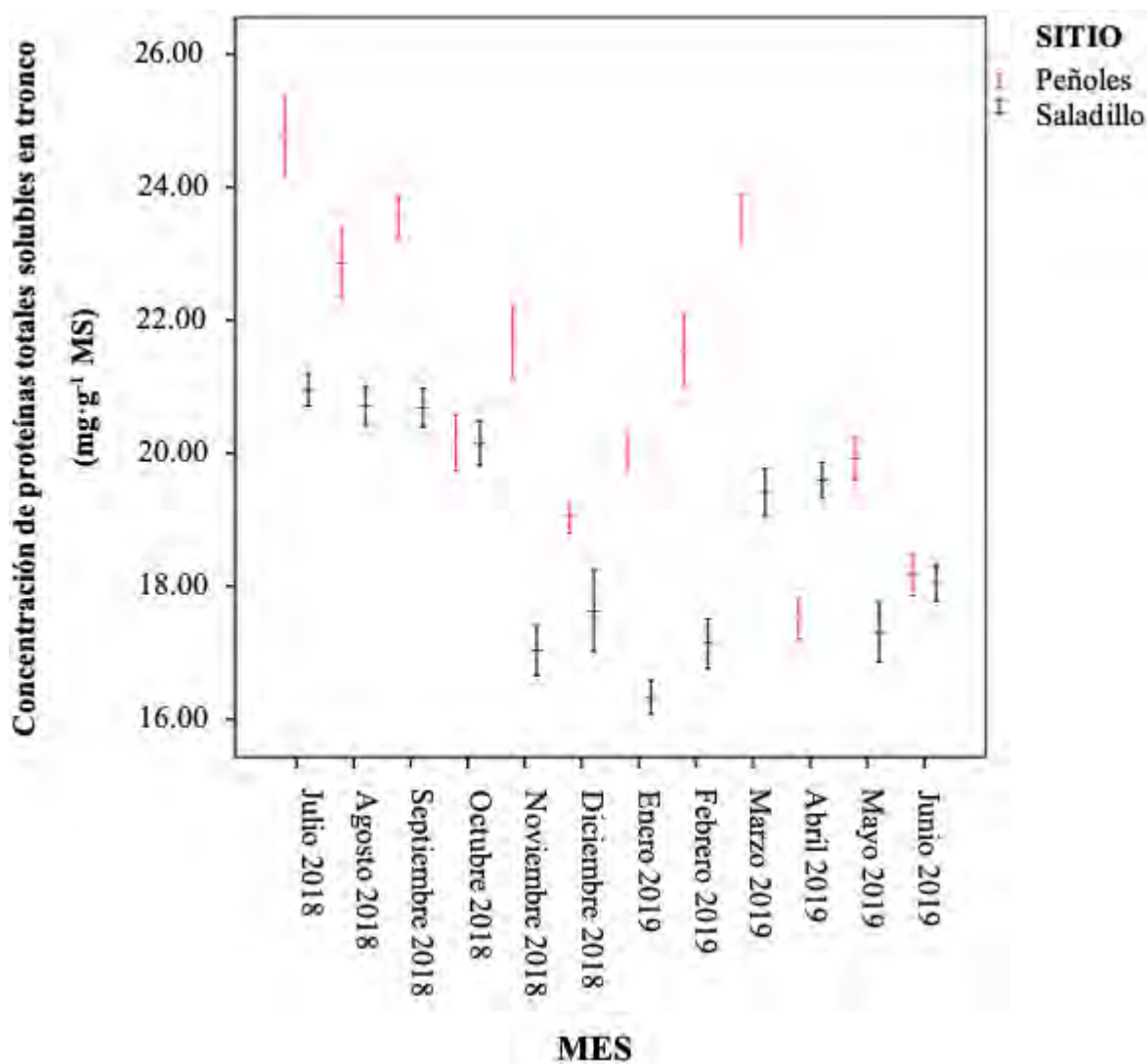


Figura 6. Concentración de proteínas totales solubles en tronco de mezquite (*Prosopis laevigata*) durante doce meses en dos sitios en el Ejido Emiliano Zapata, Durango.

