

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA

Instituto de Ciencias Agrícolas

Instituto en Investigaciones en Ciencias Veterinarias



**IMPACTO DE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y LA
SUPLEMENTACION PROTEICA EN VACAS EN UN
PASTIZAL CORTO DURANTE EL OTOÑO EN NUEVO
MEXICO ESTADOS UNIDOS**

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL GRADO DE:

DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA

DAVID CALDERÓN MENDOZA

DIRECTORES

Ph. D. ADOLFO PÉREZ MARQUEZ

Ph. D. MANUEL A. ENCINIAS

MEXICALI, B. C., MÉXICO

DICIEMBRE DE 2012

La presente tesis titulada “IMPACTO DE LA PRODUCCION DE FORRAJE Y LA SUPLEMENTACION PROTEICA EN VACAS EN UN PASTIZAL CORTO DURANTE EL OTOÑO EN EL OESTE DE ESTADOS UNIDOS”, realizada por el **C. David Calderón Mendoza**; fue dirigida y asesorada por los **Ph. D. Adolfo Pérez Márquez** y **Ph. D. Manuel A. Encinias**, siendo aceptada, revisada y aprobada, por el Consejo Particular abajo indicado, como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Consejo Particular

PRESIDENTE _____

Ph. D. ADOLFO PÉREZ MÁRQUEZ

SINODAL _____

Ph. D. MANUEL A. ENCINIAS

SINODAL _____

DR. MARTÍN FRANCISCO MONTAÑO GÓMEZ

SINODAL _____

DR. ENRIQUE GILBERTO ÁLVAREZ ALMORA

SINODAL _____

DR. VICTOR MANUEL GONZALEZ VIZCARRA

POR LA REALIZACIÓN PLENA DEL HOMBRE

Ejido Nuevo León, Mexicali, Baja California, México, Diciembre de 2012

DEDICATORIA

A dios, gracias por darme la vida, cuanto tengo, mi familia y permitido la dicha de este logro, por esa motivación y deseo de superación, el cual te lo dedico Señor.

A Elva (creo prudente en este otro logro obtenido, repetir nuevamente esta Dedicatoria), La biblia dice, si encuentras una esposa buena valdrá más que las piedras preciosas. Elva tú eres la esposa que la biblia describe, gracias por tu amor y apoyo en estos ya, 38 años (14/12/1974) de mi vida.

A Eira, Dea David y Griselda por su amor y apoyo, a uds. Hijos dedico mi tesis

A Lupita, Julio y Monchis dedico mi tesis

A mis adorados, hermosos y terribles nietos: Nicolás, Cesar, Andrea, Renata Cruz Sofía, Evelin y Eduardo porque en momentos importantes de sus vidas (estuve ausente), a uds, adorados nietos dedico mi tesis y el día de mañana sirva de motivación en sus vidas.

A mis padres (Anastacio y Tomasa) O.P.D., hermanos y sus familias Jesús Elías, Manuela, Lázaro Q.P.D., María, Lucrecia, Adolfo, y familias.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto de Ciencias Agrícolas y al Instituto de Investigaciones en Ciencias Veterinarias de la UABC, por aceptarme en su programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias.

Al Ph. D. Adolfo Pérez Márquez, por su invaluable apoyo y profesionalismo en la realización del logro de esta, mi meta, que Dios te bendiga y cuide por siempre. Gracias Pérez.

Al Ph. D. Manuel A. Encinias, sin su apoyo no hubiera sido posible la conducción del trabajo Experimental, por el apoyo recibido durante mis estancias en CLRC, por brindarme su amistad y apoyo, a su esposa e hijas por haberme compartido el pan y la sal en el seno de su hogar. Mil Gracia Miss. Helly y Manny.

Al personal del Centro de Investigación en Ganadería de Clayton, Clayton NM, por su apoyo y amistad brindada durante mis estancias (2007, 2008 y 2009). Mil gracias a todos Uds.

Al Ph. D. Roberto Soto Ortiz, al amigo, al director. Gracias Dr. Soto, por su invaluable apoyo y constante motivación en el logro de una meta soñada y anhelada, hecha realidad. Mil gracias.

Al Ph. D. Sergio A. Soto Navarro, por sus cortas pero fructíferas enseñanzas tanto en trabajos de investigación en campo como en laboratorio, por el apoyo recibido durante mis estancias (2009-2010) en Las Cruces, NM, Gracias Dr. Soto.

Al Dr. Martin Francisco Montaña Gómez, por la enseñanza, amistad y apoyo recibido en el logro de mi objetivo. Gracias Dr. Montaña.

Al Dr. Enrique Gilberto Álvarez Almora por contar con tu amistad y apoyo. Gracias Enrique.

Al Dr. Víctor Manuel González Vizcarra por contar con tu amistad y apoyo. Gracias Dr. Vizcarra.

A Eira Calderón Beltrán por ser el motor de motivación en alcanzar esta meta. Además por el apoyo recibido en estas nuevas herramientas tecnológicas, que a mí se me dificultan, durante la realización de la presente tesis. La cual te la dedico, hija.

A Juan Manuel Gómez Vega por el apoyo recibido en la presentación del presente documento. Gracias vaquero.

A Francisco Loya Olguín por el apoyo y convivencia en el momento en que coincidimos en Clayton NM. Gracias Paco

A todo el personal académico del Programa de Doctorado en Ciencias Agropecuarias, quienes me brindaron sus conocimientos a través de los cursos recibidos.

A todo el personal Académico y Administrativo del Instituto de Ciencias Agrícolas, por su apoyo y amistad recibida en estas últimas décadas. Gracias compañeras os y amigas os.

Un muy especial agradecimiento:

A la **Universidad Autónoma de Baja California**, ya que sin el apoyo recibido a través de sus Programas de Postgrado, Movilidad Internacional entre otros, no hubiera sido posible el logro de esta, tan importante meta en mi vida profesional. Además mi eterno agradecimiento por haberme aceptado como un Cimarrón por adopción. Gracias **UABC**.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo durante parte de mi estancia en el Centro de Investigación en Ganadería de Clayton. Universidad Estatal de Nuevo Mexico.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE CUADROS Y TABLAS	x
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 LOS PASTIZALES DEL OESTE DE LOS ESTADOS UNIDOS.....	3
2.1.1 FACTORES FÍSICOS Y MEDIOAMBIENTALES	3
2.1.2 TIPO DE VEGETACIÓN, REACCIÓN AL PASTOREO Y PRODUCTIVIDAD	5
2.2 ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN LIBRE PASTOREO.....	8
2.2.1 NUTRICIÓN GENERAL DE RUMIANTES	10
2.2.1.1 Disponibilidad y composición de forraje	10
2.2.1.2 Selección de la dieta.....	11
2.2.1.3 Requerimiento de proteína	11
2.2.2 SUPLEMENTACIÓN PROTEICA A BOVINOS EN PASTOREO	12
2.2.2.1 Consumo voluntario de forraje	12
2.2.2.2 Fuentes y concentraciones de PC suplementaria	13
2.2.2.3 Proteína degradable en rumen versus proteína de paso.....	14
2.2.3 SUPLEMENTACIÓN MINERAL.....	16
2.2.3.1 Elementos mayores y menores.....	16
2.2.3.2 Relación y proporciones entre minerales	17
2.2.3.3 Carencias de los elementos minerales.....	17
2.2.4 COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS EN PASTOREO.....	19
LITERATURA CITADA	20
Capítulo 2. EXPERIMENT I	25
RESUMEN	26
ABSTRACT	27

INTRODUCTION	28
MATERIALS AND METHODS.....	29
2.1 Paddocks and sampling.....	29
2.2 Statistical analyses	29
RESULTS AND DISCUSION.....	30
CONCLUSION	31
REFERENCES	32
Capítulo 3. EXPERIMENTO II.....	36
RESUMEN.....	37
ABSTRACT	38
INTRODUCCIÓN.....	39
MATERIALES Y METODOS	39
3.1 Vegetación nativa, pastoreo y manejo nutricional de los animales	39
3.2 Análisis estadístico	40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	42
4.1 Rendimiento de biomasa residual (RB) total.....	42
4.2 Calidad de forraje de las plantas	43
4.3 Peso de las vacas.....	45
4.4 Pesos al nacer, al destete y al sacrificio	46
Capítulo 3. EXPERIMENT II	57
RESUMEN.....	58
ABSTRACT	59
INTRODUCTION	60
MATERIALS AND METHODS.....	61
3.1 Natural vegetation, grazing and nutritional animal's management	61
3.2 Statistical Analyses.....	62
RESULTS AND DISCUSSION.....	63
4.1 Herbage standing crop residual (SC).	63
4.2 Quality of forage plants.	64
4.3 Cows weight	66
4.4 Birth weight, weaning weight, and slaughter weight.....	67
CONCLUSION	69

REFERENCES	70
------------------	----

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pastizales de pasto corto en el noreste de Nuevo Mexico, EUA.	4
Figura 2. Pasto navajita (<i>Bouteloua gracilis</i>), es la especie dominante la verdadera reina de los pastizales de las planicies.	6
Figura 3. La escobilla (<i>Gutierrezia sarothrae</i>), es la hierba dominante de los pastizales de pasto corto.	7

INDICE CUADROS YTABLES

EXPERIMENT I

Table	page
1. Average concentrations of macrominerals and microminerals in four plants species during the fall in northeastern New Mexico rangelands	34
2. Ratios of some mineral concentrations in four plants species during the fall season in northeastern New Mexico rangelands	35

EXPERIMENTO II

CUADRO

1. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa residual (RB) durante el otoño (2007) en pastizales nativos de pasto corto del noreste de Nuevo Mexico.	49
1.a. Rendimiento de biomasa (GS) en pastizales del noreste de NM.	49
1.b. Rendimiento de biomasa (PASTO) en pastizales del noreste de NM.	49
2. Medias por mínimos cuadrados del RB residual durante el otoño (2007) en pastizales nativos de pasto corto del noreste de Nuevo Mexico.	50
2.a. Medias por mínimos cuadrados del RB total por clases de plantas de pastizales nativos en latencia pastados por vacas en Nuevo Mexico.	50
3. Valores promedios y sus desviaciones estándar (DE) para composición química y concentración de nutrientes en cuatro especies de pastizales en latencia de Nuevo Mexico.	51
4. Análisis de varianza de los efectos fijos para tratamientos, semanas, y efectos de tratamiento x semana en el peso de las vacas antes del parto (PAP).	52
4.a. Medias por mínimos cuadrados y sus errores estándar en PAP de vacas durante un periodo de cinco semanas.	52
4.b. Diferencias por mínimos cuadrados entre comparaciones específicas en el peso de las vacas antes del parto (PAP) al final de cada semana.	53

5. Medias por mínimos cuadrados de peso al nacer (PN) de becerros (hembras y machos) debido a los efectos no suplementadas (NS) y suplemento proteico (SP) a vacas en pastizales en latencia.	54
5.a. Medias por mínimos cuadrados para PN, tratamiento, sexo e interacción T*S.	54
5.b. Medias por mínimos cuadrados de PD, tratamiento, sexo e interacción T*S.	54
6. Medias por mínimos cuadrados de los pesos al nacer (PN), pesos al destete (PD), y pesos al sacrificio (PS) de becerros de vacas con y sin suplemento proteico en pastizales en latencia de Nuevo Mexico.	55

EXPERIMENT II

TABLE

1	Analyses of variance total biomass (SC) yield during fall in native shortgrass plants at NM rangelands	72
1a).	Herbage (GS) yield in native shortgrass plants rangelands	72
1b).	Herbage (GRASS) yield in native shortgrass plants rangelands	72
2	Least squares means of herbage standing crop residual (SC) during fall in native short-grass plants at NM rangelands	73
2a).	Least squares means of total weights of standing crop (SC) by class plants of dormant native short-grass grazed cows at NM rangelands	73
3	Chemical composition and nutrients concentration mean values and Their standard deviations (SD) in four plant species of dormant shortgrass at New Mexico rangelands	74
4	Analysis of variance of fixed effects of treatments, weeks, and treatment by week effects in weight prior to parturition (BWP) of cows	75
4a).	Least squares means in kg and their standard errors in weight prior to parturition (BWP) of cows during a 5 weeks period	75
4b).	Differences of least squares means among specific comparison in weight prior to parturition (BWP) of cows at the end of each week	76
5	Least squares means of birth weight (BW) calves (male and female)	

	due to supplemented and nonsupplemented cows	77
6	Least squares means of birth, weaning, and slaughter weights of calves of cows not and protein supplemental of dormant shortgrass at NM rangelands	78

INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras en los pastizales nativos aportan los nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos nutricionales del sistema de producción vaca-becerro, durante al menos seis meses del año, en los pastizales abiertos de algunas áreas del oeste de EUA. Sin embargo, después de este período de crecimiento las principales plantas forrajeras aprovechables y el valor nutricional disminuyen debido al inicio o latencia plena del pastizal (Wallace, 1994; Horn, 1997; Mathis, 2000). Algunos ganaderos optan practicar el repasto como parte de su sistema tradicional de producción vaca-becerro. La información sobre la disponibilidad del forraje y su valor nutricional durante la época de crecimiento y latencia está bien documentada (Krysl et al., 1987; Horn, 1997; Holechek et al., 2004), período en el que algunos potreros son diferidos y son aprovechados en esta época de invierno. Sin embargo, la información sobre disponibilidad y la calidad del forraje aprovechable es limitada en las especies, cuando el pastizal nativo es utilizado en los sistemas de desarrollo de novillos, ó de vaquillas de remplazo durante la época de crecimiento del forraje y posteriormente, una cantidad de biomasa residual, es reutilizada por animales gestantes.

La suplementación de nutrientes a bovinos apacentados en los pastizales del oeste del país es una práctica común durante el otoño-invierno (Mathis, 2003). Por lo general, este aporte de nutrientes cuando el forraje está en latencia ó durante el verano para incrementar la producción ganadera (Caton y Dhuyvetter, 1997). La proteína cruda es uno de los nutrientes deficientes en ese periodo de latencia del invierno en los pastizales del oeste de EUA. Varios autores han documentado en pastizales de baja calidad mejoras en la utilización del forraje y el comportamiento animal durante este periodo, con la suplementación proteica a vacas o vaquillas gestantes apacentadas en pastizales de baja calidad (Caton et al., 1988; Guthrie y Wagner, 1988) ó de proteína y y fósforo a vacas lactando y en crecimiento durante el periodo de latencia (Holechek et al., 2004). Con el presente estudio se espera que la proteína complementaria ofrecida a vacas apacentadas

en un pastizal corto nativo durante el otoño-invierno, mejorara el comportamiento de los animales gestantes en pastoreo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la relación entre la producción de forraje y la suplementación proteica en vacas gestantes en un pastizal corto nativo durante el otoño.

REVISION DE LITERATURA

Los productores de ganado de carne bovino en el oeste de Estados Unidos enfrentan el reto de mantener la viabilidad económica de esta actividad en tiempos de bajo valor de los mercados, recientemente, las críticas públicas sobre la calidad del producto y la compatibilidad de la industria ganadera con el medio ambiente. A diferencia de las industrias (no rumiantes), la ganadería de bovinos productores de carne bajo condiciones de explotación extensiva siempre está expuesta a los cambios drásticos propios de las regiones desérticas, además de sus efectos subsecuentes sobre disponibilidad y calidad del forraje aprovechable y las relaciones asociadas a las necesidades nutricionales de los bovinos (DelCurto et al., 1999).

2.1 LOS PASTIZALES DEL OESTE DE LOS ESTADOS UNIDOS

2.1.1 FACTORES FISICOS Y MEDIOAMBIENTALES

De acuerdo con lo descrito por Stoddart et al. (1975) y Holechek et al. (2004) el oeste de los Estados Unidos de América muestra características geográficas únicas con estructura que influye en la industria ganadera de bovinos productores de carne bajo condiciones de pastoreo. Una gran parte de la superficie se ajusta a la clasificación general de tierras de "pastizales nativos"; debido a las restricciones ecológicas, estas superficies no son adecuadas para la agricultura, debido principalmente a condiciones tales como ambientes áridos, suelos superficiales rocosos, elevaciones altas y épocas de crecimiento cortas de las principales especies forrajeras (DelCurto et al., 1999).

Los pastizales áridos en la Gran Cuenca del norte hasta el sur de Nuevo Mexico (Brady y Weil, 2002; Holechek et al., 2004), se caracterizan por climas dinámicos altamente variables que cambian drásticamente de una época a otra y de un año a otro (DelCurto et al., 1999). El clima y en particular la precipitación, es

considerada como el factor limitante que determina el tipo y productividad de la vegetación de esa región del país (Holechek et al., 2003). La precipitación es baja, variando entre 250 y 500 mm. En promedio un 70% de esta precipitación pluvial ocurre de abril a septiembre y el 30% restante durante el invierno. La mayor parte de la humedad ocurre durante la época de crecimiento del pasto siendo disponible de inmediato a las plantas.

