

Caracterización del uso directo del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) por bovinos*

Characterization of the direct use of stover maize (*Zea mays* L.) for bovine

Isaí Arellano Vicente¹, René Pinto Ruíz^{1§}, Francisco Guevara Hernández¹, Luis Reyes Muro², David Hernández Sánchez³ y Alejandro Ley de Coss⁴

¹Universidad Autónoma de Chiapas- Facultad de Ciencias Agronómicas. Carretera Ocozocoautla-Villaflores, km 80. Villaflores, Chiapas. Tel: 965 655-3272. (fragueher@prodigy.net.mx). ²Campo Experimental Pabellón, Aguascalientes-INIFAP. Carretera Aguascalientes-Zacatecas, km 32.5. A. P. 20. Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, México. C. P. 20660. Tel: 01 465 958 01 86. (reyes.luis@inifap.gob.mx). ³Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. Carretera México- Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. C. P. 56230. Tel: 01 595 9520200. Ext. 1262. (sanchezd@colpos.mx). ⁴Universidad Autónoma de Chiapas- Facultad de Ciencias Agrícolas. Entronque carretera costera y Estación Huehuetán. C. P. 30660. Tel: 964 6270439. Huehuetán, Chiapas, México. (aleyccoss@gmail.com). [§]Autor para correspondencia: pinto_ruiz@yahoo.com.mx.

Resumen

La producción de maíz en la Frailesca, Chiapas está estrechamente relacionada con la ganadería a través de la práctica conocida localmente como rastrojeo, por lo que el objetivo de este trabajo realizado en el año 2015, fue caracterizar el uso directo del rastrojo de maíz por bovinos. Se evaluó la disponibilidad de los componentes del rastrojo de maíz, grado de utilización, carga animal, composición botánica y calidad de la dieta seleccionada y conducta animal. El diseño experimental fue completamente al azar y la comparación de medias se realizó a través de la prueba de Tukey. Se encontraron 14 componentes diferentes del rastrojeo. Los componentes de maíz en la dieta seleccionada fueron mayores ($p < 0.05$) al final del rastrojeo, mientras que la participación de arvenses y pasto estrella africana fueron mayores ($p < 0.05$) al inicio. Se observó un aumento en los valores de proteína en la dieta al final del rastrojeo, lo cual podría estar relacionada con un mayor aporte proporcional de los componentes del maíz a la dieta (62.35%) en relación al aporte de arvenses y gramíneas (37%). Se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los tiempos evaluados en las actividades de rastrojeo (pastoreo), búsqueda de

Abstract

The maize production in the Frailesca, Chiapas is closely related to livestock through the practice known locally as “rastrojeo”, so the aim of this work in 2015 was to characterize the direct use of corn stover for cattle. The availability of components corn stover, utilization, stocking, botanical composition and quality of the selected animal behavior and diet was evaluated. The experimental design was completely random and mean comparison was performed using the Tukey test. The 14 different components rastrojeo was found. Corn components in the selected diet were higher ($p < 0.05$) at the end of rastrojeo, while the share of African star grass and weeds were higher ($p < 0.05$) at the start. An increase in protein levels in the diet at the end of rastrojeo was observed, which could be related to a greater proportional contribution of the components of corn to the diet (62.35%) compared to the contribution of weeds and grasses (37%). The statistical differences ($p < 0.05$) between times evaluated rastrojeo activities (grazing), foraging and walking, which is related to the adjustment made by the animals in their grazing strategy found. The high diversity of plant components

* Recibido: abril de 2016
Aceptado: junio de 2016

alimento y caminado, lo cual está relacionado con la adaptación que realizan los animales en su estrategia de pastoreo. La alta diversidad de componentes vegetales presentes en el rastrojo, le confiere importancia en términos de mejoras en la calidad de la dieta del animal, producto de una mayor posibilidad de selección de la misma.

Palabras claves: disponibilidad, calidad de la dieta, composición de la dieta, conducta animal.

Introducción

Chiapas ocupa el quinto lugar a nivel nacional en la producción de maíz con 1.7 millones de toneladas y posee un inventario de 2 491 226 cabezas de ganado bovino (SIAP, 2012). Por su parte, la región Frailesca al sur suroeste del estado, conocida también como el “granero de Chiapas” es la mayor productora a nivel estatal de maíz con 53 238 hectáreas cultivadas (SIAP, 2012); además de poseer una población de 229 003 cabezas de ganado bovino (INEGI, 2012). Por lo anterior, ambas actividades se consideran de gran importancia para la región y el Estado, las cuales, a la vez, se relacionan estrechamente mediante el uso directo del rastrojo como fuente importante de alimento para el ganado, especialmente en el periodo de sequía.