Los resultados obtenidos mostraron una diferencia significativa en las concentraciones de aminoácidos en raíz en las interacciones entre sitio·mes ($F=142.66$, gl. = 11, $p<0.001$) (cuadro 2), el sitio Peñoles fue el que obtuvo concentraciones mayores en todos los meses en lo que respecta a la raíz con una media ($\bar{x}=36.28$ mg·g⁻¹ MS) (cuadro 1) mientras que el sitio Saladillo presentó una media de ($\bar{x}=30.32$ mg·g⁻¹ MS) (cuadro 1); la misma situación se presentó en el caso del tronco, donde se encontró que hay diferencia significativa en las interacciones sitio·mes ($F= 52.63$, gl. = 11, $p< 0.001$) (cuadro 3), el

sitio Peñoles fue el que obtuvo las mayores concentraciones de aminoácidos con una media ($\bar{x}=26.06 \text{ mg g}^{-1} \text{ MS}$) (cuadro 4) en comparación con el sitio El Saladillo que mostro una media de ($\bar{x}=22.48 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ MS}$) (cuadro 4).

Por otra parte, en las concentraciones de proteínas en el órgano raíz también presentaron diferencia significativa en las interacciones sitio·mes ($F=10.78$, gl. = 11, $p < 0.001$) (cuadro 7), en el sitio Peñoles se pudo observar que tuvo la mayor concentración arrojando una media de ($\bar{x}=20.42 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ MS}$) en raíz (Cuadro 5), a diferencia del sitio El Saladillo que alcanzó una media de $19.19 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ MS}$ (Cuadro 5). En el cuadro 6 se puede observar que las concentraciones de proteínas en el órgano tronco son mayores en el sitio Peñoles que cuenta con una media de ($\bar{x}=21.06 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ MS}$) al contrario del sitio El Saladillo que tiene una media de ($\bar{x}=18.75 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1} \text{ MS}$), también se presentó una diferencia significativa en el órgano tronco entre las interacciones sitio·mes ($F=14.73$, gl. = 11, $p < 0.001$) (cuadro 8).

De acuerdo a los resultados obtenidos, en el caso de la concentración de aminoácidos totales en la raíz en el sitio El Saladillo, fue diferente ($F=3993.47$, g.l. 11, $p < 0.001$) (cuadro 10) con excepción de mayo y septiembre, las concentraciones de aminoácidos totales en los meses restante fueron diferentes entre sí, mientras que septiembre y mayo presentaron similitud entre sí (cuadro 9). En la concentración de aminoácidos totales en el órgano raíz en el sitio Peñoles se encontró diferencia significativa ($F=3911.26$, g.l. 11, $p < 0.001$) (cuadro 12), todos los meses fueron diferentes, excepto agosto y junio en donde se encontró similitud (cuadro 11). También se encontró diferencia significativa en la concentración de aminoácidos totales en el órgano tronco en el sitio El Saladillo ($F=2075.11$, g.l. 11, $p < 0.001$) (cuadro 14), durante los meses julio, agosto y mayo se presentó similitud entre sí, mientras que los meses restantes fueron diferentes entre ellos (cuadro 13). Por otra parte, en la concentración de aminoácidos totales en el órgano tronco en el sitio Peñoles también se presentó diferencia significativa ($F=2501.21$, g.l. 11, $p < 0.001$) (cuadro 16), presentando diferencia entre la mayoría de los meses menos agosto, mayo y julio, estos perteneciendo al subconjunto 2 y los meses diciembre y enero siendo parte del subconjunto 8 (cuadro 15).