Los suelos son lixiviados en sus estratos superficiales impermeables a profundidades que varían de 0.30 a 1.20 m. El material lixiviado es esencialmente limo, depositado como una cubierta dura, la cual en general, no es penetrada por las raíces de las plantas, por debajo de este estrato de deposición los suelos permanecen secos en la mayoría de los casos. La vegetación del pastizal corto (clímax), es además de raíz corta y depende de la humedad superficial la cual disminuye durante la época de crecimiento. Esta es la diferencia principal entre la región de pastizal corto y el resto de las otras regiones de pastoreo en EUA (Stoddart et al., 1975) Figura 1.



Figura 1. Pastizales de pasto corto en el noreste de Nuevo México, EUA.

2.1.2 TIPO DE VEGETACION, REACCION AL PASTOREO Y PRODUCTIVIDAD

La producción forrajera incrementa con rapidez relativa y proporcional al aumentar la precipitación a 500 mm anuales. En los estados el oeste de los EUA, la captación de precipitación es menor a 500 mm en 80% del área, el 20% restante del área capta menos de 250 mm de precipitación (Stoddart et al., 1975; Holechek et al., 2004).

Las planicies de pastizal corto son dominadas prácticamente por los pastos navajita (*Bouteloua gracilis*) y búfalo (*Buchloe dactyloides*), ambos son de baja estatura y forman una cubierta densa con apariencia de terciopelo (Figura 2). Otros pastos dominantes medianos, se distribuyen en las áreas húmedas como sigue: *Pascopyrum smithii*, *Stipa viridula*, *Sporobolus cryptandrus*, *Aristida longiseta*. Hacia el sur, *Hilaria jamesii* y *Bouteloua eriopoda* son importantes. Entre estos, los menos importantes son las gramíneas (*Muhlenbergia gracillima*, *Bouteloua hirsuta*, *Elymus sitanion*, *Stipa pennata*), hierbas (*Carex filifolia*, *Psoralea tenuiflora*, *Oxytropis lambertii*, *Malvastrum coccineum*, *Liatris* spp., *Astragalus* spp.) y arbustos (*Artemisia frigida*, *Gutierrezia sarothrae*, *Euriota lanata*, *Opuntia* spp.).

Las gramíneas se reproducen principalmente por semilla no obstante algunas excepciones como el pasto búfalo se reproduce por estolones y el trigüillo del oeste por rizomas. Debido a este tipo de reproducción y su tendencia a conservar sus características nutricionales, estas gramíneas responden bien a los sistemas de pastoreo que implican el pastoreo diferido. La mayoría de las gramíneas producen tallos floríferos en cualquier momento durante el verano cuando las lluvias representan un riesgo para estas. La semilla se desarrolla rápidamente después de esto, rara vez hay mal tiempo que evite su formación. Esta última característica es particularmente cierta en pasto navajita maravillosamente versátil y generalizada, muy querida y nutritiva, la verdadera reina de las planicies (Figura 2).



Figura 2. Pasto navajita (*Bouteloua gracilis*), es la especie dominante, la verdadera reina de los pastizales de las planicies.

No obstante el pastoreo pesado en la región de las grandes planicies de pastizales cortos, su condición se mantiene y se considera buena. Este pastizal destaca por su resistencia al pastoreo, en parte debido a su baja estatura. Debido a su intenso uso, las gramíneas con frecuencia dan lugar a malezas tales como *Opuntia*, *Grindelia*, y *Salsola* y, en el sur, la *Yucca* y *Gutierrezia* (Figura 3). El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (Stoddart et al., 1975) destacó una disminución en la capacidad de pastoreo de las planicies de pastizal corto de alrededor de $0.8500 \text{ ha}^{-1} \text{ mes animal}$ a $1.659 \text{ ha}^{-1} \text{ mes animal}$ en el pastizal actual.



Figura 3. La escobilla (*Gutierrezia sarothrae*), es la hierba dominante de los pastizales de pasto corto.

Sin embargo los intentos de desarrollo de agricultura de temporal en vastas áreas de las Grandes planicies de pastizales que, en su mayoría, son por restricciones ecológicas inadecuadas para el cultivo sin riego. El resultado de estos intentos sin pertinencia, miles de hectáreas fueron abandonadas y desprovistas de su cubierta vegetal natural (Stoddart et al., 1975). Esta situación conlleva a la producción de malezas anuales, y requieren décadas para volver, por sucesión natural, a su estado normal. En el oeste de Kansas y Oklahoma, y este de Colorado, muchas de estas tierras abandonadas fueron erosionadas durante los períodos recientes de sequía y los fuertes vientos prevalentes.

Bajo este planteamiento los ganaderos enfrentan el reto de manejar los recursos forrajeros aprovechables limitados y calendarios difíciles con períodos largos de carencias de nutrientes. Debido a esto, los productores eficientes dedicados a la ganadería extensiva de bovinos, deben adaptarse a la variación de

cantidad y calidad del forraje en sus pastizales (Stoddart et al., 1975; Holechek et al., 2004).

2.2 ALIMENTACIÓN DE BOVINOS EN LIBRE PASTOREO

El ganado bovino es incapaz de consumir suficientes nutrientes de los pastizales áridos y semiáridos para satisfacer adecuadamente sus necesidades y mantener niveles satisfactorios de producción. En tal situación, la alimentación complementaria es necesaria. Existen opciones de suplementos comerciales, siendo difícil para el ganadero decidir qué tipo de suplemento (energía ó proteína) se ajusta a las metas de su sistema de producción (Mathis, 2003). Una comprensión de nutrición de rumiantes es de gran ayuda en la toma de decisiones que permita aclarar la relación entre la proteína y el consumo de energía por los bovinos en libre pastoreo (McCollum y Galyean, 1985).

Bailey et al. (2012), evaluaron los efectos de dos fuentes de energía suplementaria sobre la tasa de digestión de nutrientes y cinética de la urea en dos niveles de proteína degradable en 6 novillos (*Bos taurus*) equipados con canula ruminal y duodenal, con acceso *ad libitum* al heno de pradera (5.8% de PC). Los tratamientos energéticos incluyeron un testigo, 600 g de glucosa dosificada en rumen diariamente e infusiones de 480 g de ácidos grasos volátiles (AGV) ruminalmente cada 8 h al día. La caseína (120 ó 240 g) se dosificó una vez al día en rumen.

Se aplicó además una infusión de urea-¹⁵N¹⁵N yugular con medición del enriquecimiento en orina para medir la cinética de la urea. Los autores encontraron que la infusión de AGV redujo (P<0.01) el consumo de forraje en 27%, indicando que la suplementación de glucosa disminuyó (P<0.01) la digestibilidad total de FDN y tendio a disminuir la digestibilidad de FDN en rumen. Estos autores indican además que depresiones en respuesta a la glucosa

tendieron a ser mayores al disminuir el nivel de la caseína, al aumentar la caseína disminuyó ($P < 0.02$) el pH ruminal. La infusión de AGV solo disminuyó el pH durante las infusiones de AGV, la glucosa redujo el pH 2 h post dosificación de glucosa.

Los autores demostraron que las concentraciones ruminales de: NH_3 , acetato y propionato disminuyeron mientras que la concentración de butirato aumentó con la suplementación de glucosa. El incremento de la suplementación de caseína aumentó ($P < 0.01$) las concentraciones de NH_3 ruminal, acetato y propionato (Bailey et al., 2012). La energía suplementaria disminuyó ($P = 0.03$) la concentración de urea-N en plasma; no obstante encontraron además que el nivel de caseína no afectó la concentración de urea-N en plasma ($P = 0.16$). Los autores señalan que el flujo de N microbiano fue mayor ($P < 0.04$) para 240 con respecto a 120 g/d de caseína sin ser afectado por el suplemento energético ($P = 0.23$).

La tasa de entrada de urea-N ni la entrada de urea-N a intestino se vieron afectados ($P \geq 0.12$) por el suplemento energético ó caseína; sin embargo destaca que la proporción de producción de urea reciclada ó en intestino fue menor ($P = 0.01$) en 240 g/d comparada con 120 g/d de caseína proporcionada. En comparación con AGV, la glucosa tendió ($P = 0.07$) a incrementar la tasa de entrada de urea-N reciclada en intestino. La suplementación con glucosa condujo a una mayor ($P = 0.01$) absorción microbiana de urea reciclada comparada con la suplementación con AGV. El reciclaje de urea no difirió entre tratamientos; no obstante los impactos sobre el pH ruminal, NH_3 en plasma y urea-N esperados alteraran el transporte de urea a través del epitelio ruminal. La falla de efectos atribuibles a los tratamientos sobre la producción de urea indican que las dietas completas no aportan cantidades excesivas de N, además los aumentos de AA disponibles intestinalmente fueron utilizados eficientemente por el ganado para la deposición de proteína (Bailey et al., 2012).

2.2.1 NUTRICION GENERAL DE RUMIANTES

Los animales rumiantes son diferentes a los no rumiantes en que tienen un compartimiento donde se fermenta el alimento ingerido. El rumen proporciona un ambiente óptimo para la existencia y crecimiento de microorganismos. Estos digieren parte del alimento que ingiere el rumiante y es utilizado como fuente de energía para el crecimiento microbiano, al mismo tiempo, estos, microorganismos liberan ácidos grasos volátiles, que el rumiante utiliza como fuente principal de energía (Owens and Goetsch, 1988; Bailey et al., 2012).

El contenido microbiano digerido finalmente sale del rumen y una vez que alcanzó el intestino delgado puede ser digerido por el rumiante. Debido a que este contenido microbiano contiene aproximadamente 50% de proteína, la cual contribuye a la alimentación de proteína del animal. Esta relación simbiótica entre rumiante y microorganismos permite a los rumiantes el uso de forrajes mucho más eficiente comparado a los no rumiantes. Los rumiantes deben tener energía para sobrevivir; sin embargo, son los microorganismos en el rumen los que deben digerir la energía del forraje para que esté disponible para el rumiante (Owens y Goetsch, 1988). Para digerir el forraje, los microorganismos deben disponer de nitrógeno, el cual se encuentra principalmente en la proteína (Bailey et al., 2012).

2.2.1.1 Disponibilidad y composición de forraje

La disponibilidad de forraje y su composición química principalmente proteína cruda (PC) y fibra detergente neutra (FDN) son los primeros factores a considerar en el desarrollo de un programa de nutrición en bovinos bajo condiciones de libre pastoreo. Si el objetivo de un programa de nutrición en pastizales es satisfacer los requerimientos de nutrientes del ganado tanto económica y eficiente como sea posible, el primer nutriente limitante se debe identificar y complementarlo de manera rentable (Barnes et al., 1995). Resultados de investigación muestran que la materia seca (MS), N, cenizas y constituyentes de la pared celular explican 70 % de la variación en el consumo del forraje por el ganado (Meissner y Paulsmeier, 1995). Además se demuestra claramente que en

vacas adultas, la decisión de alimentar con un suplemento proteico, energético o la combinación de estos depende de la disponibilidad de forraje, contenido de PC, FDN, y condición corporal de vaca (Mathis, 2000; Leupp et al., 2006).

2.2.1.2 Selección de la dieta

El ganado apacentado en pastizales nativos es altamente selectivo cuando el forraje está en latencia y disminuye el contenido de PC. En general, el ganado en pastizales nativos latentes selecciona una dieta que es de aproximadamente 1.5 a 2 unidades porcentuales mayor en PC que el promedio del forraje en pie. Vacas apacentadas en pastizales nativos donde el forraje contiene en promedio 4.0 % de PC, seleccionaran una dieta con un contenido 5.5 a 6.0 % de PC (Mathis, 2000).

2.2.1.3 Requerimiento de proteína

El sistema de proteína metabolizable (PM) adoptado por el (NRC, 1996) aporta una predicción de los requerimientos de proteína más exactos, que el sistema factorial (NRC, 1984) al definir más claramente las proporciones de PM derivada de la microflora ruminal, proteína endógena, y fracciones no degradables de los alimentos (Klopfenstein et al., 2000; Patterson et al., 2003; Encinias et al. 2005; NRC, 2008).

El NRC, (2008) propuso que los microorganismos del rumen sintetizan 0.130 kg de proteína bruta bacteriana por 1.0 kg de nutrientes digestibles totales (NDT; una estimación de suministro de energía para el animal). Un suministro inadecuado de proteína del forraje en latencia puede reducir la producción de proteína microbiana, disminución de la digestión del forraje y pérdida irrecuperable de nutrientes. Aunado con una alimentación desequilibrada de nutrientes metabolizables para los tejidos del animal, estos cambios pueden reducir el consumo de forraje y el rendimiento del ganado (Caton et al., 1988; McCollum y Galyean, 1985). Proporcionar una alimentación equilibrada ó, en algunos casos,

una alimentación desequilibrada de nutrientes al rumen es un indicador para obtener el consumo deseado y una respuesta satisfactoria de la producción. La relación proteína - energía destaca la importancia de asegurar que el suministro de nutrientes en rumen no limitará la actividad microbiana (Klopfenstein et al., 2001).

2.2.2 SUPLEMENTACION PROTEICA A BOVINOS EN PASTOREO

La suplementación consiste en la práctica de ofrecer nutrientes para compensar deficiencias nutricionales ó aumentar la densidad energética y satisfacer así las demandas de animales en sus diferentes etapas de producción (Caton y Dhuyvetter, 1997). El aporte de nutrientes suplementarios a los bovinos bajo condiciones de pastoreo en pastizales naturales es una práctica común justificable. La suplementación se practica durante la latencia del forraje en otoño-invierno ó en verano y así, hacer posible una producción ganadera eficiente y rentable. La proteína complementaria se ofrece a vacas en pastoreo, mientras consumen forraje de baja calidad para mejorar el metabolismo de la glucosa (Harrelson et al., 2010).

2.2.2.1 Consumo voluntario de forraje

El consumo diario de energía es el principal factor que limita el rendimiento del ganado en dietas a base de forrajes (Owen y Zinn, 1988). En especies forrajeras de climas cálidos (*Bouteloua gracilis*), como en especies de clima frío (*Pascopyrum smithii*), en etapas avanzadas de madurez, hay un suministro inadecuado de PC, que en la práctica limita el consumo de energía (Mathis, 2000). La ingesta de PC disminuye rápidamente y proporcional a una disminución de la PC del forraje debajo de 7.0%, una relación atribuible a una deficiencia de nitrógeno (N) en rumen, lo que dificulta la actividad microbiana. Resultados de investigación documentan un incremento en el consumo de forraje con la

suplementación proteica en forrajes que contienen menos del 5 % de PC (Catton et al., 1988; Beaty et al., 1994; Mathis et al., 2000).

Si el forraje consumido por bovinos en pastoreo contiene menos de 7.0 % de PC, la alimentación con un suplemento proteico generalmente mejora la disponibilidad de proteína y energía del ganado al aumentar el consumo de forraje y digestión (McCollum y Horn, 1990; Beaty et al., 1994). Al mejorar el consumo de forraje aumenta además el consumo de energía, lo que demuestra que al corregir una deficiencia de proteína suele ser la primera prioridad de alimentación complementaria. La ingesta de forraje aumentó 30 % en respuesta a una modesta cantidad de suplemento proteico (0.18 % del peso corporal), esto resulta en un aumento de 49 % en NDT del consumo por la vaca.

El contenido de PC de algunos forrajes debe disminuir alrededor del 5 % antes de la disminución del consumo. Sin embargo, la ingesta de otros forrajes puede disminuir cuando la PC del forraje se reduce a 10 %. Parte de esta variación puede atribuirse a diferencias en los requerimientos de nutrientes de los bovinos y el resto atribuirse a diferencias inherentes entre los forrajes que presentan diferentes proporciones de nutrientes para los microorganismos del rumen. La respuesta de la ingesta de un nutriente como PC no se espera que sea similar entre todos los forrajes.

2.2.2.2 Fuentes y concentraciones de PC suplementaria

Los suplementos proteicos son disponibles de diferentes fuentes. Estos alimentos balanceados contienen menos de 10 a más de 60 % de PC (Mathis, 2003). La PC puede provenir de una fuente natural de proteínas, una fuente de nitrógeno no proteico (NNP), ó una mezcla de ambos. Una consideración adicional puede ser la proporción de proteína degradable en rumen a la proteína de escape.

Los suplementos se clasifican según su concentración de PC para comparar los efectos de la PC suplementaria sobre el consumo de forrajes de baja calidad (< de 7.0 % de proteína cruda). Para optimizar el consumo y la digestión

de los forrajes de baja calidad, los suplementos deben contener más de 30% de PC (Caton et al., 1988); no obstante suplementos que contienen menos PC pueden producir un ligero incremento en el consumo de forraje (Mathis, 2003).