La abundancia del rastrojo, subproducto de la cosecha del maíz, coincide con el inicio, propiamente, de la época crítica para la ganadería regional, precisamente cuando hay carencia de pasturas por falta de lluvia y explica porqué, en la zona, se utiliza ampliamente en la alimentación bovina. Es claro que su uso no puede ser diferido, ya sea por los resultados percibidos por los productores en la producción animal, por la necesidad imperante en la época o bien por la costumbre de la actividad.

Guevara *et al.* (2014) reportan que 53% de productores de la región utilizan el rastrojo de maíz para alimentar a su ganado, actividad conocida localmente como “rastrojeo”, 27% lo usa para abonos de cobertera dejándolo sobre el suelo y 20% lo queman. Lo anterior, indica la importancia de esta actividad y lo interesante que es realizar estudios que puedan apoyar al desarrollo de una estrategia de uso racional del recurso.

Aunque se han realizado investigaciones cuyo objetivo ha sido mejorar la calidad nutritiva del rastrojo de maíz, (Fuentes *et al.*, 2001; Yesca *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2012),

in stover, gives importance in terms of improvements in the quality of the animal's diet, product selection is a greater chance of it.

Keywords: availability, animal behavior, diet quality, diet composition.

Introduction

Chiapas ranks fifth nationally in corn production with 1.7 million tons and has an inventory of 2 491 226 head of cattle (SIAP, 2012). Meanwhile, the region Frailesca south southwest of the state, also known as the "breadbasket of Chiapas" is the largest producer of corn statewide with 53 238 cultivated hectares (SIAP, 2012); besides having a population of 229 003 head of cattle (INEGI, 2012). Therefore, both activities are considered of great importance for the region and the state, which, in turn, are closely through the direct use of crop residues as an important source of food for livestock, especially in the drought period.

The abundance of stubble, a byproduct of the corn harvest coincides with the start, properly, the critical time for the regional livestock, just as there is a shortage of pasture due to lack of rain and explains why, in the area, is widely used in cattle feeding. It is clear that their use cannot be delayed, either by the results received by producers in animal production, the prevailing need at the time or by the custom of the activity.

Guevara *et al.* (2014) report that 53% of producers in the region use corn stover to feed their livestock, an activity known locally as "rastrojeo", 27% use it for top dressing fertilizers leaving him on the floor and 20% burn it. This indicates the importance of this activity and how interesting it is to conduct studies that can support the development of a strategy for the rational use of resources.

Although research has been conducted whose aim has been to improve the nutritional quality of corn stover (Fuentes *et al.*, 2001; Yesca *et al.*, 2004; Sánchez *et al.*, 2012), there are no data to indicate how cattle make use of these products through direct grazing, so in order to develop strategies more correct use, is necessary to obtain data that will contribute to propose best management practices stubble and animals. Therefore, the objective of this study was to characterize the direct use of corn stover for cattle to generate a strategic proposal to improve its use.

se carece de datos que indiquen cómo los bovinos hacen uso de estos subproductos a través del pastoreo directo, por lo que, para poder desarrollar estrategias de uso más correctas, es necesario obtener datos que contribuyan a proponer mejores prácticas de manejo del rastrojo y de los animales. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar el uso directo del rastrojo de maíz por los bovinos para generar una propuesta estratégica para mejorar su uso.

Materiales y métodos

Características del área de estudio

El presente estudio se realizó durante los meses de enero a febrero del año 2015 en el municipio de Villaflores, región Frailesca, perteneciente al estado de Chiapas, situada entre los 16° 13' 15" latitud norte y 93° 16' 07" longitud oeste, a una altitud de 610 msnm. El clima es cálido subhúmedo, la temperatura media anual es de 24.3 °C y la precipitación media anual de 1 209 mm, que ocurre principalmente en verano (García, 1989).

Características de la parcela y animales utilizados

La parcela experimental utilizada fue sembrada con el híbrido de maíz P3966W, el más usado en la región (Guevara *et al.*, 2014), con una densidad de población de 60 mil plantas ha⁻¹. Se utilizaron 12 bovinos en crecimiento con encaste cebú-suizo, típico de la región, con un peso promedio de 235 ± 12.3 kg y una edad aproximada de dos años. La duración del periodo experimental (período de rastrojo animal) fue de 30 días, divididos en distintos períodos de evaluación según la variable evaluada.