Los resultados en concentración de proteínas totales solubles en raíz en el sitio El saladillo mostraron diferencia ($F= 34.96$, g.l. 11, $p < 0.001$) (cuadro 18). junio resulto con la

concentración de proteínas totales solubles más baja (\bar{x} = 15.00 mg·g⁻¹ MS), mientras que agosto y julio mostraron las concentraciones mayores (\bar{x} = 22.39 y \bar{x} = 23.54 mg·g⁻¹ MS) respectivamente, el resto de los meses presentaron similitud entre las concentraciones observadas (cuadro 17). Para el caso del sitio Peñoles en la concentración de proteínas totales solubles en raíz también se observó diferencia significativa (F=40.06, g.l. 11, p<0.001) (cuadro 20), siendo el mes de junio el que obtuvo las menores concentraciones (\bar{x} =14.83 mg·g⁻¹ MS) mientras que los meses de julio y septiembre obtuvieron las mayores concentraciones (\bar{x} = 24.94 y \bar{x} = 25.09 mg·g⁻¹ MS) a diferencia de los meses restantes que fueron similares entre ellos (cuadro 19). En lo que respecta a la concentración de proteínas totales solubles en el órgano tronco en el sitio El Saladillo también se pudo observar diferencia significativa (F= 22.19, g.l. 11, p<0.001) (cuadro 22), en este caso el mes de enero fue el que obtuvo las menores concentraciones (\bar{x} =16.33 mg·g⁻¹ MS) y el mes que resultó con mayores concentraciones fue julio (\bar{x} = 20.96 mg·g⁻¹ MS), siendo los demás meses similares entre sí (cuadro 21). En las concentraciones de proteínas totales solubles para el sitio Peñoles en el órgano tronco se observó diferencia significativa (F=31.28, g.l. 11, p<0.001) (cuadro 24). En el cuadro 23 se puede observar que el mes abril es el que resultó con menor concentración de proteínas totales solubles (\bar{x} =17.51 mg·g⁻¹ MS) y el mes julio fue el que presentó la concentración más alta (\bar{x} = 24.76 mg·g⁻¹ MS), mientras que en los meses restantes se observa un comportamiento similar en las concentraciones de proteínas totales solubles.

DISCUSIÓN

En la figura 3 se muestra la concentración de aminoácidos totales (AT) en raíz ($\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}$ MS) y podemos observar que la concentración de AT empieza a aumentar en los meses de septiembre a noviembre que son parte del otoño esto se ajusta a lo reportado por Villar et al., (2015), donde mencionan que el nitrógeno se almacena en forma de aminoácidos y proteínas, y se forman en la corteza durante la demanda estacional de alta absorción de nitrógeno, como la senescencia de las hojas en otoño o el crecimiento primaveral.

Los aminoácidos son la principal forma de transporte de nitrógeno y los árboles pueden translocar hasta el 50 - 80 % del nitrógeno desde la hoja al tronco para su almacenamiento durante la etapa de letargo (Babst y Coleman, 2018), este comportamiento se puede observar en la figura 4, en donde la concentración de aminoácidos alcanza su punto máximo en el mes de febrero.

De acuerdo a lo reportado por Bazot et al., (2013), los datos existentes sobre árboles caducifolios indican que el nitrógeno se transfiere de las hojas a los órganos de almacenamiento en el otoño y de estos órganos se moviliza en la primavera para apoyar el crecimiento de nuevos brotes. Las proteínas de reserva vegetativa (PRV) son la forma principal de almacenamiento de nitrógeno en los tejidos vegetativos de los árboles. Las proteínas se acumulan a finales del verano o principios del otoño y se encuentran en grandes cantidades durante todo el invierno, esto concuerda con los resultados obtenidos en este trabajo en donde podemos observar que la mayor concentración de proteínas totales solubles fue en el órgano raíz fue durante el verano en los meses de julio, agosto y septiembre y se mantuvieron elevadas durante el invierno en los meses de diciembre, enero y febrero (figura 5).

La concentración de proteínas totales solubles en raíz permanece bajas en el periodo de crecimiento foliar en mezquite, estos resultados coinciden con lo reportado por (Bazot et al., 2013; Delpiere et al., 2016.) (figura 5).