2.2.2.3 Proteína degradable en rumen versus proteína de paso

La proteína de paso o de escape, es la proteína no degradable en rumen y por ello escapa al intestino delgado, donde puede ser digerida. Los concentrados proteicos de origen vegetal: harina de semilla de algodón y harina de soya, contienen entre 55 a 70 % de proteína degradable en rumen y 30 a 45 % de proteína de escape (Mathis, 2003).

Bajo un escenario donde el forraje es abundante, el contenido de proteína es bajo, entonces así el objetivo consiste en estimular el consumo de forraje, la proteína degradable en rumen es prioridad debido a que los microorganismos del rumen requieren nitrógeno adicional. Koster et al. (1996) demostraron un incremento lineal y cuadrático en el consumo de MO del forraje al incrementar los niveles de consumo de proteína degradable. Alimentar bovinos en base a una fuente de proteína suplementaria con alto potencial " de escape" no puede estimular la actividad ruminal, por lo que el consumo de forraje y la respuesta del comportamiento por la suplementación puede ser menor comparado bajo una situación en la cual las vacas fueron alimentadas con un suplemento con mayor proporción de proteína degradable en rumen.

Resultados de (Mathis, 2000) a favor de utilizar fuentes de proteínas degradables en rumen versus fuentes de proteína de escape en bovinos consumiendo forrajes bajos en PC. Cuando la disponibilidad de forraje es abundante pero el forraje es bajo en PC, se sugiere que el 60 a 70 % de la proteína suplementaria sea degradable en rumen y que la dieta total contenga 110 a 130 g de proteína degradable en rumen por kg de NDT (Klopfenstein et al., 2001; Mathis, 2003; NRC, 2008).

Para estimar la cantidad de proteína degradable en rumen complementaria requerida por una vaca de 500 kg apacentada bajo abundante disponibilidad de forraje de baja calidad (5.5 % de PC). Bajo esta situación, la deficiencia de proteína degradable en rumen es de aproximadamente 0.272 kg. Se necesitarían 1.5 kg/día de un suplemento en base a harina de semilla de algodón con 40 % de PC para cumplir con este requisito (Mathis, 2003).

Sin embargo, típicamente existe una tendencia a disminuir la suplementación proteica. El primer incremento de proteína suplementaria suele representar un porcentaje proporcionalmente mayor de la mejora potencial en comportamiento con respecto a los incrementos posteriores. La mejoría en el comportamiento productivo obedece a que la proteína suplementaria cubre hasta un 40 % de la deficiencia real de proteína.

En el caso de que la vaca requiera 0.272 kg de proteína suplementaria degradable en rumen, la mayor respuesta potencial a la suplementación en la mayoría de los casos puede ser obtenida al proporcionar sólo el 65 % de la deficiencia estimada. Esto equivale a 0.182 kg de proteína degradable en rumen y alrededor de 0.730 kg de un suplemento a base de harina de semilla de algodón con 40 % de PC. Si el mejoramiento no es satisfactorio subóptimo a esta cantidad, se sugiere proporcionar proteína adicional (Mathis, 2003; NRC, 2008).

Si el suministro de proteína degradable en rumen no mejora el comportamiento animal, así el suministro de proteína de escape puede ayudar. Esto es especialmente importante para el ganado bovino con requerimientos de proteína elevados, debido a la tasa de crecimiento, lactancia, ó lactancia y crecimiento combinado.

Investigaciones de la Universidad Estatal de Nuevo Mexico (UENM) evaluaron los efectos de suplementos de proteína de escape (50 % de proteína no degradable rumen) suministrados a vacas y vaquillas en pastoreo en condición corporal marginal en pastizales en latencia de Nuevo Mexico (4 a 6 % de PC), Mathis, (2000). Esta investigación demostró que los suplementos de proteína de

escape (50 %) pueden reducir las pérdidas en condición corporal durante la lactancia por volver a redistribuir más energía hacia los depósitos de grasa en vez de destinarla a la producción de leche. A su vez, las hembras disponen de más energía para destinarla hacia la reproducción.

Es importante destacar que los suplementos con alta concentración de proteína de escape pueden ser costosos. El mismo resultado puede lograrse al proporcionar más de un suplemento proteico con menor concentración de proteína de escape de tal manera que la misma cantidad de proteína de escape se proporciona, u ofrecer un suplemento con mayor contenido energético (Mathis, 2003).

2.2.3 SUPLEMENTACION MINERAL

El cuerpo animal probablemente contiene más de 25 elementos minerales como constituyentes de su composición química. Algunos de estos no han sido demostrado, además no se tienen pruebas de que sean necesarios en la dieta; sin embargo 15 de estos minerales si son indispensables como elementos de valor nutritivo y con funciones fisiológicas conocidas (Kellems y Church, 2003; Cheek, 2005). Sin embargo, en los pastizales nativos del oeste, las vacas productoras de carne requieren siete elementos minerales mayores y 10 menores (Manske, 2000; Cheek 2005).

2.2.3.1 Elementos mayores y menores

Los elementos minerales mayores antes indicados que se consideran de gran importancia nutricional, son: calcio (Ca), fósforo (P), potasio (K), sodio (Na), cloro (Cl) y magnesio (Mg), azufre (S) (Manske, 2000; NRC, 2008). Se indica que los elementos minerales mayores ó macro-minerales generalmente funcionan como componentes de la estructura de tejidos (ej. tejido óseo); mientras que, los elementos traza ó micro-minerales funcionan como activadores ó cofactores de enzimas (Cheek, 2005). El azufre no se debe clasificar en la misma categoría de

los anteriores, debido a que se consideran en nutrición como elemento esencial en forma de componente de los aminoácidos, especialmente metionina y cistina.

Además conocidos como minerales traza, o microelementos, son: hierro (Fe), manganeso (Mn), cinc (Zn), cobre (Cu), cobalto (Co), yodo (I), molibdeno (Mo) y selenio (Se). Sprinkle et al. (2006) reportaron que una gran zona en la parte central de Arizona hasta el Lago Roosevelt al este de Nuevo Mexico es deficiente en Se. El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2000), indica que la deficiencia de Cu es un problema común en Estados Unidos. Underwood y Sute, (1999) opinan que hay alguna prueba de que además juegan un papel fisiológico los elementos flúor, bromo, bario, estroncio, cadmio y cromo.

2.2.3.2 Relación y proporciones entre minerales

Resultados recientes (Manske, 2000; Cheek, 2005) muestran en forma clara esta interdependencia. Las funciones del calcio y fósforo (Ca y P) están íntimamente relacionadas entre sí y con una de las vitaminas que gobiernan la asimilación, metabolismo y crecimiento de los huesos. Esta es la vitamina D, para que una dieta sea adecuada en su contenido de Ca y P, es necesario que existan los dos elementos minerales, siendo necesaria una proporción adecuada entre ellos. Estos dos elementos están tan íntimamente ligados que es más conveniente estudiarlos conjuntamente con la vitamina D.

Además animales con deficiencia de Cu, pueden experimentar deficiencias de Fe debido a dos ferroxidasas (hephaestina y ceruloplasmina) dependientes de Cu, esenciales en la movilización de Fe del tejido (Sharp, 2004). Una reducción de la actividad de la ferroxidasa causa un aumento de Fe en el tejido, reduciendo la concentración de Fe circulante y como resultado la anemia característica de Fe deficiente (Sharp, 2004).

2.2.3.3 Carencias de los elementos minerales

Bovinos bajo condiciones de confinamiento y aún en libre pastoreo es prácticamente difícil detectar deficiencias de Ca con dietas a base de forrajes. El

calcio generalmente es adecuado en forrajes, especialmente leguminosas. El fósforo sin embargo, es deficiente en forrajes y debido a que las leguminosas contienen niveles mayores de Ca, generalmente el P es necesario en dietas basadas en forrajes. La carencia de P es muy común en regiones de Texas y Nuevo Mexico, EUA (Manske, 2000; NRC, 2000; Cheek, 2005). En pasto navajita, disminuye el contenido de Ca con la madurez durante el verano y otoño (0.46 a 0.25%) y de P (0.25 a 0.15%). Otro aspecto de gran importancia entre minerales son las proporciones que guardan entre algunos de estos minerales: Cu:Mo, K:Mg, y K:(Ca + Mg).

El contenido mineral en los forrajes es afectado por factores como la especie vegetal, parte del vegetal consumido, madurez, suelo, clima (Minson, 1990), y tipo de material muerto ó vivo (Greene et al., 1987). Los problemas de la nutrición mineral están muy ligados al suelo (Brady y Weil, 2002). Las tierras deficientes son áreas geográficas bien definidas y en ellas los animales que viven bajo pastoreo pueden sufrir males endémicos. Diferencias en la productividad de las grandes áreas geográficas se pueden lograr con la adición de cantidades mínimas de algún elemento faltante.

Las concentraciones de minerales en gramíneas presentes en pastizales estuvieron por debajo de los requerimientos de bovinos en pastoreo (Grings et al., 1996; Cheeke, 2005; Sprinkle et al., 2006). La concentración de elementos tanto mayores como menores en pastos navajita, triguillo del oeste, y hierbas presentes en las planicies del pastizal corto en general estuvieron por debajo de los requerimientos de las vacas en pastoreo durante el otoño. Los elementos mayores que deben ser siempre suplementados a vacas apacentadas en pastizal corto (Na, P y K) especialmente en épocas críticas. Los microminerales con mayor influencia en la producción animal son Cu, Co, Mn y Zn (Sprinkle et al., 2006).

2.2.4 COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO DE VACAS EN PASTOREO

La principal deficiencia que influye en el comportamiento reproductivo del ganado bovino en pastoreo es la desnutrición general, debido principalmente a la escasez de forraje ó una dieta de mala calidad. Hanzen, (1986) destaca la influencia nutricional sobre el comportamiento reproductivo del ganado. Un hallazgo típico de estas revisiones implica que la desnutrición extiende el periodo desde el parto al primer estro posparto (Randel, 1990).

Una dieta con un contenido de 8 % de proteína y 55 % de NDT permitirá a la vaca de carne en agostadero durante la primera mitad de su gestación un comportamiento satisfactorio de esta; sin embargo estas cantidades de proteína y energía no serán suficientes para la vaca en el último tercio de gestación e inicios de su lactancia (etapas críticas de la producción) Fluharty, (2011).

En lo particular la nutrición de la vaca hacia el final de su gestación es relevante ya que esto permitirá conocer con precisión relativa al aporte de nutrientes al feto y sus efectos en la calidad del comportamiento del becerro futuro. Una disminución en los requerimientos nutricionales de la vaca en el último tercio de gestación no es una estrategia considerable si la meta es producir un becerro saludable que crecerá bien (Fluharty, 2011; Rasby, 2012).

Si la vaca o vaquillas son deficientes nutricionalmente durante el último tercio de gestación esto podrá tener impactos en el comportamiento del becerro a largo plazo, así como el número de fibras musculares del esqueleto al nacer, la restricción de nutrientes durante la gestación puede reducir el peso corporal del nacimiento hasta los 30 meses de edad. La preparación nutricional para el último tercio de la gestación, requiere de niveles de 9 a 10% PC y 57 a 60 % de NDT (Fluharty, 2011).

LITERATURA CITADA

- Allden, W.G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: Grazing Ruminants. F.H.W. Morley (Ed.). Elsevier Scientific. Amsterdam, The Netherlands, pp 289-307.
- Bailey, D. W., M. G. Thomas, J. W. Walker, B. K. Witmore, and D. Tolleson. 2010. Effect of previous experience on grazing patterns and diet selection of Brangus cows in the Chihuahua Desert. *Rangeland Ecology & Management*. 63(2)223 – 232.
- Barnes F. R., Miller A. Darrel, and Nelson C. J. 1995. Forages. Volume I. An Introduction to Grassland Agriculture. Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 516 p.
- Beaty, J.L., R.C. Cochran, B.A. Lintzenich, E.S. Vanzant, J. L. Morill, R.T.Brandt, Jr., and D.E. Johnson. 1994. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. *J.Anim. Sci*. 72:2475-24.86.
- Brady, N. C., and R. R. Weil. 2002. The nature and properties of soils. 13th ed. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ
- Caton, J. S., and D. V. Dhuyvetter. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: Requirements and responses. *J. Anim. Sci*. 75:533-542.
- Caton, J. S., A. S. Freeman and M. L. Galyean. 1988. Influence of protein supplementation on forage intake, in situ forage disappearance, ruminal fermentation and digesta passage rates in steers grazing dormant blue grama rangeland. *J. Anim. Sci*. 66:2262-2271.
- Cheeke, R. P. 2005. Applied Animal Nutrition. Feeds and Feeding. Third Edition Pearson- Prentice Hall. New Jersey, USA. 604 p.

- Church, D. C. 1988. *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. 1st Ed. Printance Hall, Englewood Cliffs, NJ. 564 p.
- DelCurto T. B. W. Hess, J. E. Huston, y K. C. Olson. 1999. Optimum supplementation strategies for beef cattle consuming low-quality roughages in the western United States. *Proceedings of American Society Animal Science*.
- Encinias, A. M., G.P. Lardy, J. L. Leupp, H. B. Encinias, L. P. Reynolds, and J. S. Caton. 2005. Efficacy of using a combination of rendered protein products as an undegradable intake protein supplement for lactating, winter-calving, beef cows fed bromegrass hay. *J. Anim. Sci.* 83:187-195.
- Fluharty, F. 2011. Prepare for late gestation nutrition. Ohio State University Extension. *J. Forage and Grazinglands*. Issue # 765.
- Greene, L.W., W.E. Pinchak, and R.K. Heitschmidt. 1987. Seasonal dynamics of minerals of forages at the Texas Experimental Ranch. *J. Range Manage.* 40:502-506.
- Grings, E. E., M. R. Haferkamp, R. K. Heitschmidt and M. G. Karl. 1996. Mineral dynamics in forages of the Northern Great Plains. *J. Range Manage.* 49:234-240.
- Guthrie, M. J., and D. G. Wagner. 1988. Influence of protein or grain supplementation and increasing levels of soybean meal on intake, utilization and passage rate of prairie hay in beef steers and heifers. *J. Anim. Sci.* 66:1529-1537.
- Hansen, S. L., N. Trakooljul, H.C.S. Liu, J.A. Hicks, M.S. Ashwell, and J.W. Spears. 2010. Proteins involved in iron metabolism in beef cattle are affected by copper deficiency in combination with high dietary manganese but not by copper deficiency alone. *J. Anim. Sci.* 88:275-283.

- Hanzen, C. 1986. Endocrine regulation of postpartum ovarian activity in cattle: a review. *Reprod. Nutr. Dev.* 26(6):1219.
- Harrelson F. W., S. L. Ivery, S. H. Cox, R. L. Dunlap II, J. T. Mulliniks, B. H. Carter, C. A. Loest, and M. K. Petersen. 2010. Effect of supplemental protein source during the winter on pre- and postpartum glucose metabolism. *J. Anim. Sci.* Vol. 88, E-suppl. 2 /*J. Dairy Sci.* Vol. 93, E- suppl. 1/*Poultry Sci.* Vol. 89, suppl. 1. 2010.
- Holechek, J. L., R. Cole, J. Fisher, and R. Valdez. 2003. *Natural resources: Ecology, economics, and policy.* 2d ed. Prentice-Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.
- Holechek, J. L., R. D. Piper, and C. H. Herbel. 2004. *Range Management: Principles and Practices.* 5th ed. Pearson Prentice Hall. 607 p. Upper Saddle River, N J, USA. 607p.
- Horn, B. 1997. Introduction to grazing management. Power Point Presentation. University of Wyoming, Laramie, WY.
- Kellems, R.O., and D.C. Church. 2003. Mineral and vitamins supplements. In: *Livestock Feeds & Feeding.* 5th ed. Prentice Hall, pp. 166-178. New Jersey, USA.
- Klopfenstein T.J., R.A. Mass, K.W. Creighton, and H.H. Patterson. 2001. Estimating forage protein degradation in the rumen. *J. Anim. Sci.* 79:E208-E216.
- Koster H. H., R. C. Chocran, E. C. Titgemeyer, E. S. Vanzant, I. Abdelgadir, and G. St-Jean. 1996. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tall-grass prairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.* 74:2473-2482.
- Leupp, J. L., G. P. Lardy, S. A. Soto-Navarro, M. L. Bauer, and J. S. Caton. 2006. Effects of canola seed supplementation on intake, digestion, duodenal

- protein supply, and microbial efficiency in steers fed forage-based diets. *J. Anim. Sci.* 84:499-507.
- McCollum, F. T., III, and G.W. Horn.1990. Protein supplementation of grazing livestock: A review. *Prof. Animal. Sci.* 6:1-16.
- McCollum, F. T. and M. L. Galyean. 1985. Cattle grazing blue grama rangeland I. Seasonal diets and rumen fermentation. *J. Range Manage* 38(6):539-546.
- Manske, L. L. 2000. Management of Northern Great Plains Prairie based on biological requirements of plants. NDSU Dickinson Research Extension Center. Range Science Report DREC 00-1028. Dickinson, ND, 13p.
- Mathis C. P. 2003. Protein and energy supplementation to beef cows grazing New Mexico Rangelands. Cooperative Extension Service. New Mexico State University. Circular 568. Las Cruces, NM.
- Mathis, C. P., R. C. Cochran, J. S. Heldt, B. C. Woods, I. E. O. Abdelgadir, K. C. Olsen, E. C. Titgemeyer, and E. S. Vanzant. 2000. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low- quality forages. *J. Anim. Sci.* 78:224-232.
- Meissner H. H., and D. V. Paulsmeier. 1995. Plant compositional constituents affecting between plant and animal species prediction of forage intake. *J. Anim. Sci.* 73:2447-2457.
- Minson, J.D. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. New York, USA, pp. 208-395.
- NRC, 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 6th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA.
- NRC, 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC, USA.