Variables evaluadas

Disponibilidad, composición botánica, grado de utilización y carga animal del rastrojo de maíz

Con la finalidad de conocer la disponibilidad de materia seca de cada uno de los componentes del rastrojo de maíz, se tomaron veinte muestras al azar en la parcela, utilizando un marco de un metro cuadrado (Rojas *et al.*, 1991), cosechando el material incluido dentro de este. El material se separó por componentes (tallo, brácteas, vaina, panícula, raquis, grano y hoja de maíz, además de las arvenses y gramíneas presentes), la disponibilidad de cada componente del rastrojo

Materials and methods

Characteristics of the study area

This study was conducted during the months of January to February 2015 in the municipality of Villaflores, region Frailesca, belonging to the state of Chiapas, located between 16° 13' 15" north latitude and 93° 16' 07" west longitude at an altitude of 610 msnm. The climate is warm humid, the average annual temperature is 24.3 °C and annual rainfall of mm 1 209, which occurs mainly in summer (García, 1989).

Characteristics of plot and animals used

The used experimental plot was planted with hybrid corn P3966W, the most widely used in the region (Guevara *et al.*, 2014), with a population density of 60 000 plants ha⁻¹. The 12 cattle were used in growth zebu-swiss mating typical of the region, with an average weight of 235 ± 12.3 kg and an approximate age of two years. The duration of the experimental period (period rastrojo animal) was 30 days, divided into different periods of evaluation according to the evaluated variable.

Variables evaluated

Availability, botanical composition, degree of utilization and stocking of corn stover

In order to know the availability of dry matter of each of the components of corn stover, twenty samples were randomly taken in the plot, using a framework of one square meter (Rojas *et al.*, 1991), harvesting material included within this. The material was removed by components (stem, bracts, sheath, panicle, rachis, grain and corn leaf, plus weeds and grasses present), the availability of each component stubble expressed in kilograms per hectare on a dry basis. This variable was evaluated before, middle and end of the experimental period. Each of weeds and grasses was identified botanically. The degree of utilization is obtained from the difference in the availability of each of the components of corn stover two different times rastrojo (before and end) between the initial time (before) while stocking supporting corn stover at different times rastrojo was estimated considering the amount of stover available, the daily requirement of dry matter of animals and the degree of utilization of crop residues (Hodgson *et al.*, 1981).

se expresó en kilogramos por hectárea en base seca. Esta variable fue evaluada antes, a la mitad y al final del período experimental. Cada una de las arvenses y gramíneas fue identificada botánicamente. El grado de utilización se obtuvo a partir de la diferencia de la disponibilidad de cada uno de los componentes del rastrojo de maíz de dos tiempos diferentes de rastrojeo (antes y final), entre el tiempo inicial (antes) mientras que la carga animal que soporta el rastrojo de maíz en los diferentes tiempos de rastrojeo fue estimada considerando la cantidad de rastrojo disponible, el requerimiento diario de materia seca de los animales y el grado de utilización del rastrojo (Hodgson *et al.*, 1981).

Composición botánica y calidad de la dieta seleccionada de bovinos utilizando el rastrojo de maíz

Para determinar la composición botánica (porcentaje de componentes presentes) de la dieta seleccionada por el animal, se utilizó la técnica microhistológica (González y Améndola, 2010), para lo cual se realizó un montaje de laminillas de referencia (patrones). Para ello, se realizó simulación de pastoreo (Bonnet *et al.*, 2011) con la finalidad de obtener muestras representativas de los componentes del rastrojo de maíz seleccionados y consumidos por el animal. Estas muestras se procesaron para determinar los patrones de tejido de cada una de ellas. Así también, se montaron laminillas temporales (correspondientes a muestras de estiércol); en éstas se identificaron estructuras anatómicas de las especies vegetales tales como: tricomas, forma y tamaño de los estomas, el arreglo, tamaño y forma de la pared celular, cuerpos de sílice, micro y macro vellosidades, papilas, etc.

Una vez preparadas las laminillas, se llevaron a cabo lecturas al microscopio cotejando las muestras temporales con las laminillas de referencia. Posteriormente, fue necesario transformar los registros de densidad relativa, mediante la siguiente fórmula: $F = 1 - e^{-x}$. Donde: F= frecuencia; e= base de logaritmo natural; x= densidad media. La composición botánica de la dieta seleccionada se realizó a los cinco días, a la mitad y al final del período experimental, utilizando para ello, el muestreo directo de heces en cinco animales.