En las plantas leñosas de climas templados y fríos, las proteínas de reserva vegetativas se forman en las raíces y el tronco; su concentración incrementa en la etapa de letargo y disminuye en el período de brotación (Villar et al., 2015), esto es similar a los resultados obtenidos en este trabajo, como se puede observar en las concentraciones de proteínas totales solubles en tronco (figura 6) y raíz (figura 5).

La diferencia encontrada en las concentraciones de compuestos nitrogenados en raíz en los dos sitios, donde el sitio Peñoles resultó con mayores concentraciones a comparación del sitio El Saladillo (figura 3 y figura 4), podría deberse a lo descrito por Byrnes et al., (2018) y Pulido et al., (2016) donde sostienen que el pastoreo intensivo reduce significativamente el nitrógeno total en comparación en donde no hay pastoreo, esto se debe a que el pisoteo excesivo ocasionado por el pastoreo de ganado lleva a la compactación del suelo, lo que resulta en una disminución de la porosidad que conduce a una reducción de la infiltración y reduce la disponibilidad de agua para las plantas.

En el caso del tronco, el sitio El Saladillo resultó con menores concentraciones de compuestos nitrogenados; esto podría derivarse de que el sitio es utilizado para el pastoreo y como mencionan Zuo et al., (2018); Medina-Roldan et al., (2012) y Deng et al., (2017), el pastoreo intensivo también puede causar cambios importantes en las propiedades del suelo, y es probable que los cambios en el suelo induzcan respuestas coordinadas de diferentes características funcionales de las plantas.

En las concentraciones de proteínas totales solubles (PTS) el sitio Peñoles resultó con mayores concentraciones que El Saladillo (figura 5 y figura 6), esto coincide con lo reportado por Liu et al., (2018) donde encontraron que las concentraciones de PTS en tronco y raíz disminuyeron significativamente en el área de pastoreo intensivo. Barthelemy et al., (2017) afirman que los herbívoros también suelen afectar las interacciones simbióticas de las plantas, afectan la colonización de las micorrizas en las raíces y, por lo tanto, cómo las plantas obtienen nutrientes directamente del suelo al reducir la distribución de carbono a las raíces debido a la pérdida de tejido fotosintético causado por las hojas consumidas durante el pastoreo.

CONCLUSIÓN

Se puede concluir que el pastoreo extensivo tiene efectos en la asimilación de nutrientes por parte de las poblaciones silvestres de mezquite, debido al pisoteo provocando la compactación del suelo. Los órganos raíz y tronco en el sitio Peñoles mostraron mayores concentraciones de compuestos nitrogenados en comparación con el sitio El saladillo, esto se debe a que el sitio Peñoles no tiene presencia de ganado que afecte a la asimilación de nutrientes por parte de la población silvestre de mezquite, el presente estudio se realizó en un lapso de un año, sería recomendable que se realizaran más estudios durante un mayor transcurso de tiempo para determinar como el pastoreo afecta a las poblaciones silvestres de mezquite. De igual manera, se recomienda que este estudio se aplique a individuos jóvenes de mezquite.