- NRC, 2008. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Revised Ed, 1996. Seventh Printing, Natl. Acad. Press. Washington, DC, USA. 232p.
- Owens, F. N., and A. L. Goetsch. 1988. Ruminal fermentation. Page 145 in the ruminant animal: Digestive Physiology and Nutrition. D. C. Church, Ed. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ USA
- Owens, F. N., and R. Zinn. 1988. Protein metabolism of ruminant animals. Page 227 in the ruminant animal: Digestive Physiology and Nutrition D. C. Church, Ed: Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ USA.
- Randel R. D. 1990. Nutrition and postpartum rebreeding in cattle. J. Anim. Sci. 68:853-862.
- Rasby, R. 2012. News Letter Beef Team. Animal Science University Lincoln-Nebraska. J. Forage and Grazinglands.
- Sharp, P. 2004. The molecular basis of copper and iron interactions. Proc. Nutr. Soc. 63:563–569.
- Sprinkle, J. E., S. P. Cuneo, H. M. Frederick, R. M. Enns, D. W. Schafer, G. E. Carstens, S. B. Daugherty, T. H. Noon, B. M. Rickert, and C. Reggiardo. 2006. Effects of a long-acting, trace mineral, reticulorumen bolus on range cow productivity and trace mineral profiles. J. Anim. Sci. 84:1439-1453.
- Stoddart, L. A., A. D. Smith, and T. W. Box. 1975. Range Management. W. Willey (Ed.), McGraw-Hill Inc., New York, USA, 532 p.
- USDA, 2000. Serum copper concentrations of U.S. beef cattle. USDA info sheet N308.0200. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Fort Collins, CO. Wallace, R. J. 1994. Ruminal microbiology, biotechnology and ruminant nutrition: progress and problems. J. Anim. Sci. 72:2992-3003.

Capítulo 2. EXPERIMENT I

MINERAL PROFILE OF GRASSES AND FORBS CONSUMED BY CATTLE IN A RESIDUAL SHORT-GRASS RANGELAND DURING FALL SEASON IN NORTHEASTERN NEW MEXICO

D. Calderón-Mendoza^{*†}, M. A. Encinias^{*}, L. Avendaño-Reyes^{†1}

** Clayton Livestock Research Center, New Mexico State University, 15 NMSU Lane, Clayton NM 88415, USA*

† Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Ej. Nuevo León, Valle de Mexicali, Baja California, C.P. 21705, México

¹Corresponding Author (L. Avendaño-Reyes): Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC, Mexicali, México. Phone: 52+686+5230088, Fax: 52+686+30217, E-mail: lar62@hotmail.com

ID JAAR – 2011-0152

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el perfil mineral de las principales plantas en el remanente del pastizal corto del noreste de Nuevo Mexico, EUA. Las muestras de las plantas fueron coleccionadas de 4 potreros y separadas en gramíneas (navajita y agropiro del oeste) y hierbas (hierba loca y cardo canadiense), analizadas para macro-minerales (Ca, P, Na, K, Mg y S) y micro-minerales (Al, Co, Cu, Fe, Mn, Mo y Zn). Además fueron estimadas las proporciones Ca:P, K:Mg, K:(Ca + Mg) y Cu:Mo. Todos los macro-minerales y sus proporciones fueron diferentes ($P < .05$) entre las 4 especies; de estas solo Co, Mg, y Mo fueron diferentes ($P < .05$) en micro-minerales. Las gramíneas presentaron ($P < .05$) niveles más bajos de macro-minerales comparados con las hierbas; sin embargo, el contenido de micro-minerales de las gramíneas tendieron a ser mayor ($P \geq .10$) comparado con las hierbas.

Las proporciones de los minerales Ca:P y Cu:Mo fueron mayores ($P < .05$) en hierbas comparadas con gramíneas; no obstante, en Ca:Mg y K:(Ca + Mg) estas proporciones, en gramíneas fueron más altas ($P < .05$) que en hierbas. En general, todos macro- y micro-minerales analizados en el remanente actual del pastizal corto fueron menores con respecto a los requerimientos de nutrientes NRC para ganado de carne, estos resultados sugieren que estos minerales deben ser suplementados, en particular Ca, P y Na.

Palabras claves: calcio, fosforo, sodio, elementos traza, pastizales, ganado de carne.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the mineral profile of principal plants in residual short grass rangelands of northeastern New Mexico, USA. Plant samples were collected from 4 paddocks and separated into grasses (blue grama, western wheatgrass), and forbs (wooly locoweed, and Canadian thistle), and were analyzed for macro-minerals (Ca, P, Na, K, Mg, and S), and micro-minerals (Al, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, and Zn). Also, ratios Ca:P, K:Mg, K:(Ca + Mg), and Cu:Mo were estimated. All macro-minerals and ratios differed ($P < .05$) among the four species, whereas only Co, Mn, and Mo were different ($P < .05$) in micro-minerals. The grasses presented lower ($P < .05$) macro-mineral levels than forbs, but in micro-minerals grasses tended to be higher ($P < .10$) than forbs. The ratios Ca:P and Cu:Mo were higher ($P < .05$) in forbs than in grasses, but in K:Mg and K:(Ca+Mg) ratios grasses were higher ($P < .05$) in forbs. In general, all macro- and micro-minerals analyzed in the actual residual short-grass rangeland were lower than the NRC requirements for beef cattle, so they must be supplemented, specially Ca, P, and Na.

Keywords: Calcium, phosphorus, sodium, trace elements, grasslands, beef cattle.

INTRODUCTION

Proper nutrition is an essential support for a productive and profitable cow-calf herd system. Low reproductive efficiency, poor growth rates, and increased illness are consequences of a nutritional deficiency rather than a disease or genetics of cows and calves in rangelands. In addition, pasture and feed represent the single largest cost associated to the cow herd (Allden 1981). While supplemental protein and energy may not be needed, it is recommended to supplement minerals and vitamins. Several mineral are essential, but most are normally present in adequate amounts, and only those likely to be deficient are of the immediate importance to the range manager (Stoddart et al. 1975). Mineral supplementation in grazing beef cattle can be divided into two broad categories, macro-minerals (i.e., Ca, P, K, Na, Mg, Cl, S), and micro-minerals (i.e., Cr, Co, Cu, I, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, Zn), which are based on the amount of mineral required in the cow's diet (Holechek et al. 2004). Nevertheless, pasture forage is the most significant contributor to the trace mineral nutrition of grazing beef cattle. So information concerning mineral profile of primary plant species, especially about residual biomass during the fall season in rangelands located in western states of USA, is required. Therefore, the objective of this study was to compare the mineral content of four plant species, two grasses (blue grama and western wheatgrass), and two forbs (wooly locoweed and Canadian thistles), which are consumed by beef cattle in residual biomass of native short-grass in western USA.

MATERIALS AND METHODS

2.1 Paddocks and sampling

This study was carried out during October and November of 2007 in Mt. Dora Day Ranch, Union County, NE New Mexico, USA (latitude 36° 32' and longitude 103° 31'). Natural vegetation in the site is that of short-grass prairie and was grazed from May to September by stocking cattle, so collecting forage was made on residual biomass. An area of 40.5 ha was divided into 4 paddocks of 10.125 ha each; five samples per paddock were taken weekly and separated in four plant species: *B. gracilis* (BG), *P. smithii* (PS), and the forbs *A. mullisimus* (AM), and *C. arvensis* (CA). The sampled grasses and AM were clipped at ground level with hand shears, and for CA were cut in small pieces from top of the canopy in different plants of each paddock. Forage samples were analyzed by SDK laboratories (Hutchinson, KS), using near infrared reflectance spectroscopy procedure (Fritz and Schenk 1979). Response variables were macro-minerals (Ca, P, Na, K, Mg, and S), and micro-minerals (Al, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, and Zn). In addition, four different ratios were estimated: Ca:P, K:Mg, K:(Ca + Mg), and Cu:Mo.

2.2 Statistical analyses

Data was analyzed using a model that included effects of specie and paddock within specie. A level of 5% of significance was considered and the analysis was performed using the GLM procedure of SAS (SAS 2006).

RESULTS AND DISCUSSION

All macro-minerals were different ($P < 0.05$) among the four species (Table 1). Grasses had lower macro-minerals levels than forbs. Levels of Al, Cu, Fe, and Zn were similar ($P > 0.05$) among grasses and forbs; however grasses showed higher ($P < 0.05$) levels of Co, Mn, and Mo. In mineral ratios, grasses had lower Ca:P and Cu:Mo ratios than forbs (Table 2). The ratios K:Mg and K:(Ca+Mg) were higher ($P < 0.05$) in grasses than in forbs. Mineral content in forages was affected by several factors such as species, portion of plants consumed, maturity, soil, climate, and the class tissue (Minson, 1990; Underwood, 1981; Greene et al., 1987). According to NRC (2008), levels of macro- and micro-minerals found in the present residual rangeland are considered low for beef cattle requirements.

Grazing cattle require supplemental salts because forages do not contain adequate amounts of this compound (Manske, 2000). In fact, the only mineral compound that should be supplied to cows and always at free-choice is salt and a common practice is to add 0.5 to 1% of salt to most commercial formulas for ruminants, and some supplemental concentrates may contain from 1% to 3% of salt (Kellems and Church, 2003).

The P content was very low in the four species. Nevertheless, P in range grasses is not sufficient for a cow, except during early summer (Greene et al. 1987). According to NRC (2008), drought conditions and an increment in forage maturity can result in low P concentrations (Holechek et al., 2004).

Supplementation of P is important in most rangeland areas of USA, but becomes critical in those where cattle is grazing year around. Supplementing K during the dormant season could possibly reduce the amount of weight lost by cows during this period (NRC, 2008). The Mn concentrations in forages are generally adequate but variable, depending on the availability of Mn because of soil pH and soil drainage. Adequate Mn level is important for cattle reproduction because is required for normal estrus and ovulation in cows, and for normal libido and spermatogenesis in bulls (Manske, 2000). A study showed that dietary Ca:P

ratio between 1:1 and 7:1 resulted in similar animal performance; however, ruminants can tolerate a wide range of Ca:P ratio, especially when vitamin D is sufficient (Underwood and Suttle, 1999). Low Mg in forages along with high K content has been attributed to cause grass tetany in cattle (Spears, 1994), even though the ratio of K:(Mg + Ca) may be a better indicator whether or not grass tetany occurs (NRC, 2004).

CONCLUSION

In general, macro and micro mineral concentrations of grasses and forbs were below than those required by grazing livestock during the fall season, as well as mineral ratios. Macro-minerals that should always be supplied to cows are Na, P, and especially K in critical times. The micro-minerals most likely to influence production are Cu, Co, Mn, and Zn.

Acknowledgements

The first author is grateful to Clayton Livestock Research Center from NMSU, to the ICA- UABC, and also to CONACYT, for their support during his doctorate studies.

REFERENCES

- Allden, W.G. 1981. Energy and protein supplements for grazing livestock. In: Grazing Ruminants. F.H.W. Morley (Ed.). Elsevier Scientific. Amsterdam, The Netherlands, pp 289-307.
- Corah, L. 1995. Understanding basic mineral and vitamin nutrition. Extension beef cattle specialist. Kansas State. Range Beef Cow Symposium XIV, Nebraska, USA.
- Fritz J. S., and G. H. Schenk. 1979. Quantitative Analytical Chemistry. 4th Ed. Allyn and Bacon, Inc., Boston, USA.
- Greene, L.W., W.E. Pinchak, and R.K. Heitschmidt. 1987. Seasonal dynamics of minerals of forages at the Texas Experimental Ranch. J. Range Manage. 40:502-506.
- Grings, E. E., M. R. Haferkamp, R. K. Heitschmidt and M. G. Karl. 1996. Mineral dynamics in forages of the Northern Great Plains. J. Range Manage. 49:234-240.
- Hansen, S. L., N. Trakooljul, H.C.S. Liu, J.A. Hicks, M.S. Ashwell, and J.W. Spears. 2010. Proteins involved in iron metabolism in beef cattle are affected by copper deficiency in combination with high dietary manganese but not by copper deficiency alone. J. Anim. Sci. 88:275-283.
- Holechek, J.L., R.D. Piper, and C.H. Herbel. 2004. Range animal nutrition. In: Range Management: Principles and Practices. 5th ed. Pearson- Prentice Hall, pp. 325-362. New Jersey, USA.
- Kellems, R.O., and D.C. Church. 2003. Mineral and vitamins supplements. In: Livestock Feeds & Feeding. 5th ed. Prentice Hall, pp. 166-178. New Jersey, USA.
- Manske, L.L. 2000. Management of Northern Great Plains Prairie based on biological requirements of plants. NDSU Dickinson Research Extension Center. Dickinson, ND, USA, pp. 13.

- Minson, J.D. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. New York, USA, pp. 208-395.
- NRC, 2008. Nutrient Requirement of Beef Cattle. 7th ed. National Research Council, National Academic Press. Washington, DC, USA, pp 54-74.
- Patterson, H.H., D.C. Adams, J.J. Kklopfenstein, and B. Teichert. 2000. Winter supplementation of primiparous heifers winter range based on the metabolizable protein system versus the crude protein system. Proc. West. Sec. Am. Soc. Anim. Sci. 51:61-64.
- Pope, A. L. 1971. A review of recent mineral research with sheep. J. Anim. Sci. 33:1332-1343.
- SAS Institute Inc. 2006. Ver. 9.1.3. Cary, NC, USA: SAS Institute, Inc.
- Stoddart, L.A., A.D. Smith, and T.W. Box. 1975. Animal nutrition in relation to range management. In: Range Management. W. Willey (Ed.), McGraw-Hill Inc., New York, USA, 532 p.
- Underwood, E. J., and N. F. Suttle. 1999. The Mineral Nutrition of Livestock. 3rd ed. CABI Publishing, New York, USA. 601 p.
- USDA, 2000. Serum copper concentrations of U.S. beef cattle. USDA info sheet N308.0200. USDA, Animal and Plant Health Inspection Service, Fort Collins, USA.
- Wheeler, J. L., D. A. Hedges, K. A. Archer, and B. A. Hamilton. 1980. Effect of nitrogen, sulfur and phosphorus fertilizer on the production, mineral content and cyanide potential of forage sorghum. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 20:330-338.

Table 1. Average concentrations of macrominerals and microminerals in four plants species during the fall in northeastern New Mexico rangelands.

¹ SPECIES	Macrominerals (mg g ⁻¹)						Microminerals (µg g ⁻¹)						
	Ca	P	K	Mg	Na	S	Al	Co	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Bogr	0.598 ^c	0.120 ^b	0.316 ^c	0.077 ^c	0.019 ^b	0.097 ^c	1070.1 ^a	0.414 ^a	8.95 ^a	713.5 ^a	95.7 ^a	2.5 ^a	29.9 ^a
Pasm	0.441 ^d	0.079 ^c	0.577 ^b	0.069 ^c	0.010 ^b	0.062 ^c	694.5 ^a	0.151 ^b	11.8 ^a	243.8 ^a	105.4 ^a	2.9 ^a	22.5 ^a
Asmo	0.886 ^b	0.134 ^a	1.055 ^a	0.170 ^b	0.017 ^b	0.202 ^a	759.1 ^a	0.339 ^a	7.42 ^a	733.6 ^a	50.1 ^c	2.5 ^a	18.8 ^a
Ciar	2.11 ^a	0.102 ^b	0.917 ^a	0.257 ^a	0.082 ^a	0.147 ^b	439.8 ^a	0.252 ^a	5.07 ^a	340.0 ^a	21.3 ^b	0.40 ^b	20.3 ^a

^{a, b, c, d} Means within columns with different literal are different (P<.05).