A partir de los datos de composición botánica de la dieta seleccionada, se prepararon cinco muestras compuestas en cada uno de los tres tiempos evaluados, a las cuales se les determinó por triplicado su calidad en términos de contenido de proteína cruda (PC), materia seca (MS), materia orgánica (M.O) y cenizas (Ce) de acuerdo con los procedimientos

Botanical composition and quality of the diet of cattle selected using corn stover

To determine the botanical composition (percentage of components present) diet selected by the animal, the microhistological technique was used (González and Améndola, 2010), for which a mounting reference lamella (patterns) was performed. To do this, grazing simulation was performed (Bonnet *et al.*, 2011) in order to obtain representative samples of selected components of corn stover and consumed by the animal. These samples were processed to determine tissue patterns each. Also, temporary lamellae were mounted (corresponding to manure samples); in these anatomical structures such as plant species they were identified: trichomes, shape and size of the stomata, the arrangement, size and shape of the cell wall, silica bodies, micro and macro villi, papillae, etc.

Once the flakes prepared, readings were conducted microscopically comparing time samples with reference lamellae. Subsequently, it was necessary to transform the records relative density, by the following formula: $F = 1 - e^{-x}$. Where: F= frequency; e= natural logarithm base; x= average density. The botanical composition of the diet selected was performed five days, middle and end of the experimental period, using the direct sampling of faeces in five animals.

From the data of the selected botanical composition diet, five composite samples each of the three times tested were prepared, to which were determined in triplicate quality in terms of crude protein content (PC), dry matter (MS), organic matter (MO) and ash (Ce) in accordance with the procedures recommended by AOAC. (1990) and fractions of neutral detergent fiber (FDN) and acid detergent fiber (FDA), according to the technique Van Soest *et al.* (1991).

Bovine animal behavior using corn stover

For animal behavior, observations were made for a period of 12 h annotating, every 10 min, the activity at the time realized the animal (consumption of any component stubble, walking, ruminating, resting, excreting feces-urine and drinking water) (Arnold and Dudzinski, 1988). It was assumed that the activity continued uninterruptedly making over the next 10 min. The observations were made in six animals after eight days and end of the experimental period.

recomendados por AOAC. (1990) y las fracciones de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA), según la técnica de Van Soest *et al.* (1991).

Conducta animal de los bovinos utilizando el rastrojo de maíz

Para conocer el comportamiento animal, se realizaron observaciones por un periodo de 12 h realizando anotaciones, cada 10 min, de la actividad que en ese momento realizaba el animal (consumo de algún componente del rastrojo, caminando, rumiando, descansando, excretando heces-orina y tomando agua) (Arnold y Dudzinski, 1988). Se asumió que la actividad se continuaba realizando interrumpidamente durante los próximos 10 min. Las observaciones fueron realizadas en seis animales a los ocho días y al final del período experimental.

Diseño experimental y análisis de datos

Los datos se analizaron mediante un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos (tiempos de rastrojeo), 20 repeticiones para las variables de disponibilidad, cinco repeticiones para los datos de composición y calidad de la dieta seleccionada. Para el caso de conducta animal se utilizó el mismo diseño con dos tratamientos (tiempos) y seis repeticiones por tratamiento (animales). La comparación de medias, para todos los casos, se realizó mediante el procedimiento de Tukey ($p < 0.05$). Todos los análisis se realizaron mediante PROC GLM de SAS (SAS, 1988).

Resultados y discusión

En el Cuadro 1 se observa la presencia de 14 componentes diferentes en el rastrojo de maíz, abarcando tanto estructuras de la planta de maíz como arvenses y gramíneas, todas ellas disponibles para el consumo de los bovinos. La alta diversidad de componentes vegetales presentes en el rastrojo, le confiere importancia en términos de mejoras en la calidad de la dieta del animal (Cuadro 5), producto de una mayor posibilidad de selección de su dieta (Cuadro 4).

Los componentes brácteas, hoja de tallo de maíz, hoja de maíz, balsamito y flor amarilla presentaron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en los distintos tiempos de rastrojeo animal. Para el caso de las arvenses, su disponibilidad estuvo relacionada con la preferencia animal (Cuadro 4), pues

Experimental design and data analysis

The data were analyzed using a completely randomized experimental design with three treatments (rastrojeo times), 20 repetitions for availability variables, five replicates data for composition and quality of the selected diet. In the case of animal behavior we were used the same design with two treatments (times) and six replicates per treatment (animals). Comparing means, for all cases, the procedure was performed by Tukey ($p < 0.05$). All analyzes were performed using PROC GLM of SAS (SAS, 1988).

Results and discussion

In the Table 1 shows the presence of 14 different components in corn stover, covering both structures of the corn plant as weeds and grasses is observed, all available for consumption by cattle. The high diversity of plant components in stover, gives importance in terms of improvements in the quality of the animal's diet (Table 5), the product of a greater chance of selection of your diet (Table 4).