REFERENCIAS

- Alexandratos, N., & Bruinsma, J. (2012). World agriculture towards 2030/2050: the 2012 revision.
- Allison, C. D., & Bender, L. C. (2017). Grazing and Biodiversity. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences.
- Allison, C. D. (2004). Continuous vs. rotational grazing on arid lands. In Proc. Southwest Beef Symposium, Odessa, TX (pp. 2-5).
- Alkemade, R., Reid, R. S., van den Berg, M., de Leeuw, J., & Jeuken, M. (2013). Assessing the impacts of livestock production on biodiversity in rangeland ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20900-20905.
- Babst, B. A., & Coleman, G. D. (2018). Seasonal nitrogen cycling in temperate trees: transport and regulatory mechanisms are key missing links. *Plant Science*, 270, 268-277.
- Barthelemy, H., Stark, S., Kytöviita, M. M., & Olofsson, J. (2017). Grazing decreases N partitioning among coexisting plant species. *Functional Ecology*, 31(11), 2051-2060.
- Bailey, D. W. (2004). Management strategies for optimal grazing distribution and use of arid rangelands. *Journal of Animal Science*, 82(suppl_13), E147-E153.
- Bazot, S., Barthes, L., Blanot, D., & Fresneau, C. (2013). Distribution of non-structural nitrogen and carbohydrate compounds in mature oak trees in a temperate forest at four key phenological stages. *Trees*, 27(4), 1023-1034.
- Beresford-Jones, D. G. (2005). *Pre-hispanic Prosopis-human relationships on the south coast of Peru: riparian forests in the context of environmental and cultural trajectories of the lower Ica valley* (Doctoral dissertation, University of Cambridge).
- Blanco-Labra, A., & Mancilla, C. A. (2002). Proteínas involucradas en los mecanismos de defensa de plantas. *Acta universitaria*, 12(3), 3-28.

- Bock, C. E., Saab, V. A., Rich, T. D., & Dobkin, D. S. (1993). Effects of livestock grazing on neotropical migratory landbirds in western North America. *In: Finch, Deborah M.; Stangel, Peter W.(eds.). Status and management of neotropical migratory birds: September 21-25, 1992, Estes Park, Colorado. Gen. Tech. Rep. RM-229. Fort Collins, Colo.: Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, US Dept. of Agriculture, Forest Service: 296-309, 229, 296-309.*
- Bradford, N. A. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation microgram quantities of a protein isolated from red cell membranes. *Anal. Biochem*, 72(248), e254.
- Briceño Contreras, E. A., Valenzuela Núñez, L. M., Espino Castillo, D. A., García de la Peña, C., Esparza-Rivera, J. R., & Borja de la Rosa, A. (2018). Content of starch in walnut organs (*Carya illinoensis* Koch) in two phenological stages. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(SPE20), 4161-4173.
- Briceño-Contreras, E. A., Moreno-Reséndez, A., Valenzuela-Núñez, L. M., Esparza-Rivera, J. R., Rodríguez-Martínez, R., & Molina-Ochoa, J. (2019). Influence of temperature and irradiation on starch concentration in *Carya illinoensis* K. Koch varieties Wichita and Western. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 25(3), 305-314.
- Byrnes, R. C., Eastburn, D. J., Tate, K. W., & Roche, L. M. (2018). A global meta-analysis of grazing impacts on soil health indicators. *Journal of environmental quality*, 47(4), 758-765.
- Challenger, A. (1998). *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado presente y futuro* (No. 581.5 C44Y).
- Chapin, F. S., Schulze, E., & Mooney, H. A. (1990). The Ecology and Economics of Storage in Plants. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21(1), 423–447. doi:10.1146/annurev.es.21.110190.
- Dang, L., & Van Damme, E. J. (2015). Toxic proteins in plants. *Phytochemistry*, 117, 51-64.