¹Bogr (*Bouteloua gracilis*), Pasm (*Pascopyrum smithii*), Asmu (*Astragalus mollissimus*), and Ciar (*Cirsum arvense*).

Table 2. Ratios of some mineral concentrations in four plants species during the fall season in northeastern New Mexico rangelands.

SPECIES¹	Ca:P	K:Mg	K: (Ca+Mg)	Cu:Mo
Bogr	5.259 ^b	4.617 ^c	0.479 ^b	3.687 ^b
Pasm	5.837 ^b	8.608 ^a	1.150 ^a	4.09 ^b
Asmu	6.689 ^b	6.446 ^b	1.019 ^a	3.457 ^b
Ciar	21.677 ^a	3.697 ^c	0.390 ^b	14.655 ^a

^{a, b, c} Means within columns with different literal are different (P<.05).

¹Bogr (*Bouteloua gracilis*), Pasm (*Pascopyrum smithii*), Asmu (*Astragalus mullisimus*), and Ciar (*Cirsium arvense*)

Capítulo 3. EXPERIMENTO II

IMPACTO DE LA BIOMASA RESIDUAL Y LA SUPLEMENTACIÓN PROTEICA EN VACAS GESTANTES Y PESO DE SUS BECERROS EN UN PASTIZAL CORTO DEL NORESTE DE NUEVO MEXICO

D. Calderón-Mendoza[□]¹, M. A. Encinias[□], C. Murdock[□], A. Pérez-Márquez[†]

[□]*Clayton Livestock Research Center, New Mexico State University, 15 NMSU Lane, Clayton NM 88415, USA*

[†]*Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Ej. Nuevo León, Valle de Mexicali, Baja California, México C.P. 21705*

¹*Corresponde al autor (D. Calderón-Mendoza): Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC, Mexicali, México. Teléfono: 52+686+5230088. Fax: 52+686+30217, Correo electrónico: dcalderon@uabc.edu.mx; adolfo_perez@uabc.edu.mx*

ID JAAR – 2012-0262

RESUMEN

16 vacas gestantes (506 ± 13 kg) fueron utilizadas para evaluar la suplementación proteica (SP; 41 % de PC, en base a MS) sobre el comportamiento de las vacas y sus becerros en un pastizal corto. Las vacas fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos (NS y SP). Las vacas fueron suplementadas con 1.8 kg, de SP tres veces a la semana, durante el otoño ($n = 5$ semanas) del 2007. La cantidad de biomasa residual en pie, fue significativa ($P=.0057$) debido a potreros, algunas características de calidad nutricional resultaron ($P=.0001$) entre especies. El peso de las vacas antes del parto no fue significativo debido a tratamientos ($P=.7680$); sin embargo el efecto de semanas ($n = 5$) tuvo un efecto significativo ($P=.0118$). El peso al nacer de los becerros mostro un efecto significativo en el peso al destete ($P=.0019$). El peso al destete de las crías influyo ($P=.0001$) en el peso al sacrificio de los novillos. Ambos la cantidad y calidad de la biomasa residual no fue suficiente para cubrir los requerimientos de energía de las vacas gestantes durante el otoño.

Palabras clave: Suplementación proteica, latencia del pastizal, vacas en pastoreo

ABSTRACT

Sixteen pregnant cows (506 ± 13 kg) were used to evaluate biomass standing crop SC and protein supplementation PS (41% CP, DM basis) in performance of cows and their calves in shortgrass rangelands. Cows were assigned randomly to two treatments (NS and PS). Cows were supplemented 1.8 kg three times weekly, during fall (n = 5) week. The control group NS of cows was non supplemented. The quantity of biomass SC yield was significant ($P=.0057$) due to paddocks, some traits of nutritional quality were ($P=.0001$) among species. The weight of cows prior to parturition BWP was non significant ($P=.7680$); however weeks (n = 5) was ($P=.0118$) in BWP of cows. The BW effect in WW was significant ($P=.0019$). The WW of progeny of cows influenced ($P=.0001$) in the slaughter weight SW of steers. Both quantity and quality of biomass SC was not enough to support energy requirements for pregnant cows during the fall.

Keywords: Supplemental protein, dormant rangeland, grazing cows

INTRODUCCIÓN

En los pastizales áridos, las principales deficiencias nutricionales (energía, proteína, fósforo y vitamina A) ocurren durante la sequía y la latencia de invierno (Stoddart et al., 1975). Aunque está bien documentado que la suplementación proteica puede aumentar el consumo y digestión del forraje del pastizal en latencia (Funk et al., 1987; McCollum y Horn 1990; Patterson et al., 2003). El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto de biomasa residual con o sin suplementación proteica en vacas gestantes y en pesos de sus becerros en un pastizal corto en el noreste de Nuevo México.

MATERIALES Y METODOS

3.1 Vegetación nativa, pastoreo y manejo nutricional de los animales

Este estudio fue conducido en dos localidades en un pastizal corto, en Montaña (Mt.) Dora durante el otoño de 2007 y el Centro de Investigación de Ganadería de Clayton (CLRC) por sus siglas en ingles, en Nuevo Mexico. En Mt. Dora la pradera fue utilizada previamente durante seis meses (mayo a octubre de 2007) para el desarrollo de novillos.

En Mt. Dora, se evaluó el rendimiento de biomasa residual (RB) al inicio y final del periodo de estudio durante el otoño de 2007. La gramínea principal fue el pasto navajita (*Bouteloua gracilis* BG), seguida por agropiro del oeste (*Pascopyrum smithii* PS). La hierba dominante fue escobilla (*Gutierrezia sarothrae* GS), otras hierbas presentes fueron hierba loca (*Astragalus mollissimus* AM) y Cardo canadiense (*Cirsium arvense* CA); en el CLRC las principales especies fueron los pastos navajita, galleta (*Pleuraphis jamesii*), agropiro del oeste, bufalo (*Buchloe dactyloides*), y la hierba dominante fue chamizo rodador (*Salsola ibérica*). En Mt. Dora un área de 40.5 ha fue dividida en cuatro potreros. Se utilizaron 16

vaca gestantes cruzadas de Angus con un peso corporal (PC) inicial de 506 ± 14 kg) asignadas al azar a dos tratamientos: no suplementadas (NS; $n = 8$) y con suplementación proteica (SP; $n = 8$). Se utilizó un pastoreo rotacional con siete días por potrero para lograr un uso uniforme del forraje durante 35 días, las vacas tuvieron acceso a agua fresca y minerales traza (Crystalx® Brand Bridage™, Mankato, MN). Las vacas recibieron el SP (pellet de semilla de algodón 41 % de PC) a las 8:00 AM a razón de $0.8 \text{ kg}^{-1} \text{ vaca}^{-1} \text{ día}$, tres veces por semana durante cinco semanas ($n = 5$ semanas) en otoño de 2007. Después de los 35 días de SP las vacas se trasladaron al CLRC y recibieron $0.8 \text{ kg}^{-1} \text{ vaca}^{-1} \text{ día}$, tres veces por semana de la misma manera que en Mt. Dora durante el invierno e inicios del verano de 2008. También tuvieron acceso a contenedores de melaza y proteína (Ridley Inc¹).

Las variables de respuesta fueron rendimiento de biomasa residual (RB) total antes y al final (tiempo) del periodo de suplementación y por clases de especies en base a materia seca (MS). Las clases para las gramíneas BG y PS se agruparon como PASTO, escobilla como GS, hierba loca como AM, y otras hierbas como HIERBA. Las muestras para estimar calidad del forraje, se tomaron semanalmente para determinar en porcentajes: MS, proteína cruda PC, fibra detergente acida FDA, y fibra detergente neutra FDN; en Mcal/lb energía neta para mantenimiento, ganancia y lactación (ENm, ENg y ENI), en % nutrientes digestibles totales NDT; en Mcal/lb energía digestible ED y energía metabolizable EM, separadamente en BG, PS, AM y CA. Las vacas se pesaron semanalmente durante el otoño de 2007. Las vacas parieron en abril de 2008, sus crías fueron pesadas y registrados los pesos al nacer (PN), al destete (PD) y al sacrificio (PS).

3.2 Análisis estadístico

Análisis separados para cada característica utilizó el procedimiento SAS (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Los efectos en el modelo GLM para RB total, en PASTO, GS, HIERBA y AM incluyo: potreros, tiempo y muestreo dentro de potreros. Para MS, PC, FDA, FDN, (ENI, ENg y ENm), NDT. ED, y EM, el modelo

analítico incluyó, especies y muestras dentro de potreros como efectos fijos. El análisis de PC inicial y peso de las vacas antes del parto (PAP) fueron incluidos en el modelo: tratamientos, semanas y la interacción tratamiento por semana. El modelo estadístico utilizado para PD incluyó PC, tratamientos, sexo de los becerros y la interacción tratamiento x sexo. Para el PS el modelo incluyó: PD, tratamientos, sexo de los becerros y la interacción de tratamiento x sexo. El procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD), fue utilizado en la comparación debida a tratamientos, NS, PS y sexo de los becerros al destete.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento de biomasa residual (RB) total

El análisis del RB total se presenta en el Cuadro 1. Los potreros tuvieron diferencias ($P = .0057$) en RB; sin embargo no se encontraron diferencias ($P > .05$) ni para tiempo, ni para muestras dentro de potreros.

El Cuadro 1a muestra que los efectos de tiempo en el RB fue significativa al límite ($P = .05$) para rendimiento en GS. Bajo condición similar (Parmentar, 2008) reporto la influencia del fuego, la sequia e impactos del pastoreo en GS con cubierta vegetal y tamaño de población. Respecto a la población inicial, la biomasa al final del periodo para GS se redujo en 16.4 %. El RB en áreas no tratadas promedio aproximadamente 440 kg.ha^{-1} de 1990 a 1993; no obstante este rendimiento disminuyo arriba del 50% en 1994 (Torell et al., 2011).

Los resultados de los análisis de la clase PASTO son presentados en el Cuadro 1b, según se observa los potreros tuvieron un efecto significativo ($P = .0001$) en el RB. Los efectos de tiempo o muestras dentro de potreros no afectaron ($P = .7478$ y $P = .7714$) el RB. El rendimiento de pastos perenes mostro una alta asociación con el grado de intensidad del pastoreo, el rendimiento más alto se obtuvo con intensidades de pastoreo más baja, no obstante la producción actual de los pastos perenes promediaron valores más bajos en praderas pastoreadas de noviembre a abril comparada con las pastoreadas de mayo a octubre (Holecheck et al., 2004).

Las medias por mínimos cuadrados del RB total en PASTO, GS, HIERBA y AM y sus desviaciones estándar son presentadas en el Cuadro 2. El RB total más alto en PASTO se obtuvo en el potrero 3 seguido por el rendimiento en los potreros 4, 1, y 2, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas ($P > .05$) en el RB en PASTO entre potreros 4,1, y2; sin embargo los rendimientos en

esos potreros fueron diferentes ($P < .05$) al compararse el rendimiento obtenido en el potrero 3. El Cuadro 2 muestra además los valores promedios en RB en GS. El rendimiento más alto correspondió al potrero 4. Estos valores en rendimiento fueron diferentes ($P < .05$) en los potreros 3, 2, y 1. El RB en los potreros 1 y 3 no fue estadísticamente diferente ($P > .05$); sin embargo el RB en el potrero 2 fue diferente ($P < .05$) comparado al rendimiento obtenido en los potreros 3 y 1. El Cuadro 2.a muestra los valores promedio de RB para clases de plantas del pastizal en latencia. Según se observa los valores promedio de RB antes y al final del periodo de pastoreo fueron diferentes ($P < .05$) tanto en peso total como para clases de PASTO, GS, y HIERBA y estadísticamente iguales en AM.

4.2 Calidad de forraje de las plantas

Los valores de la composición química y energética son presentados en el Cuadro 3. Se encontraron diferencias significativas ($P = .0001$) en PC; sin embargo las especies dentro de potreros no mostraron efecto significativo ($P = .7254$) en PC.

Los pastos BG y PS mostraron los valores más bajos (4.9 y 4.6 %) en PC, respectivamente. El valor más alto (13.9 %) en PC se obtuvo en AM (Cuadro 3); no obstante compuestos secundarios en AM desempeñan un papel secundario (Church, 1988; Cheeke, 2005).

Los valores en PC reportados en este estudio fueron menores a los valores reportados por McCollum et al.(1985); sin embargo los valores más altos en el contenido de PC en pastos reportados en pastizales altos en latencia fue 1.94 % de PC (Koster et al.,1996) y valores menores a 76.6 % en FDN, los valores de FDN se incrementaron de junio a agosto, disminuyendo de septiembre a octubre (Schauer et a;. 2004); mientras que los niveles más bajos 7.0% de PC se observaron en especies de plantas que fueron suficientes en el mantenimiento de vacas no lactantes (Bonin y Tracy, 2011). Schauer et al. (2004) encontró una

respuesta cubica ($P = .04$) en PC con la madurez de las plantas. Como una especie leguminosa encontrada en áreas de pastoreo en el suroeste AM puede compararse con la alfalfa (Islas et al., 2008), además el contenido proteico de AM es mayor (Funk et al., 1987). En general el 7.0 % de PC en el forraje se considera como un umbral (Mathis et al., 2000; Boniny y Tracy 2011).

Como se muestra en el Cuadro 3. El efecto más grande en FDA entre especies en potreros fue debido a especies ($P = .0001$). Los efectos de especies fueron significativos ($P=.0001$) en el contenido de FDN de las muestras en potreros; sin embargo no se mostros significancia ($P = .2086$) en FDN de especies dentro de potreros. Estos resultados son diferentes a los valores reportados en FDN (65 %) este valor es inferior a los valores obtenidos en este estudio (69.8 en BG y 72.6 % en PS) de FDN, de acuerdo con (Bonin y Tracy 2011) potencialmente estos valores limita la energía disponible. Los resultados de nuestro estudio son similares a los valores (67 % a 74 %) de FDN reportados en paja de trigo (Meissner y Paulsmeier, 1995). Como se muestra en el Cuadro 3 la variación en ENg debida a especies fue importante ($P = .0001$) entre especies en potreros. El Cuadro 3 muestra también un efecto significativo ($P = .0001$) atribuible a especies en ENm.

Los análisis de NDT entre especies en potreros son presentados en el Cuadro 3. Los efectos de especies fueron significativos ($P = .0001$) en el contenido de NDT de las especies. Los valores de NDT debido a especies dentro de potreros no fueron significativos ($P = .6525$) Cuadro 3. Los valores 48.9 y 44.9 % en NDT en las hierbas AM y CA fueron diferentes ($P=.0099$), además con menor contenido y estadísticamente iguales en BG y PS (Cuadro 3). Las hierbas tienen características similares a las leguminosas, contienen más proteínas, contenido celular y menos hemicelulosa (Funk et al., 1987).

Los análisis de ED debido a los efectos de especies son presentados en el Cuadro 3. Puede observarse que la ED fue influenciada ($P = .0001$) atribuible a especies. El Cuadro 3 muestra además un efecto significativo ($P = .0205$) en ED debido a especies dentro de potreros. Los valores de ED 0.90, 0.64, 0.90 y 0.98

en nuestro estudio corresponden a las especies BG, PS, CA y AM Cuadro 3. Proporcionalmente la energía es aproximada a nivel mínimo (0.3 ED) en planta madura. Las diferencias en EM también son presentadas en el Cuadro 3. Puede observarse que los efectos de especies fueron significativos ($P = .0028$) en EM, esto sugiere grandes diferencias entre especies en el contenido de EM en la especie. Se observó una disminución en la calidad del forraje al avanzar la época en las Grandes planicies (McCollum et al., 1985; Schauer et al., 2004).

4.3 Peso de las vacas

En el Cuadro 4 se observa que ni el peso de las vacas ($P = .7680$) ni el efecto de tratamientos fueron significativos ($P = .4042$) en el PC. El Cuadro 4.a muestra las medias por mínimos cuadrados LSM y sus errores estándar de PC preparto de las vacas apareadas por I A y parir a los 585 ± 13 kg y tres años de edad. Los efectos más grandes en PC preparto ocurrieron en las semanas 2, 3 y 5. Los valores PC preparto más bajos se observaron al fin de la semana 1 y 4.

Las diferencias de medias por mínimos cuadrados en PC preparto son presentados en el Cuadro 4.b. Las diferencias entre cada par de medias específico que mostró variación significativa ($P = .0035$, $P = .0078$ y $P = .0059$) corresponden a las comparaciones entre semanas (S1, vs S2, S1 vs S3 y S1 vs S5). La interacción de tratamiento x semana (T x S) fueron significativas ($P = .0365$, $P = .0356$, $P = .0049$ y $P = .0022$). Corresponden a (NS S1 vs NSS2, SPS1 vs SPS2, SPS1 vs SPS3 y SPS1 vs SPS5), respectivamente. Las comparaciones de medias no significativas no se incluyeron.