The components bracts, leaf stalk of corn, corn leaf, balsamite and yellow flower statistically different ($p < 0.05$) in different time's rastrojeo animal. In the case of weeds, their availability was related to animal preference (Table 4) because of rastrojeo as time progressed, their availability and presence in the selected by the animal diet decreased ($p < 0.05$); however, in the case of the components of corn, the opposite happened.

In Table 2, the degree of utilization of corn stover, identified as the consume stubble by the animals at different periods throughout the experimental time expressed by weight of dry matter, according shown with the amount of that weight, the degree of use of stover in terms of percentage (Huss, 1972) is expressed. The bracts components, grain corn and thatching grass are those with the highest percentage of use, which may indicate your preference by animals.

Whereas the average degree of stubble by the animal throughout the evaluation period was 60.36% utilization (Table 2) it is considered that 40% of the biomass remains in the soil for conservation purposes. In this regard, proper use of crop residues is essential for the appropriate use practices could maintain coverage and therefore soil conservation,

conforme el tiempo de rastrojo avanzó, su disponibilidad y presencia en la dieta seleccionada por el animal disminuyó ($p < 0.05$); sin embargo, para el caso de los componentes del maíz, sucedió lo contrario.

knowing that only by covering 30% of the soil surface erosion is counteracted (Guevara *et al.*, 2014); however, it is necessary to note that the highest daily production of meat or milk per animal, are obtained when there is a use of light

Cuadro 1. Disponibilidad (kg MS ha⁻¹) de los componentes del rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) en diferentes tiempos de uso directo por bovinos en la Frailesca, Chiapas.

Table 1. Availability (kg MS ha⁻¹) of the components of corn stover (*Zea mays* L.) at different times of direct use by cattle in the Frailesca, Chiapas.

Componentes	Antes del rastrojeo	Mitad del rastrojeo	Final del rastrojeo
Jolochi (brácteas)	1502 ^a (±582.94)	668 ^b (±373.18)	56 ^b (±32.09)
Tallo de maíz	2010 ^a (±371.48)	1876 ^a (±573.48)	1484 ^a (±624.64)
Hoja de tallo de maíz (vainas)	1114 ^a (±175.01)	948 ^{ab} (±317.99)	668 ^b (±151.55)
Flor de maíz (panícula)	29.9 ^a (±5.06)	18 ^a (±9.96)	8.9 ^a (±1.00)
Olote (raquis)	22.8 ^a (±21.53)	16.6 ^a (±17.08)	7.3 ^a (±9.08)
Grano de maíz	85.1 ^a (±51.33)	22.8 ^a (±21.53)	3.8 ^a (±5.2)
Hoja de maíz	40 ^a (±7.07)	36 ^{ab} (±8.94)	24 ^b (±5.47)
Balsamito (<i>Hyptissua veolens</i>)	512 ^a (±164.52)	260 ^{ab} (±318.98)	124 ^b (±64.26)
Flor amarilla (<i>Melampodium</i> sp.)	476 ^a (±130.49)	416 ^{ab} (±107.37)	294 ^b (±50.29)
Flor amarilla con aguante (<i>Melampodium divaricatum</i>)	570 ^a (±235.26)	532 ^a (±72.59)	484 ^a (±139.74)
Pasto jaragua (<i>Hyparrhenia ruffa</i>)	16.7 ^a (±10.72)	12.1 ^a (±8.57)	8 ^a (±1.6)
Pasto estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>)	74 ^a (±13.2)	41.8 ^a (±8.73)	25.7 ^a (±12.37)
P. cola de conejo (<i>Eragrostis curvula</i>)	103.9 ^a (±16.59)	73.2 ^a (±20.84)	42.7 ^a (±13.79)

a,b: Medias con letras distintas en la misma hilera difieren estadísticamente ($p < 0.05$); valor entre paréntesis: desviación estándar de la media.

En el Cuadro 2, se muestra el grado de utilización del rastrojo de maíz, señalado como el consumo de rastrojo por parte de los animales en diferentes periodos a lo largo del tiempo experimental expresado en peso de materia seca, de acuerdo con la cuantía de dicho peso, se expresa el grado de uso de del rastrojo en términos de porcentaje (Huss, 1972). Los componentes brácteas, grano de maíz y pasto jaragua son los que presentan mayor porcentaje de utilización, lo que podría indicar su preferencia por parte de los animales.