- Delpierre, N., Vitasse, Y., Chuine, I., Guillemot, J., Bazot, S., & Rathgeber, C. B. (2016). Temperate and boreal forest tree phenology: from organ-scale processes to terrestrial ecosystem models. *Annals of Forest Science*, 73(1), 5-25.
- Deng, L., Shangguan, Z. P., Wu, G. L., & Chang, X. F. (2017). Effects of grazing exclusion on carbon sequestration in China's grassland. *Earth-Science Reviews*, 173, 84-95.
- Dettenmaier, S. J., Messmer, T. A., Hovick, T. J., & Dahlgren, D. K. (2017). Effects of livestock grazing on rangeland biodiversity: a meta-analysis of grouse populations. *Ecology and evolution*, 7(19), 7620-7627.
- Eren, M. I., Durant, A., Neudorf, C., Haslam, M., Shipton, C., Bora, J., ... & Petraglia, M. (2010). Experimental examination of animal trampling effects on artifact movement in dry and water saturated substrates: a test case from South India. *Journal of Archaeological Science*, 37(12), 3010-3021.
- Espino-Castillo, D. A., Valenzuela-Núñez, L. M., Legaria-Solano, J. P., Briceño-Contreras, E. A., Esparza-Rivera, J. R., Rodríguez-Bautista, G., & García-de-la-Peña, C. (2018). Evidencia de una proteína de reserva vegetativa de 20 kDa en raíz de nogal (*Carya illinoensis* Koch) durante la etapa de letargo. *Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 5(14), 309-317.
- Fagard, M., Launay, A., Clément, G., Courtial, J., Dellagi, A., Farjad, M., ... & Masclaux-Daubresse, C. (2014). Nitrogen metabolism meets phytopathology. *Journal of experimental botany*, 65(19), 5643-5656.
- Fynn, R. W., Augustine, D. J., Peel, M. J., & de Garine-Wichatitsky, M. (2016). Strategic management of livestock to improve biodiversity conservation in African savannahs: a conceptual basis for wildlife–livestock coexistence. *Journal of Applied Ecology*, 53(2), 388-397.
- Galili, G., Avin-Wittenberg, T., Angelovici, R., & Fernie, A. R. (2014). The role of photosynthesis and amino acid metabolism in the energy status during seed development. *Frontiers in plant science*, 5, 447.

- Gao, J., & Carmel, Y. (2020). A global meta-analysis of grazing effects on plant richness. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 302, 107072.
- Gao, J. J., Carmel, Y., (2015). Grazing effects on Soil and Vegetation in China and Israel. A report Submitted to the faculty of civil and environmental engineering. Technion- Israel Institute of Technology.
- Harborne, J. B. (1984). Nitrogen compounds. In *Phytochemical Methods* (pp. 176-221). Springer, Dordrecht.
- Heggenes, J., Odland, A., Chevalier, T., Ahlberg, J., Berg, A., Larsson, H., & Bjerketvedt, D. K. (2017). Herbivore grazing—or trampling? Trampling effects by a large ungulate in cold high-latitude ecosystems. *Ecology and evolution*, 7(16), 6423-6431.
- IBM-SPSS. Software IBM SPSS Statistics Version 20. New York, 2018. (Free trial). Disponible en: [https:// www.ibm.com/mx-es/analytics/spss-statistics-software](https://www.ibm.com/mx-es/analytics/spss-statistics-software). Acceso en: 9 jun. 2021.
- Jankowski, M. D., Russell, R. E., Franson, J. C., Dusek, R. J., Hines, M. K., Gregg, M., & Hofmeister, E. K. (2014). Corticosterone metabolite concentrations in greater sage-grouse are positively associated with the presence of cattle grazing. *Rangeland Ecology & Management*, 67(3), 237-246.
- Kantrud, H. A., & Kologiski, R. L. (1982). *Effects of soils and grazing on breeding birds of uncultivated upland grasslands of the northern Great Plains* (No. 15, pp. 0-33). US Fish and Wildlife Service.
- Kareiva, P., Watts, S., McDonald, R., & Boucher, T. (2007). Domesticated nature: shaping landscapes and ecosystems for human welfare. *Science*, 316(5833), 1866-1869.
- Kramer, P. J. and T. T. Kozlowski. (1979). *Physiology of woody plants*. Academic Press Inc. New York, NY. USA. 811 p
- Krausman, P. R., Naugle, D. E., Frisina, M. R., Northrup, R., Bleich, V. C., Block, W. M., ... & Wright, J. D. (2009). Livestock grazing, wildlife habitat, and rangeland values. *Rangelands*, 31(5), 15-19.