El valor energético de las plantas principales no fue suficiente para el mantenimiento en las primeras etapas de gestación, la PC menor de 8.0 %, ED 0.3 para la mayoría de los forrajes y mezclas de forrajes y cereales la proporción EM:ED es aproximadamente (0.8), la FDN excedió el 65% (NRC, 2008; Bonin y Tracy, 2011). Las vacas productoras de carne gestantes pastoreando en invierno

pueden perder 0.5 kg de PC d⁻¹ (Miner et al.,1990), debido a que los potreros es una población diversa de plantas y los cambios estacionales afectan la composición botánica de la dieta seleccionada por el ganado en pastoreo (McCullum et al., 1985; Funk et al., 1987). La inclusión de plantas en la dieta de rumiantes con metabolitos secundarios, como en AM (Cheeke, 2005), pueden alterar los patrones de fermentación ruminal con efectos observados en MS y digestión de la proteína (Church, 1988; Wallace, 1994). La eficiencia de la producción animal es limitada por el consumo de energía y en la eficiencia de utilización de la energía (Owens y Zinn, 1988).

4.4 Pesos al nacer, al destete y al sacrificio

El Cuadro 5 muestra las medias por mínimos cuadrados para PN debido a tratamientos y sexo de los becerros. Como se observa los valores promedio (33.86, y 37.72; 36.81 y 36.59) corresponden al peso al nacer de las crías hembras y crías machos de vacas NS y SP. El Cuadro 5 muestra además que las crías machos de vacas NS pesaron 11% más que las crías hembras; sin embargo el PN de las crías machos resultaron más livianos (0.62 %) comparado con el peso al nacer de las becerras. Gregory et al. (1993) en un análisis por mínimos cuadrados de hembras que produjeron becerros a los 2 años de edad (n = 2942 hembras hijos de 438 toros), mostraron que el peso de los becerros machos fue 7.66% más pesados que el de las hembras (39.6 vs 36.7 kg), respectivamente. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Miner et al. (1990), quien reporto que las vacas en pastoreo en invierno no afecto el PN cuando las vacas pastorearon en invierno y fueron suplementadas con o sin proteína ruminal de escape. Sims y Bailey (1995) becerros de vacas Angus x Hereford fueron más pesados al nacer que los becerros de vacas F1 Braman x Hereford pastoreando un pastizal nativo o recibiendo forraje complementario en el pastizal nativo, en ambos sistemas de forrajeros con valores de PN de 40 y 37 kg, respectivamente.

El Cuadro 5 muestra que el efecto de PN sobre el PD resultó significativo ($P = .0019$). Estimaciones de correlaciones genéticas y fenotípicas (0.50 y 0.40), respectivamente entre los PN y PD han sido resumidos por Koots et al. (1994) Estos valores representan las medias ponderadas de estimaciones de literatura disponible. Ferrel, (1993) reporto que el PN más bajo que el optimo están asociados con reservas de energía reducida, baja capacidad termorregulatoria, e incremento en la muerte de becerros o cerca del nacimiento. Los PN bajos están también relacionados a bajas tasas de crecimiento después del nacimiento y disminución del tamaño maduro. Contrariamente, los PN mayores que el optimo están asociados con mayor dificultad al parto, pérdida de becerros al nacer y mayores dificultades en la nueva cubrición de las vacas.

Las estimaciones de componentes de varianza debidas a los efectos de PD, tratamientos de varianza debido a los efectos de PD, tratamientos, sexo y la interacción de tratamiento x sexo en el PS se muestran en el Cuadro 5.b. El PD de la progenie de las vacas afecto ($P = .0001$) el PS; el Cuadro 5.b muestra además que ninguno de los tratamientos, sexo o la interacción de los efectos tratamiento x sexo fueron significativos ($P > .05$). Los valores promedio en PD a 190d de edad son presentadas en el Cuadro 6. Schauer et al. (2004) concluyeron que la suplementación de mediados de junio a mediados de septiembre incremento la ganancia de peso en los novillos alimentados en praderas de pastos mixtos sin embargo la suplementacion no mejor consistentemente el comportamiento después de 15 de septiembre. No obstante la suplementación de novillos en pastoreo a finales de septiembre y octubre pueden resultar en menores pesos o pérdida de peso. Resultados de este estudio con vacas Angus, el PD a 190 días fueron ligeramente mayores comparados a los becerros de vacas turistas (188 ± 11 kg) y además menores (218 ± 8 kg) de becerros de vacas nativas destetadas a 205 días (Bailey et al., 2010). El PD de los becerros fueron menores que el PD (269 ± 6.4) por Stamm et al. (2008). En el estudio de Sims y Bailey (1995) los becerros en el sistema de pastizal nativo con forraje complementario (PNFC) fueron más pesados que los becerros al destete (343 vs 250 kg), respectivamente.

Cuando se evaluaron los becerros de ambos sistemas a los 200 días de edad, los becerros del pastizal nativo fueron más pesados que los becerros del PNFC.

Los resultados de este estudio constituyen una fuente de conocimiento la cual puede ser útil en la planeación y manejo de la nutrición de la vaca durante la época de otoño - invierno para el cumplimiento de objetivos definidos en situaciones específicas. No solo la cantidad del rendimiento de biomasa residual además la calidad de ésta biomasa no fue suficiente para cubrir los requerimientos de energía para vacas gestantes durante el otoño. La información limitada de la biomasa residual y su valor nutricional en pastizales cortos sugiere continuara este tipo de experimentos.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de biomasa residual (RB) durante el otoño (2007) en pastizales nativos de pasto corto del noreste de Nuevo Mexico.

Fuente	de gl	SC	Error	C M	F valor	Pr > F
variacion		Tipo I				
Potreros	3	3142.3447	1047.4482	5.73	0.0057	
Tiempo	1	281.4302	281.4302	1.54	0.2298	
Potreros(muestra)	16	4191.6980	261.9811	1.43	0.2252	
1.a. Rendimiento de biomasa (GS) en pastizales del noreste de NM						
Potreros	3	99.4580	33.152667	0.63	0.6029	
Tiempo	1	229.4410	229.4410	4.38	0.0500	
Potreros(muestra)	16	1441.1320	90.070750	1.72	0.1294	
1.b. Rendimiento de biomasa (PASTO) en pastizales del noreste de NM						
Potreros	3	2449.5070	816.5023	15.05	<.0001	
Tiempo	1	5.7760	5.7760	0.11	0.7478	
Potreros(muestra)	16	598.5640	37.41025	0.69	0.7714	

escobilla (= GS), gramíneas (=PASTO)

Cuadro 2. Medias por mínimos cuadrados del RB residual durante el otoño (2007) en pastizales nativos de pasto corto del noreste de Nuevo Mexico.

CLASES DE PLANTA POTRERO	CLASES				RENDIMIENTO
	PASTO	GS	HIERBA	AM	DE BIOMASA (RB) TOTAL
	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$
1	1,088 ± 125 ^b	411.7 ± 123 ^b	151 ± 106 ^a	75 ± 42 ^a	1,725 ± 230 ^c
2	1,007 ± 125 ^b	261.0 ± 123 ^c	245 ± 106 ^a	41 ± 42 ^a	1,554 ± 230 ^c
3	2,049 ± 125 ^a	413.3 ± 123 ^b	332 ± 106 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	2,794 ± 230 ^a
4	1,158 ± 125 ^b	496.2 ± 123 ^a	412 ± 106 ^a	54 ± 42 ^a	2,120 ± 230 ^b

a, b, c, Medias dentro de columnas con diferente literal son diferentes (P<.05). PASTO= gramíneas principales, GS= *Gutierrezia sarothrae* HIERBA= hierbas, AM= *Astragalus mollissimus*.

Los valores están dados en kg ha.

Cuadro 2.a. Medias por mínimos cuadrados del RB total por clases de plantas de pastizales nativos en latencia pastados por vacas en Nuevo Mexico.

BIOMASA EN PIE	CLASES				RENDIMIENTO
	PASTO	GS	HIERBA	AM	TOTAL
	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$
ANTES	1,346 ± 89 ^a	524 ± 87 ^a	261 ± 75 ^b	58 ± 30 ^a	2,192 ± 163 ^a
AL FINAL	1,305 ± 89 ^b	267 ± 87 ^b	307 ± 75 ^a	27 ± 30 ^a	1,906 ± 163 ^b

^a, ^b, Medias dentro de columnas con diferente literal son diferentes (P<.05). PASTO= gramíneas principales, GS= *Gutierrezia sarothrae* HIERBA= hierbas, AM= *Astragalus mollissimus*.

Los valores están dados en kg ha^{-1}

Cuadro 3. Valores promedios y sus desviaciones estandar (DE) para composición química y concentración de nutrientes en cuatro especies de pastizales en latencia de Nuevo Mexico.

CLASES DE PLANTAS	BG	PS	CA	AM
Componentes químicos	-----	$\bar{x} \pm D.E$	-----	
MS %	94.19 \pm 0.24 ^a	94.05 \pm 0.39 ^a	91.21 \pm 0.49 ^b	91.75 \pm 0.34 ^b
PC %	4.99 \pm 0.60 ^b	4.62 \pm 0.98 ^b	6.22 \pm 1.24 ^b	13.94 \pm 0.86 ^a
FDA %	42.74 \pm 0.53 ^b	48.80 \pm 0.86 ^a	42.66 \pm 1.09 ^b	39.69 \pm 0.76 ^c
FDN %	69.84 \pm 0.52 ^b	72.59 \pm 0.85 ^a	52.41 \pm 1.08 ^c	53.87 \pm 0.74 ^c
ENm Mcal/lb	0.354 \pm 0.011 ^b	0.216 \pm 0.019 ^c	0.352 \pm 0.024 ^b	0.421 \pm 0.016 ^a
ENI Mcal/lb	0.444 \pm 0.008 ^b	0.351 \pm 0.013 ^c	0.445 \pm 0.016 ^b	0.489 \pm 0.011 ^a
ENg Mcal/lb	0.108 \pm 0.010 ^b	0.012 \pm 0.017 ^c	0.110 \pm 0.022 ^b	0.173 \pm 0.015 ^a
NDT %	42.33 \pm 1.73 ^b	36.66 \pm 2.81 ^b	44.95 \pm 3.55 ^{ab}	48.96 \pm 2.46 ^a
ED Mcal/lb	0.898 \pm 0.014 ^b	0.641 \pm 0.023 ^c	0.900 \pm 0.029 ^b	0.981 \pm 0.020 ^a
EM Mcal/lb	0.736 \pm 0.012 ^b	0.697 \pm 0.019 ^b	0.740 \pm 0.024 ^b	0.804 \pm 0.017 ^a

a,b,c., Promedios dentro de hileras con diferente literal son estadísticamente diferentes (P<.05).
 BG= *Bouteloua gracilis*; PS= *Pascopyrum smithii*; AM= *Astragalus mollissimus*, y CA= *Cirsum arvense*.

Cuadro 4. Análisis de varianza de los efectos fijos para tratamientos, semanas, y efectos de tratamiento x semana en el peso de las vacas antes del parto (PAP).

Efecto	gl	gl	Valor F	Pr > F
Tratamientos	1	18	0.09	0.7680
Semanas	4	70	3.49	0.0118
Trats*semanas	4	70	1.02	0.4024

4.a. Medias por mínimos cuadrados y sus errores estándar en PAP de vacas durante un periodo de cinco semanas.

Efecto	Trat	Sem	V estimado	Error estándar	Gl	Valor T	Pr>t
Trat	NS		504.10	13.2927	18	37.92	<.0001
Trat	SP		509.73	13.2846	18	38.37	<.0001
Sem		1	498.65	9.7561	70	51.11	<.0001
Sem		2	511.24	9.7561	70	52.40	<.0001
Sem		3	510.07	9.7561	70	52.28	<.0001
Sem		4	503.71	9.7561	70	51.63	<.0001
Sem		5	510.92	9.825	70	52.0	<.0001
T*S	NS	1	498.95	13.7973	70	36.16	<.0001
T*S	NS	2	511.50	13.7973	70	37.07	<.0001
T*S	NS	3	504.67	13.7973	70	36.58	<.0001
T*S	NS	4	500.62	13.7973	70	36.28	<.0001
T*S	NS	5	504.78	13.9915	70	36.08	<.0001
T*S	SP	1	498.35	13.7973	70	36.12	<.0001
T*S	SP	2	510.98	13.7973	70	37.03	<.0001
T*S	SP	3	515.47	13.7973	70	37.36	<.0001
T*S	SP	4	506.80	13.7973	70	36.73	<.0001
T*S	SP	5	517.06	13.7973	70	37.48	<.0001

Trat = tratamiento; Sem = semana; T*S = tratamiento * semana; NS= no suplemento; SP = suplemento proteico

Cuadro 4.b. Diferencias por mínimos cuadrados entre comparaciones específicas en el peso de las vacas antes del parto (PAP) al final de cada semana.

Efecto	Trat	Sem	Trat	Sem	V estimado	Error estándar	gl	Valor t	Pr > t
Trat	NS		SP		-5.6287	18.793	18	-0.30	0.7680
Sem		1		2	-12.5905	4.166	70	-3.02	0.0035
Sem	1			3	11.4185	4.166	70	-2.74	0.0078
Sem	1			5	-12.2707	4.3249	70	-2.84	0.0059
T*S	NS	1	NS	2	-12.559	5.8915	70	-2.13	0.0365
T*S	SP	1	SP	2	-12.6220	5.8915	70	-2.14	0.0356
T*S	SP	1	SP	3	-17.117	5.8915	70	-2.91	0.0049
T*S	SP	1	SP	5	-18.706	5.8915	70	-3.18	0.0022

Cuadro 5. Medias por mínimos cuadrados de peso al nacer (PN) de becerros (hembras y machos) debido a los efectos no suplementadas (NS) y suplemento proteico (SP) a vacas en pastizales en latencia.

Tratamiento	Sexo	MMC (PN)	Error estándar	Pr > t	MMC
NS	Hembra	33.863636	1.515625	<.0001	1
NS	Macho	37.727272	3.712507	<.0001	2
SP	Hembra	36.818181	1.660284	<.0001	3
SP	Macho	36.590909	1.856254	<.0001	4

5.a. Medias por mínimos cuadrados de PN, tratamiento, sexo e interacción T*S.

Fuente	gl	SC error Tipo I	CM	Valor F	Pr> F
PN	1	4348.612770	4348.612770	16.56	0.0019
Tratamiento	1	164.099740	164.099740	0.63	0.4459
Sexo	1	80.280888	80.280888	0.31	0.5913
Trat*sexo	1	424.545038	424.545038	1.62	0.2297

5.b. Medias por mínimos cuadrados de PD, tratamiento, sexo e interacción T*S.

Fuente	gl	SC Error Tipe I	CM	F value	Pr > F
PD	1	10483.59361	10483.59361	93.73	<.0001
Tratamiento	1	101.42957	101.42957	0.91	0.3614
Sexo	1	188.26912	188.26912	1.68	0.2210
Trat*sex	1	20.19960	20.19960	0.18	0.6791

PN = peso al nacer, PD = peso al destete

Cuadro 6. Medias por mínimos cuadrados de los pesos al nacer (PN), pesos al destete (PD), y pesos al sacrificio (PS) de becerros de vacas con y sin suplemento proteico en pastizales en latencia de Nuevo Mexico.

Beceros	T R A T A M I E N T O S				Valor P		
	SP		NS		Trats.	Sexso	Trat*sexso
	Hembra	Macho	Hembra	Macho			
PN	36.8±1.6	36.6±1.8	33.8±1.5	37.7 ± 3.7	0.70	0.45	0.40
PD	200.1±7.3	198.1±8.1	201.3±7.0	226.3±16.4	0.18	0.29	0.22
PS	361.9±4.7	355.5±5.2	356.0±4.4	343.3±11.5	0.21	0.21	0.67

Capítulo 3. EXPERIMENT II

IMPACT OF THE DORMANT STANDING CROP AND PROTEIN SUPPLEMENTATION OF PREGNANT COWS AND WEIGHT CALVES GRAZING IN SHORT-GRASS IN NORTHEAST NEW MEXICO RANGELAND

D. Calderón-Mendoza[□]¹, M. A. Encinias[□], C. Murdock[□], A. Pérez-Márquez[†]

[□]*Clayton Livestock Research Center, New Mexico State University, 15 NMSU Lane, Clayton NM 88415, USA*

[†]*Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Ej. Nuevo León, Valle de Mexicali, Baja California, México C.P. 21705*

¹*Corresponding Author (D. Calderón-Mendoza): Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC, Mexicali, México. Phone: 52+686+5230088. Fax: 52+686+30217, E-mail: dcalderon@uabc.edu.mx; adolfo_perez@uabc.edu.mx*

ID JAAR – 2012-0262

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto del rendimiento, calidad del forraje, y la suplementación proteica (41% de PC en base seca) sobre el comportamiento de vacas y sus crías. Los datos obtenidos fueron analizados bajo la estructura de un Diseño en bloques completos al azar; las vacas (n = 16) fueron asignadas aleatoriamente a dos tratamientos (sin suplemento y con suplementación proteica). Las vacas fueron suplementadas con 1.8 kg tres veces semanalmente durante el otoño (n= 5 semanas). El rendimiento de forraje fue significativo (P=.0057) atribuible a potreros, algunas características sobre calidad nutricional del forraje entre especies resultaron significativas (P=.0001). El peso de las vacas antes del parto no fue significativo (P=.7680); sin embargo el efecto de semanas (n=5) fue significativo (P=.0118) en el peso corporal de las vacas. El efecto de peso al nacer de las crías mostró un efecto significativo (P=.0019) en el peso al destete de las crías. El peso al destete de los becerros influyó (P=.0001) en el peso al sacrificio de los novillos. Ambos el rendimiento y calidad del forraje del pastizal corto no fue suficiente para satisfacer los requerimientos nutricionales de las vacas preñadas durante el otoño.