Considerando que el grado de utilización promedio del rastrojo por parte del animal durante toda el período de evaluación fue 60.36% (Cuadro 2) se considera que 40% de la biomasa queda en el suelo para fines de conservación. Al respecto, es esencial la utilización apropiada de los rastrojos, pues las prácticas adecuadas en su uso podrían mantener la cobertura y por tanto la conservación del suelo, sabiendo que solo al cubrir 30% de la superficie del suelo se contrarresta la erosión (Guevara *et al.*, 2014); sin embargo, es necesario tener en cuenta que las más altas producciones diarias de carne o leche por animal, se obtienen cuando existe una utilización de ligera a media (50%) del pastizal,

to medium (50%) of pasture production by hectare is lower with this degree of use, due to lower number of animals present per unit area.

In the Table 3 shows the variation of animal load of a hectare of corn stover throughout the period of use of the esquiline by the animal is presented, it is evident the decrease in stocking over time grazing, as unlike prairies where the stocking can be maintained in areas of no growth beddings this vegetation. In consideration 100% availability of corn stover, at the beginning of grazing support a stocking rate of 604.95 UA ha⁻¹ d⁻¹ to decrease to 291.16 compared to the end of the grazing. With the above values, on average, it can be calculated that corn stover can withstand 313 UA daily or 10.4 UA in a month, which coincides with the number of animals used in the experiment (12 AU).

This proposal could indicate a balance between the amount of stover available and adequate intake of this by livestock; at this point, gains would be achieved, both animal and per area, but the important thing is obtained sustainably without soil degradation by overgrazing and consequences of bare soil (Humphreys, 1980).

la producción por hectárea es menor con este grado de utilización, debido al menor número de animales presentes por unidad de superficie.

In the Table 4 shows the components that formed the diet selected by cattle corn rastrojeando shown. Corn components in the diet were higher ($p < 0.05$) at the end of

Cuadro 2. Grado de utilización de los componentes de un rastrojo de maíz en diferentes tiempos de uso directo por bovinos en la Frailesca, Chiapas (%).

Table 2. Degree of use of the components of a corn stover at different times of direct use in bovines Frailesca, Chiapas (%).

Componentes	0-15 días del rastrojeo	15-30 días del rastrojeo	0-30 días del rastrojeo
Jolochi (brácteas)	55.53	91.62	96.27
Tallo de maíz	6.67	20.9	26.17
Hoja de tallo de maíz (vainas)	14.9	29.54	40.04
Flor de maíz (panícula)	39.73	50.64	70.25
Olote (raquis)	27.3	55.59	67.72
Grano de maíz	73.12	83.27	95.5
Hoja de maíz	10	33.33	40
Balsamito (<i>Hyptissua veolens</i> L.)	49.22	52.31	75.78
Flor amarilla con aguante (<i>Melampodium</i> sp.)	12.61	29.33	38.24
Flor amarilla (<i>Melampodium divaricatum</i>)	6.67	9.02	15.09
Pasto jaragua (<i>Hyparrhenia ruffa</i> (Nees) Stapf)	27.87	100	100
Pasto estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>)	43.42	38.53	65.22
Pasto cola de conejo (<i>Eragrostis curvula</i>)	29.57	41.59	58.86
Mantillo	14.41	48.62	56.02
Promedio			60.36

En el Cuadro 3 se presenta la variación de la carga animal que soporta una hectárea de rastrojo de maíz a lo largo del período de uso de dicho esquilmo por el animal, es evidente la disminución de la carga animal a través del tiempo de pastoreo, pues a diferencia de las praderas, donde la carga animal puede mantenerse, en las áreas de esquilmos no hay crecimiento de la vegetación presente. En consideración 100% de la disponibilidad del rastrojo de maíz, al inicio del pastoreo soporta una carga animal de 604.95 UA ha⁻¹ d⁻¹ hasta disminuir a 291.16 con respecto al final del pastoreo. Con los valores anteriores, en promedio, se puede calcular que el rastrojo de maíz puede soportar 313 UA al día o bien 10.4 UA en un mes, lo que coincide con el número de animales utilizados en el experimento (12 UA).

Esta propuesta podría indicar un equilibrio entre la cantidad de rastrojo disponible y el consumo adecuado de éste por el ganado; en este punto, se lograría ganancias, tanto por animal como por área, pero lo importante es que se obtienen en forma sostenible y sin deterioro del suelo por causa del sobrepastoreo y las consecuencias de suelo descubierto (Humphreys, 1980).

rastrojeo, while the share of weeds and African star grass were higher ($p < 0.05$) at baseline rastrojeo. This could be explained by changes in the behavior of diet selection, by the animal, given the heterogeneous conditions of the pasture, that is, the animals preferred to initially weed and African (65.34%) star grass in your diet, species better nutritional value (Pinto *et al.*, 2004) and end with a similar percentage (62.35%) but corn components. It should be noted that the components of the corn plant were the ones who contributed the highest percentage of the selected diet at all evaluation times, which could be associated with high availability (Table 1).