- Liu, M., Gong, J., Li, Y., Li, X., Yang, B., Zhang, Z., ... & Hou, X. (2019). Growth–defense trade-off regulated by hormones in grass plants growing under different grazing intensities. *Physiologia plantarum*, 166(2), 553-569.
- Lund, H. G. (2007). Accounting for the world's rangelands. *Rangelands*, 29(1), 3-10.
- Magel, E., C. Hillinger, W. Höll and H. Ziegler. 1997. Biochemistry and physiology of heartwood formation: role of reserve substances. In: Rennenberg H., W. Eschrich, H. Ziegler (Eds.). *Trees, Contributions to Modern Tree Physiology*. Backhuys Publishers. Leyden, The Netherlands. pp. 477 – 506
- Martínez-Trinidad, T., Plascencia-Escalante, F. O., & Islas-Rodríguez, L. (2013). Relationship between carbohydrates and vitality in urban trees. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente*, 19(3), 459-468.
- Medina-Roldán, E., Paz-Ferreiro, J., & Bardgett, R. D. (2012). Grazing-induced effects on soil properties modify plant competitive interactions in semi-natural mountain grasslands. *Oecologia*, 170(1), 159-169.
- Moreno-Contreras, M. G., Flores, T. S. H., de Anda, E. M. L., Castro, A. A. A., & Haro, A. M. (2021). Diversidad morfológica del mezquite (*Prosopis* spp.) en la región de Pénjamo, Guanajuato, México. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 9(23).
- Mor-Mussery, A., Shuker, S., & Zaady, E. (2019). New Approach For Sustainable And Profitable Grazing Systems In Arid Open Lands Of The Northern Negev Desert (Israel). *Geography, Environment, Sustainability*, 12(2), 106-127.
- Mor-Mussery, A., Abu-Glaion, H., Shuker, S., & Zaady, E. (2021). The influence of trampling by small ruminants on soil fertility in semi-arid rangelands. *Arid Land Research and Management*, 35(2), 189-197.
- Ögren, E. (2000). Maintenance respiration correlates with sugar but not nitrogen concentration in dormant plants. *Physiologia Plantarum*, 108(3), 295-299.
- Pallardy, S. G. (2010). *Physiology of woody plants*. academic press.

- Pulido, M., Schnabel, S., Lavado Contador, J. F., Lozano-Parra, J., & González, F. (2018). The impact of heavy grazing on soil quality and pasture production in rangelands of SW Spain. *Land Degradation & Development*, 29(2), 219-230.
- Rasheed, F., Markgren, J., Hedenqvist, M., & Johansson, E. (2020). Modeling to understand plant protein structure-function relationships—implications for seed storage proteins. *Molecules*, 25(4), 873.
- Rentsch, D., Schmidt, S., & Tegeder, M. (2007). Transporters for uptake and allocation of organic nitrogen compounds in plants. *FEBS letters*, 581(12), 2281-2289.
- Ríos-Saucedo, J. C., Trucios-Caciano, R., Valenzuela-Núñez, L. M., Sosa-Pérez, G., Rosales-Serna, R. (2011). Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. (1.^a ed., pp. 3-20). México, INIFAP.
- Rotich, H., Onwonga, R., Mbau, J., & Koech, O. (2018). Soil Organic Carbon Content and Stocks in Relation to Grazing Management in Semi-Arid Grasslands of Kenya.
- Rosales-Serna, R., Valenzuela-Núñez, L. M., Ríos-Saucedo, J. C., Jiménez-Ocampo, R., Ibarra-Flores, J., M. (2011). Diversidad genética en poblaciones naturales de mezquite del norte-centro México. En: Ríos-Saucedo, J. C., Trucios-Caciano, R., Valenzuela-Núñez, L. M., Sosa-Pérez, G., Rosales-Serna, R. (Eds.). Importancia de las poblaciones de mezquite en el norte-centro de México. (1.^a ed., pp. 3-20). México, INIFAP,
- Ruiz-Nieto, J. E., Hernández-Ruiz, J., Hernández-Marín, J., Mendoza-Carrillo, J., Abraham-Juárez, M., Isiordia-Lachica, P. M., & Mireles-Arriaga, A. I. (2020). Mesquite (*Prosopis* spp.) tree as a feed resource for animal growth. *Agroforestry Systems*, 1-11.
- Sanderson, E. W., Jaiteh, M., Levy, M. A., Redford, K. H., Wannebo, A. V., & Woolmer, G. (2002). The human footprint and the last of the wild: the human footprint is a global map of human influence on the land surface, which suggests that human beings are stewards of nature, whether we like it or not. *BioScience*, 52(10), 891-904.