Palabras clave: Suplementación proteica, latencia del pastizal, vacas en pastoreo

ABSTRACT

Sixteen pregnant cows (506 ± 13 kg) were used to evaluate biomass standing crop SC and protein supplementation PS (41% CP, DM basis) in performance of cows and their calves in shortgrass rangelands. Cows were assigned randomly to two treatments (NS and PS). Cows were supplemented 1.8 kg three times weekly, during fall (n = 5) week. The control group NS of cows was non supplemented. The quantity of biomass SC yield was significant ($P=.0057$) due to paddocks, some traits of nutritional quality were ($P=.0001$) among species. The weight of cows prior to parturition BWP was non significant ($P=.7680$); however weeks (n = 5) was ($P=.0118$) in BWP of cows. The BW effect in WW was significant ($P=.0019$). The WW of progeny of cows influenced ($P=.0001$) in the slaughter weight SW of steers. Both quantity and quality of biomass SC was not enough to support energy requirements for pregnant cows during the fall.

Keywords: Supplemental protein, dormant rangeland, grazing cows

INTRODUCTION

The relation of climatic factors, forage growth, and livestock production is well known story to beef grower. Rain fall not only varies from year to year, but also varies in wet and dry-cycles of several years duration. The effects of climatic factors upon the quantity and quality of forage produced are highly important. The production systems that optimize the use of forage resource are needed to ensure a efficient beef production in semiarid rangelands, major nutritional deficiencies occur during drought and winter dormancy (i.e., energy, protein, phosphorus, and vitamin A), are the nutrient most limiting to range livestock production (Stoddart et al., 1975). It is well documented that protein supplementation can enhance intake and digestion of dormant range forage (Patterson et al., 2003; McCollum and Horn 1990; Caton et al., 1988; Funk et al., 1987). However the information of forage quantity and quality of pastures is limited, when used during the growing season grass, and then, reused for cows. The objective of this study was to evaluate the impact of the residual standing crop SC, with or without protein supplementation pregnant cows and weights of calves grazing in a shortgrass prairie in northeastern New Mexico.

MATERIALS AND METHODS

3.1 Natural vegetation, grazing and nutritional animal's management

The study was carried out in two places, in a shortgrass type: Mt. Dora during the fall season of 2007, and Clayton Livestock Research Center (CLRC), during the winter of 2007 through summer 2008, at New Mexico. In Mt. Dora, pasture was grazed from May through October by stocking cattle, so the sampling of standing crop was made on residual biomass standing crop (SC) in four paddocks. The major grasses species were blue grama (*Bouteloua gracilis* BG), and western wheatgrass (*Pascopyrum smithii* PS). The dominant forb was broom snakeweed (*Gutierrezia sarothrae* GS), other forbs were woolly locoweed (*Astragalus mollissimus* AM), and Canadian thistle (*Cirsium arvense* CA); at CLRC were blue grama, western wheatgrass, buffalograss (*Buchloe dactyloides*), and galletagrass (*Pleuraphis jamesii*), and the forb was Russian thistle (*Salsola iberica*). In Mt. Dora an area of 40.5 ha⁻¹ was divided into 4 triangular paddocks.

Sixteen crossbred Angus cows initial (BW 506±13 kg) were randomly assigned to two treatments the control group, nonsupplemented (**NS**; n = 8); and protein supplemented group (**PS**; n = 8). The cows were rotated through the 4 paddocks during a week for a uniform use of forage and had access to fresh water, and trace minerals (Crystalyx® Brand Bridage™, Mankato, MN). The treated group had access to the protein supplement (PS) it was a cake type 41% CP cottonseed pellets. The supplement was provided at 0.8 kg·cow⁻¹·d⁻¹, the total protein supplementation was 1.8 kg 3 times weekly, and was offered at 08:00 h during 5 week period in fall of 2007. After 35 days of (PS) all cows in CLRC received 1.4 kg PS cake, same that Mt. Dora through winter to early summer 2008. Cows also received tubs of molasses and a protein supplement (Ridley Inc¹). The response variables were total SC. The plant classes were grasses BG and PS as class (GRASS), *Gutierrezia sarothrae* (GS), *Astragalus mollisimus* (AM), and other forbs

as class (FORB). Total SC were taken twice, at the beginning and at the end of the grazing period (0 and 35d) during fall 2007. A rapid assessment method (0.186 m² ring) and five samples per paddock were clipped at ground level, separately in different classes of plants to estimate SC weight production by plant classes in DM. Sample to estimate forage quality, were taken weekly to analyze DM, crude protein CP, acid detergent fiber ADF, neutral detergent fiber NDF, net energy-maintenance, gain, and lactation (NEm, NEg, NEI), total digestible nutrients TDN, digestible energy DE, and metabolizable energy ME, separately in BG, PS, AM and CA. In 2007 the cows were weighted weekly (n = 5). The cows calved in April, their calves were weighted and recorded at birth BW, weaning WW, and at slaughter SW.

3.2 Statistical Analyses

Separate analyses for each trait used SAS procedure (SAS Inst., Inc., Cary, NC). The effects in GLM model for total (SC) yield, GRASS, GS, FORB, and AM include: paddocks, time, and samples within paddocks. For DM, CP, ADF, NDF, (NEI, NEg, and NEm), TDN, DE, and ME. The analytical model included species and samples within paddocks as fixed effects and the residual as random.

Analyses of birth weight and weight of cows prior to parturition (BWP) were included in the model: treatments, weeks, and treatment x week interaction and the residual as random.

The analytical model for weaning weight included: treatments, birth weight, sex of calves and treatment x sex interaction effects and the residual as random.

For slaughter weight (SW) the model included: treatments, weaning weight, sex of calves, treatment x sex interaction effects, and the residual. LSD procedure was used to mean comparisons due to treatments (NS), (PS) and sex of calves at weaning

RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Herbage standing crop residual (SC).

Analyses of total herbage SC yield are presented in Table 1. There was significant ($P=.0057$) differences in SC yield due to paddocks; however non significant ($P=.2298$ and $P=.2252$) differences were found neither to time, nor for paddocks (samples).

Table 1a shows that the effects of time on SC was at limit of the significant ($P=.05$) value tested in GS yield. So this value should be taken carefully to make a decision. These results in agreement to findings by (Parmenter 2008) fire, drought and grazing impacts on GS of proved substantial of both canopy size and population size. The original sample population before and at the end the study, reduction was (61%); while the biomass SC reduction in GS in our study was 51% (Table 1a.). GS yield on untreated areas averaged about 440 kg ha^{-1} from 1990 through 1993; nevertheless it declined by over 50% by 1994 (Torell et al., 2011).

Results of analyses of GRASS are presented in Table 1b, as shown paddock had a significant ($P=.0001$) effect on GRASS biomass SC yield. Time or paddocks (samples) did not affect ($P=.7478$ and $P=.7714$) on GRASS biomass SC yield. Perennial grass yield was closely associated to degree of grazing use, the highest yield occurred when grazing intensity was the lowest, and perennial grass production averaged lower on pastures grazed from November to April than on those grazed May to October (Holechek et al. 2004). A minimum level of DM must be present on a particular range to maintain: the soil, forage plant vigor, livestock diet quality, and wildlife habitat (Holechek et al. 2004).

Least squares means of total herbage SC, GRASS, GS, FORB, and AM and their standard deviations (SD) are presented in Table 2. As shown, the highest yield in total SC occurred in paddock (3) followed by yield in paddocks 4, 1, and 2,

respectively. Table 2 also shows that the highest SC yield of GRASS occurred in paddock 3, followed by yield in paddocks 4, 1, and 2. Non statistically ($P=.05$) differences were found in SC yield GRASS among paddocks; however the yield in these paddock was different ($P<.05$) when compared to yield in paddock 3. Table 2 also shows the mean values in yield of GS. The highest value in yield corresponded to paddock 4. These values in yield were different to yield in paddocks 2, 3, and 1. The yield in paddocks 1 and 3 was not statistically different ($P=.05$); however yield in paddock 2 was different ($P<.05$) when compared to yield in paddocks 1 and 3. Table 2a shows the mean weights of SC by class plants of dormant native shortgrass grazed cows. As shown means values in SC yield before and at the end were different ($P=.05$) for total SC, GRASS, GS, and FORB classes.

4.2 Quality of forage plants.

Differences among species for DM values are presented in Table 3. As shown those species resulted highly significant ($P=.0001$) different in DM. Significant differences ($P=.0001$) were found in CP among species in paddocks; however paddock (species) had non statistically effect ($P=.7254$) in CP. The BG and PS were lower (4.9 – 4.6%) in CP, respectively. The highest value was found in AM (13.9%) in CP (Table 3), but is reported secondary compounds in AM that have secondary roles (Cheeke, 2005; Church, 1988). The CP values in our study were lower (4.9 – 4.6%) to those reported by McCollum et al. (1985) in BG, probably due to residual biomass SC; nevertheless higher in CP to GRASS content than reported by (Koster et al., 1996) in dormant tall-grass prairie 1.94% CP, and less than 76.6% in NDF, values of NDF increased from June to August and decreased through September–October (Schauer et al., 2004); while low 7.0% CP content in plant species where enough to maintain non lactating cows (Bonin and Tracy 2011).

Findings on CP of (Schauer et al., 2004) exhibited a cubic response ($P=0.04$) with advancing season. As a legume specie found in grazing areas of southwest AM is comparable to alfalfa (Islas et al., 2008), and its protein content is higher (Funk et al., 1987). In general, 7% CP in the basal forage is considered to be threshold for a response (Bonin and Tracy 2011; Mathis et al., 2000).

As shown in Table 3. The largest effect ($P=.0001$) on ADF among species in paddocks was due to species. Effects of species were significant ($P=.0001$) on NDF content of samples in paddock; however it was non detected significance ($P=.2086$) of paddocks (species) on NDF. Our results are different (69.8% in BG and 72.6% in PS) to findings of (Bonin and Tracy 2011) NDF concentrations of some prairie grasses, and exceeded the 65% NDF values reported by these authors, and potentially limiting the energy available (Bonin and Tracy 2011). The results in this study are similar to findings by (Meissner and Paulsmeier, 1995) on NDF with range values (67% - 74%) NDF in wheat straw. Church (1988) forages high in NDF require more chewing than do higher quality forages, and rumination time to be highly correlated with NDF intake in cattle. As shown in Table 3 variation in NEm due to species effects was important ($P=.0001$) among species in paddocks. Table 3 also shows a significant ($P=.0001$) effect attributable to species on NEm.

Analyses of TDN among species plant in paddocks are presented in Table 3. The effects of species was significant ($P=.0001$) on TDN content of plants in paddocks. Nevertheless non significant effects ($P=.6525$) were found due to paddocks-(species) Table 3. TDN values of BG and PS were different ($P=.0099$) 42.3–36.6%, and lower than CA 44.9% and AM 48.9%, (Table 3). Forbs have legume-like characteristics, contain more protein, cell soluble and less hemicelluloses (Funk et al., 1987).

Analyses of DE due to effects of species are presented in Table 3 as shown DE was influenced ($P<.0001$) attributable to species. Table 3 also shows a significant ($P<.0205$) effect on DE due to paddocks (species). The DE values (0.89, 0.64, 0.90, 0.98) in our study corresponded to BG, PS, CA, and AM;

proportionally of energy is close to minimum level (0.3 DE) to mature plant, weathered forage to nearly (0.9 DE) for processed, high-quality cereal grains (NRC 2008). Differences in ME are presented in Table 3. As shown species effects were significant ($P=.0028$) in ME, it suggest a large differences among species concerning to ME content in specie plants. Decreasing forage quality with advancing season was observed on the Great Plains (Schauer et al., 2004; McCollum et al., 1985).

4.3 Cows weight

As shown in Table 4 the weight prior to parturition BWP of cows was non significant ($P=.7680$), neither treatments effect nor treatment by week interaction ($P=.4042$). Table 4 also shows that weeks ($n = 5$) was significant ($P=.0118$) in the BWP of cows. Table 4a lists, LSM and their SE of BWP of cows mated AI to calve at 506 ± 13 kg at 5 years old. The largest effects on BWP occurred in 2, 3, and 5 weeks. The lowest BWP values were observed at the end of 1 and 4 weeks. Non significant effects were not included.

Differences of LSM of BWP of cows are shown in Table 4b. The differences between each specific pair of means that showed significant variation ($P =.0035$, $P=.0078$, and $P=.0059$) corresponded to comparisons among weeks (W1 vs W2, W1 vs W3, and W1 vs W5), respectively. The treatment x week interaction were significant ($P=.0365$, $P=.0356$, $P=.0049$ and $P=.0022$) corresponded to: NSW1 vs NSW2, PSW1 vs PSW2, PSW1 vs PSW3, and PSW1 vs PSW5, respectively. The mean comparisons non significant were not included.

The energy value of principal plants constitutes of quality was enough to not maintain early pregnant cows, CP less than 8.0%, DE 0.3 for most forages and mixtures of forages and cereal grains the ratio ME:DE is around (0.8), NDF exceed 65%, (Bonin and Tracy 2011; NRC, 2008). Pregnant beef cows grazing winter forage may lose up to $0.5 \text{ kg BW}\cdot\text{d}^{-1}$ (Miner et al., 1990), due to paddocks is a diverse population of plants and seasonal change occur in botanical composition of diet selected by grazing animals (McCollum et al., 1985; Funk et al., 1987). The

inclusion of plants in ruminant diets with secondary metabolites, as AM (Cheeke, 2005), may alter ruminal fermentation patterns with effects observed on DM, and protein digestion (Wallace, 1994; Church 1988). Efficiency of animal production usually is limited by energy intake and efficiency of energy utilization, not protein supply (Owens and Zinn, 1988).

4.4 Birth weight, weaning weight, and slaughter weight

Table 5 shows LSM analyses for BW due to treatments and sex of calves. As shown the mean values (33.86 and 37.72; 36.81 and 36.59) corresponded to BW females and male calves of NS and PS cows. Table 5 also shows that male calves of non supplemented cows weighted (11%) more than female calves; nevertheless BW of male calves of supplemented cows result a quite lower (0.62%) compared to BW of female calves.

Gregory et al. (1993) in a least squares analyses of females that produced calves as two-yr-old (2942 females by 438 sires), showed that for calf weight male was (7.66%) heavier than females (39.6 vs 36.7 kg), respectively. These results in agreement to findings of Miner et al. (1990). The authors reported that cows grazing winter range forage did not affect BW when cows grazing winter forage and were soybean supplemented without or with ruminal escape protein. Sims and Bailey (1995) calves from Angus-Hereford AH dams were heavier at birth than calves from Braman-Hereford BH F1 cows grazing native rangeland NR or native rangeland complementary forage NRCF in both forage systems with BW values 40 and 37 kg, respectively.

Table 5a shown that BW effect in WW was detected significant ($P=.0019$). Estimates of genetic and phenotypic correlations (0.50 and 0.40), respectively between BW and WW have been summarized by Koots et al. (1994). These values represent the weighted mean of available literature estimates. Ferrel (1993) reported that BW lower than optimum are associated with reduced energy

reserves, lowered thermoregulatory capability, and increased calf deaths at or near birth. Low BW is also related to low rates of growth after birth and decreased mature size. Conversely, BW greater than optimum are associated with greater calving difficulty, calf losses at birth and increased difficulties with rebreeding the cow.

Estimates of variance components due to effects of WW, treatments, sex and treatment by sex interaction in slaughter weight (SW) are shown in Table 5b. The WW of the progeny of cows influenced ($P=.0001$) the SW; Table 5 also shows that none of treatments, sex, or treatment by sex interaction effects were significant in SW of steers.