Cuadro 3. Carga animal (UA ha⁻¹ d⁻¹) del rastrojo de maíz en diferentes tiempos de uso directo por bovinos en la Frailesca, Chiapas.

Table 3. Animal load (UA ha⁻¹ d⁻¹) of corn stover at different times of direct use by cattle in the Frailesca, Chiapas.

Componente	Antes del rastrojeo	Mitad del rastrojeo	Final del rastrojeo
Rastrojo completo	604.95	466.58	291.16

En el Cuadro 4 se muestran los componentes que formaron la dieta seleccionada por los bovinos rastrojeando maíz. Los componentes de maíz en la dieta fueron mayores ($p < 0.05$) al final del rastrojeo, mientras que la participación de arvenses y el pasto estrella africana fueron mayores ($p < 0.05$) al inicio del rastrojeo. Lo anterior podría explicarse por modificaciones en la conducta de selección de la dieta, por parte del animal, ante las condiciones heterogéneas de la pastura. Es decir, los animales prefirieron inicialmente arvenses y pasto estrella africana (65.34%) en su dieta, especies con mejor valor nutritivo (Pinto *et al.*, 2004) y finalizar con un porcentaje similar (62.35%) pero de componentes de maíz. Cabe señalar, que los componentes de la planta de maíz fueron los que aportaron el porcentaje más alto de la dieta seleccionada en todos los tiempos de evaluación, lo cual podría estar asociado a su alta disponibilidad (Cuadro 1).

Weed average values in the diet of animals rastrojeando during the study period (17.12%) are slightly below those reported by Pinto *et al.* (2014) in cattle grazing during the dry season a conventional pasture (19%), indicating the importance of weeds in animal diets, which could help change the perception of producers on the disadvantages of them (Guevara *et al.*, 2014).

The choice of diet is the means by which the grazing animal seeks to meet their nutritional requirements from a heterogeneous pasture as the case of the stubble, and can be considered as a behavioral adaptation to variations in the average nutritional environment. Under natural conditions, these variations resulted from two sources: the diversity of the pasture, which offer a range of nutritional value and growth habits, which affects their preference as fodder, and

Cuadro 4. Composición botánica (%) de la dieta seleccionada por bovinos rastrojeando maíz (*Zea mays* L.) en diferentes tiempos en la Frailesca, Chiapas.

Table 4. Botanical composition (%) of the diet selected by cattle rastrojeando maize (*Zea mays* L.) at different times in the Frailesca, Chiapas.

Componentes	Cinco días del rastrojeo	Mitad del rastrojeo	Final del rastrojeo
Planta de maíz	34.66 ^b (±1.53)	35.62 ^b (±1.74)	62.35 ^a (±2.78)
Balsamito (<i>Hyptissua veolens</i>)	14.84 ^a (±1.73)	8.84 ^{ab} (±5.26)	1.46 ^b (±2.52)
Flor amarilla (<i>Melampodium divaricatum</i>)	13.64 ^a (±2)	12.37 ^a (±1.43)	4.31 ^b (±2.04)
P. Cola de conejo (<i>Eragrostis curvula</i>)	11.54 ^a (±5.2)	14.12 ^a (±4)	6.15 ^a (±2.46)
P. Estrella (<i>Cynodon plectostachyus</i>)	11.22 ^a (±1.93)	9.34 ^a (±2.21)	1.81 ^b (±1.86)
P. Jaragua (<i>Hyparrhenia ruffa</i>)	14.10 ^a (±5)	19.72 ^a (±3.61)	23.91 ^a (±3.65)

a,b= Medias con letras distintas en la misma hilera difieren estadísticamente ($p < 0.05$). Valor entre paréntesis: desviación estándar de la media.

Los valores promedio de arvenses en la dieta de los animales rastrojeando durante el período de estudio (17.12%) se encuentran ligeramente por debajo de los reportados por Pinto *et al.* (2014) en bovinos pastoreando durante la época seca un potrero convencional (19%), lo cual indica la importancia de las arvenses en la dieta animal, lo que podría ayudar a cambiar la percepción de los productores sobre los inconvenientes de las mismas (Guevara *et al.*, 2014).