- Sauceda, E. N. R., Martínez, G. E. R., Valverde, B. R., Ruiz, R. M., Hermida, M. D. L. C. C., Torres, S. M. M., & Ruiz, H. H. P. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd.) en México. *Ra Ximhai*, 10, 173-193.
- Speedy, A. W. (2003). Global production and consumption of animal source foods. *The Journal of nutrition*, 133, 4048S-4053S.
- Staswick, P. E. (1994). Storage proteins of vegetative plant tissues. *Annual review of plant biology*, 45, 303-322.
- Thornton, P. K. (2010). Livestock production: recent trends, future prospects. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2853-2867.
- Trenchard, L. J., Harris, P. J., Smith, S. J., & Pasiecznik, N. M. (2008). A review of ploidy in the genus *Prosopis* (Leguminosae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 156(3), 425-438.
- Trucíos-Caciano R, Valenzuela Nuñez LM, Ríos-Saucedo JC, Rivera-González M, Estrada Avalos J (2012) Cambio de uso de suelo en Coahuila y Durango. Rev. Chapingo ser. Zonas Aridas 11: 68-74.
- Ulian, T., Florès, C., Lira, R., Mamatsharaga, A., Mogotsi, K. K., Muthoka, P., ... & Mattana, E. (Eds.). (2019). *Wild plants for a sustainable future: 110 multipurpose species*. Kew Publishing/Royal Botanical Gardens.
- USDA-NRCS 2021. Clasificación for kingdom *Plantae* down to species *Prosopis laevigata* [Humb. & Bonpl. ex Willd.] M.C. Johnst. . United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service. Retrieved from <http://plants.usda.gov/classification.html>. Fecha de consulta 7 de Julio de 2021.
- Valenzuela-Núñez, L. M., Ríos Saucedo, J. C., Barrientos Armendáriz, K. D. R., Muro Perez, G., Sánchez Salas, J., & Briceno Contreras, E. A. (2015). Structure and floral composition in two mesquite (*Prosopis laevigata* (Humb. & Bonpl. ex

- Willd.) MC Johnst.) communities in Durango, Mexico. *Interciencia*, 40(7), 465-472.
- Valenzuela-Nuñez, L. M., Gérant, D., Maillard, P., & Bréda, N. (2010). Seasonal dynamics of total soluble proteins in adult trees of *Quercus petraea* (Matts.) Liebl. and *Fagus sylvatica* L. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 1(1), 75-83.
- Van Soest, P.J. (1996). Allometry and ecology of feeding behavior and digestive capacity in herbivores: A review. *Zoo Biology*, 15, 455–479.
- Vavra, M. (2005). Livestock grazing and wildlife: Developing compatibilities. *Rangeland Ecology and Management*, 58, 128–134.
- Villar-Salvador, P., Uscola, M., & Jacobs, D. F. (2015). The role of stored carbohydrates and nitrogen in the growth and stress tolerance of planted forest trees. *New Forests*, 46(5), 813-839.
- Yemm, E.W. and Cocking, E.C. (1955) The Determination of Amino Acids with Ninhydrin. *Analyst*, 80, 209-213.
<http://dx.doi.org/10.1039/an9558000209>
- Zuo, X., Zhang, J., Lv, P., Wang, S., Yang, Y., Yue, X., ... & Ma, X. (2018). Effects of plant functional diversity induced by grazing and soil properties on above-and belowground biomass in a semiarid grassland. *Ecological indicators*, 93, 555-561.