The average WW to 190d age, were 200 ± 7 kg, and 198 ± 8 kg by PS female and male, while in NS, averages were 201 ± 7 kg, and 226 ± 16 kg female and male calves, respectively Table 6. Schauer et al. (2004) concluded that mid-June to mid-September supplementation increased weight gain in steers fed native mixed-grass prairie. However, supplementation did not consistently improve performance after September 15. Regardless of supplementation, grazing steers from late September through October may result in lower weight or weight loss. Our results with tourist Angus cows, of WW to 190d were lightly higher to calves from tourist cows (188 ± 11 kg), and also lower than native (218 ± 8 kg) cows to 205d (Bailey et al., 2010), where perennial grasses were of low quality during winter in Chihuahua Desert rangelands (Bailey et al. 2010).

The WW of calves were lighter than WW (269 ± 0.64) by Stamm et al. (2008). In the study of Sims and Bailey (1995) calves in the NRCF system were heavier than NR calves at weaning (343 vs 256 kg), respectively. When calves from both systems were evaluated at 200d of age, NR calves were heavier than NRCF calves.

CONCLUSION

In conclusion these study constitute a knowledge which may be useful in the planning and management of nutrition of cow during fall-winter season to accomplish defined objective in specific situations. Not only the quantity but also quality of biomass standing crop residual was not enough to support energy requirements for pregnant cows during the fall. The limited information about the biomass residual and nutritional content in shortgrass, suggest to continue this type of experiments.

Acknowledgements

The first author is grateful to Clayton Livestock Research Center from NMSU, to the ICA-UABC, and also to CONACYT, for their support during his doctorate studies.

REFERENCES

- Bailey, D. W., M. G. Thomas, J. W. Walker, B. K. Witmore, and D. Tolleson. 2010. Effect of previous experience on grazing patterns and diet selection of Brangus cows in the Chihuahua Desert. *Rangeland Ecology & Management*. 63(2)223 – 232.
- Bonin, C. L., and Tracy, B. F. 2011. Forage yield, nutritive value, and elemental composition of ten native prairie plant species. Online. *Forage and Grazinglands* doi:10.10941/FG-2011-1103-01-RS.
- Church, D. C. 1988. *The Ruminant Animal: Digestive Physiology and Nutrition*. 1st Ed. Printance Hall, Englewood Cliffs, NJ. 564 p.
- Cheeke, R. P. 2005. *Applied Animal Nutrition. Feeds and Feeding*. Third Edition Pearson- Prentice Hall. New Jersey, USA. 604 p.
- Ferrel, C. 1993. Factors influencing fetal growth and birth weight in cattle beef research progress. Report No 4 Roman L. Hruska U.S. Meat Animal Research Center in cooperation with Unikversity of Nebraska College of Agriculture, Agriculture Experimental Station.
- Funk, M. A., M. L. Galyean, M. E. Branine, and L. J. Krysl. 1987. Steer grazing blue grama rangeland throughout growing season. I. Dietary composition intake, digest kinetics and ruminal fermentation. *J. Anim Sci*. 65:1342-1353.
- Gregory, K.E., L. V. Cundiff and R. M. Koch. 1993. Estimates of genetic and phenotypic parameters of pelvic measures, weight, height, calf birth weight, and dystocia in beef cattle. Beef Research Progres report No. 4 Roman L. Hruska U.S. M.A.R.C.
- Holechek, J. L., R. D. Piper, and C. K. Herbel. 2004. Range animal nutrition. In: *Range Management. Principles and Practices*. 5th ed. Pearson- Prentice Hall, pp. 325-362. New Jersey, USA.

- Islas, R. R., S. L. Lodge-Ivey, J. Brown-Silva, R. Creamer, and R. A. Khatib. 2008. Evaluation of in vitro degradation of plant cell walls with ruminal microbes.
- Koots, K. R., Gibson, C. Smith and J. W. Witon. 1994. Analyses of published genetic parameter estimates for beef traits. 1. Heritability. Anim. Br Abstr. 62:5.
- Koster H. H., R. C. Chocran, E. C. Titgemeyer, E. S. Vanzant, I. Abdelgadir, and G. St-Jean. 1996. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tall-grass prairie forage by beef cows. J. Anim. Sci. 74:2473-2482.
- Mathis, C. P., R. C. Cochran, J. S. Heldt, B. C. Woods, I. E. O. Abdelgadir, K. C. Olsen, E. C. Titgemeyer, and E. S. Vanzant. 2000. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium- to low- quality forages. J. Anim. Sci. 78:224-232.
- McCollum, F. T., M. L. Galyean, L. K. Krysl and J. D. Wallace. 1985. Cattle grazing blue grama rangeland. I. Seasonal diets and rumen fermentation. J. Range Manage. 38:539
- McCollum, F. T., III, and G. W. Horn. 1990. Protein supplementation of grazing livestock: A review. Prof. Anim. Sci. 6:1-16.
- Meissner H. H., and D. V. Paulsmeier. 1995. Plant compositional constituents affecting between plant and animal species prediction of forage intake. J. Anim. Sci. 73:2447-2457.
- Miner, J. L., M. K Petersen, K. M. Havstad, M. J. McInerney and R. A. Bellows. 1990. The effects of ruminal escape protein or fat on nutritional status of pregnant winter-grazing beef cows. J. Anim. Sci. 68:1743-1750.
- NRC, 2008. Nutrient Requirement of Beef Cattle. 7th ed. National Research Council, National Academic Press. Washington, DC, USA, pp 54-74.

- Owens, F. N., and R. Zinn. 1988. Protein metabolism of ruminant animals. In Church D.C. Ed: Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ USA.
- Parmenter, R. R. 2008. Long-term effects of a summer fire on desert grassland plant demographpics in New Mexico. *Rangeland Ecology & Management* 61(2) 165-168.
- Patterson, H. P., T. J. Klopfenstein, D. C. Adams, and J. A. Musgrave. 2003. Supplementation to meet metabolizable protein requirements of primiparus beef heifers: I. Performance, forage Intake, and nutrient balance. *J. Anim. Sci.* 81:800-811.
- SAS Institute Inc. 2006. Ver. 9.1.3. Cary, NC, USA: SAS Institute, Inc.
- Schauer, C. S., G. P. Lardy, W. D. Slinger, M. L. Bauer, and K. K. Sedivec. 2004. Self-limiting supplements fed to cattle grazing native mixed-grass prairie in the northern Great Plains. *J. Anim. Sci.* 82:298-306.
- Sims P. L., and D. W. Bailey. 1995. Calf production by Angus-Hereford and Brahman-Hereford cows on two native rangeland forage systems. *J. Anim. Sci.* 73: 2893-2902.
- Stamm, M. M., C. S. Shauer, V. L. Anderson, and B. R. Ilse. 2008. Weaning date impacts on back grounding and finishing performance of May born angus calves. *Proceedings Vol., 59 Western Section American Society of Animal Science.*
- Stoddart, L. A., A. D. Smith, and T. W. Box. 1975. Animal nutrition in relation to range management. In: *Range Management*. W. Willey (Ed.), McGraw-Hill Inc., New York, USA, 532 p.
- Torell, L. A., K. G. McDaniel, and V. Koren. 2011. Estimating yield on blue grama range from seasonal rainfall and soil moisture measurements. *Rangeland Ecology & Management* 64(1) 56-66.
- Wallace, R. J. 1994. Ruminant microbiology, biotechnology and ruminant nutrition: progress and problems. *J. Anim. Sci.* 72:2992-3003.

Table 1. Analyses of variance total biomass (SC) yield during fall (2007) in native shortgrass plants at NM rangelands.

Source	DF	Type I SS	Mean square	F value	Pr > F
Paddock	3	3142.3447	1047.4482	5.73	0.0057
Time	1	281.4302	281.4302	1.54	0.2298
Paddock(sample)	16	4191.6980	261.9811	1.43	0.2252

1a). Herbage (GS) yield in native shortgrass plants rangelands

Paddock	3	99.4580	33.152667	0.63	0.6029
Time	1	229.4410	229.4410	4.38	0.0500
Paddock(sample)	16	1441.1320	90.070750	1.72	0.1294

1b). Herbage (GRASS) yield in native shortgrass plants rangelands

Paddock	3	2449.5070	816.5023	15.05	<.0001
Time	1	5.7760	5.7760	0.11	0.7478
Paddock(sample)	16	598.5640	37.41025	0.69	0.7714

Table 2. Least squares means of herbage standing crop residual during fall (2007) in native short-grass plants at NM rangelands.

CLASS OF PLANTS PADDOCKS	CLASS OF PLANTS				TOTAL
	GRASS	GS	FORB	AM	(SC)
	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$
1	1,088 ± 125 ^b	411.7 ± 123 ^b	151 ± 106 ^a	75 ± 42 ^a	1,725 ± 230 ^c
2	1,007 ± 125 ^b	261.0 ± 123 ^c	245 ± 106 ^a	41 ± 42 ^a	1,554 ± 230 ^c
3	2,049 ± 125 ^a	413.3 ± 123 ^b	332 ± 106 ^a	0.0 ± 0.0 ^a	2,794 ± 230 ^a
4	1,158 ± 125 ^b	496.2 ± 123 ^a	412 ± 106 ^a	54 ± 42 ^a	2,120 ± 230 ^b

a, b, c, Means within columns with different literal are different (P<.05). GRASS= major grasses, GS= *Gutierrezia sarothrae* FORB= forbs, AM= *Astragalus mollissimus*. The value is give in Kg ha⁻¹.

Table 2a. Least squares means of total weights of standing crop by class plants of dormant native short-grass grazed cows at NM rangelands.

STANDING CROP	CLASSES OF PLANTS				TOTAL
	GRASS	GS	FORB	AM	WEIGHT
	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$	$\bar{x} \pm S.D$
BEFORE	1,346 ± 89 ^a	524 ± 87 ^a	261 ± 75 ^b	58 ± 30 ^a	2,192 ± 163 ^a
LATER	1,305 ± 89 ^b	267 ± 87 ^b	307 ± 75 ^a	27 ± 30 ^a	1,906 ± 163 ^b

^a, ^b, Means within columns with different literal are different (P<.05) GRASS= major grasses, GS= *Gutierrezia sarothrae* FORB= forbs, AM= *Astragalus mollissimus*. The value of standing crop is give in Kg ha⁻¹.

Table 3. Chemical composition and nutrients concentration mean values and their standard deviations (SD) in four plant species of dormant shortgrass at New Mexico rangelands.

CLASS OF PLANTS	BG	PS	CA	AM
Component chemicals	-----	$\bar{x} \pm S.D$	-----	
DM	94.19 ± 0.24 ^a	94.05 ± 0.39 ^a	91.21 ± 0.49 ^b	91.75 ± 0.34 ^b
PC	4.99 ± 0.60 ^b	4.62 ± 0.98 ^b	6.22 ± 1.24 ^b	13.94 ± 0.86 ^a
ADF	42.74 ± 0.53 ^b	48.80 ± 0.86 ^a	42.66 ± 1.09 ^b	39.69 ± 0.76 ^c
NDF	69.84 ± 0.52 ^b	72.59 ± 0.85 ^a	52.41 ± 1.08 ^c	53.87 ± 0.74 ^c
NE _m	0.354 ± 0.011 ^b	0.216 ± 0.019 ^c	0.352 ± 0.024 ^b	0.421 ± 0.016 ^a
NE _i	0.444 ± 0.008 ^b	0.351 ± 0.013 ^c	0.445 ± 0.016 ^b	0.489 ± 0.011 ^a
NE _g	0.108 ± 0.010 ^b	0.012 ± 0.017 ^c	0.110 ± 0.022 ^b	0.173 ± 0.015 ^a
TDN	42.33 ± 1.73 ^b	36.66 ± 2.81 ^b	44.95 ± 3.55 ^{ab}	48.96 ± 2.46 ^a
DE	0.898 ± 0.014 ^b	0.641 ± 0.023 ^c	0.900 ± 0.029 ^b	0.981 ± 0.020 ^a
ME	0.736 ± 0.012 ^b	0.697 ± 0.019 ^b	0.740 ± 0.024 ^b	0.804 ± 0.017 ^a

a,b,c., Means within rows with different literal are different (P<.05).
 BG= *Bouteloua gracilis*; PS= *Pascopyrum smithii*; AM= *Astragalus mollissimus*, and CA= *Cirsum arvense*.

The values are give in the proper analytical means

Table 4. Analysis of variance of fixed effects of treatments, weeks, and treatment by week effects in weight prior to parturition (BWP) of cows

Effect	Num DF	Den DF	F value	Pr > F
Treatment	1	18	0.09	0.7680
Weeks	4	70	3.49	0.0118
Treat*weeks	4	70	1.02	0.4024

4a). Least squares means in kg and their standard errors in weight prior to parturition (BWP) of cows during a 5 weeks period

Effect	Treat	Week	Estimate	Standard error	DF	T value	Pr>t
Treat	NS		504.10	13.2927	18	37.92	<.0001
Treat	PS		509.73	13.2846	18	38.37	<.0001
Week		1	498.65	9.7561	70	51.11	<.0001
Week		2	511.24	9.7561	70	52.40	<.0001
Week		3	510.07	9.7561	70	52.28	<.0001
Week		4	503.71	9.7561	70	51.63	<.0001
Week		5	510.92	9.825	70	52.0	<.0001
T*W	NS	1	498.95	13.7973	70	36.16	<.0001
T*W	NS	2	511.50	13.7973	70	37.07	<.0001
T*W	NS	3	504.67	13.7973	70	36.58	<.0001
T*W	NS	4	500.62	13.7973	70	36.28	<.0001
T*W	NS	5	504.78	13.9915	70	36.08	<.0001
T*W	PS	1	498.35	13.7973	70	36.12	<.0001
T*W	PS	2	510.98	13.7973	70	37.03	<.0001
T*W	PS	3	515.47	13.7973	70	37.36	<.0001
T*W	PS	4	506.80	13.7973	70	36.73	<.0001
T*W	PS	5	517.06	13.7973	70	37.48	<.0001

T*W = treatment * week; NS= non supplemented; PS = protein supplemented

Table 4.b. Differences of least squares means among specific comparison in weight prior to parturition (BWP) of cows at the end of each week.

Effect	Treat	Week	Treat	Week	Estimate	Error standard	DF	t value	Pr > t
Treat	NS		PS		-5.6287	18.793	18	-0.30	0.7680
Week		1		2	-12.5905	4.166	70	-3.02	0.0035
Week	1			3	11.4185	4.166	70	-2.74	0.0078
Week	1			5	-12.2707	4.3249	70	-2.84	0.0059
T*W	NS	1	NS	2	-12.559	5.8915	70	-2.13	0.0365
T*W	PS	1	PS	2	-12.6220	5.8915	70	-2.14	0.0356
T*W	PS	1	PS	3	-17.117	5.8915	70	-2.91	0.0049
T*W	PS	1	PS	5	-18.706	5.8915	70	-3.18	0.0022

Table 5. Least squares means of birth weight of calves (male and female) due to effects of supplemented and nonsupplemented cows.

Treatment	Sex	LSMEAN (BW)	Error standard	Pr > t	Num
					LSMEAN
NS	Female	33.863636	1.515625	<.0001	1
NS	Male	37.727272	3.712507	<.0001	2
PS	Female	36.818181	1.660284	<.0001	3
PS	Male	36.590909	1.856254	<.0001	4

5.a Least squares means

Source	DF	Type I SS	Square means	F. value	Pr > F
Birth weight	1	4348.612770	4348.612770	16.56	0.0019
Treatment	1	164.099740	164.099740	0.63	0.4459
Sex	1	80.280888	80.280888	0.31	0.5913
Treat*sex	1	424.545038	424.545038	1.62	0.2297

5b). Slaughter weight

Source	DF	Type I SS	Mean square	F value	Pr > F
WW	1	10483.59361	10483.59361	93.73	<.0001
Treatment	1	101.42957	101.42957	0.91	0.3614
Sex	1	188.26912	188.26912	1.68	0.2210
Treat*sex	1	20.19960	20.19960	0.18	0.6791

Table 6. Least squares means of birth, weaning, and slaughter weights calves of cows not and protein supplemental of dormant shortgrass at NM rangelands.

Calves	T R E A T M E N T S				P Value		
	PS		NS		Treats.	Sexs	Treat*Sex
	Female	Male	Female	Male			
Birthday	36.8±1.6	36.6±1.8	33.8±1.5	37.7 ± 3.7	0.70	0.45	0.40
Weaning	200.1±7.3	198.1±8.1	201.3±7.0	226.3±16.4	0.18	0.29	0.22
Slaughter	361.9±4.7	355.5±5.2	356.0±4.4	343.3±11.5	0.21	0.21	0.67