La selección de la dieta es el medio por el que el animal en pastoreo busca cubrir sus requerimientos nutricionales desde una pastura heterogénea como el caso de los rastrojos, y puede ser considerada como una adaptación del comportamiento frente a variaciones en el medio ambiente nutricional. Bajo condiciones naturales, estas variaciones

the magnitude of defoliation to be imposed, what influences the seasonal pattern of digestibility and accumulation of senescent material pasture (Provenza, 2006).

The important in the selection process of diet on corn stover, lies in the impact it has on the ecological system of the same and that the possibility or not to select affects the total nutrient intake by varying the amount and quality of existing components in that stubble.

The choice between different species or parts of the same plant is determined by the response to chemical stimuli perceived by the senses of smell, taste and touch the animal. The only signals that can activate this system, are molecules which chemically react with nerve receptors, to transmit

responden a dos orígenes: a la diversidad de especies de la pastura, que ofrecen un rango de valores nutritivos y hábitos de crecimiento, lo que afecta su preferencia como forraje, y a la magnitud de la defoliación que se imponga, lo que influye el patrón estacional de digestibilidad y la acumulación de material senescente de la pastura (Provenza, 2006).

Lo importante del proceso de selección de la dieta en un rastrojo de maíz, radica en el impacto que se tiene sobre el sistema ecológico del mismo y en que la posibilidad o no de seleccionar afecta la ingesta total de nutrientes, al variar la cantidad y la calidad de los componentes existentes en dicho rastrojo.

La elección entre distintas especies o partes de una misma planta está determinada por la respuesta a estímulos químicos percibidos por los sentidos del olfato, del gusto y del tacto del animal. Las únicas señales que pueden activar este sistema, son moléculas que reaccionan químicamente con los receptores nerviosos, para transmitir la información al cerebro. El animal, responde integrando estos mensajes con otros como: información del estado nutricional o la presencia de algún disturbio metabólico. Así por ejemplo, el animal hambriento puede responder disminuyendo su umbral de rechazo del gusto o del olfato; es decir, reduce el nivel de preferencia. Probablemente existan diferencias en el número y tipo de receptores, entre y dentro de las especies animales, y por lo tanto la selección será distinta (Provenza, 2006).

En cuanto a calidad de la dieta seleccionada por los bovinos (Cuadro 5), se encontraron diferencias estadísticas ($p < 0.05$) en el contenido de proteína cruda, cenizas y materia orgánica. Se observa un aumento en los valores de proteína y minerales al final del rastrojeo, lo cual podría estar relacionada con un mayor aporte proporcional de los componentes del maíz a la dieta (62.35%, brácteas principalmente) en relación al aporte de arvenses y gramíneas (37%) (Cuadro 4), a pesar de la mejor calidad de estas últimas (Pinto *et al.*, 2004). De acuerdo a los requerimientos nutricionales de bovinos de carne (NRC, 1989), los niveles promedio de proteína cruda aportados en la dieta al inicio del rastrojeo, están por debajo de las necesidades recomendadas para mantenimiento (6.5%), lo que implica considerar estrategias de suplementación para mejorar la fermentación ruminal del alimento consumido y el aporte de nutrientes (Leng, 1986); sin embargo, al final, la calidad de la dieta seleccionada sugiere que el animal ha mejorado su selección y la estrategia de suplementación podría ser diferente (Leng, 1986).

information to the brain. The animal responds integrating these messages with others such as nutritional information or the presence of a metabolic disorder. For example, the hungry animal may respond by reducing its rejection threshold of taste or smell; that is, it reduces the preference level. There are probably differences in the number and type of receptors, both between and within animal species, and therefore the selection will be different (Provenza, 2006).

As for quality of selected cattle diet (Table 5), statistically significant differences ($p < 0.05$) in the content of crude protein, ash and organic matter were found. An increase in the values of protein and minerals at the end of rastrojeo is observed, which could be related to a greater proportional contribution of the components of corn to the diet (62.35%, bracts mainly) in relation to the contribution of weeds and grasses (37%) (Table 4), although the better quality of the latter (Pinto *et al.*, 2004). According to the nutritional requirements of beef cattle (NRC, 1989), the average levels of crude protein supplied in the diet at the beginning of rastrojeo, are below those recommended for maintenance (6.5%) needs, which involves considering strategies supplementation to improve ruminal fermentation of food consumed and nutrient supply (Leng, 1986); however, in the end, the quality of the selected diet suggests that the animal has improved its selection and supplementation strategy could be different (Leng, 1986).

The average values of crude protein found in the selected diet (6.07%) in animals rastrojeando is similar to the values found in animals grazing African star in the dry season (6.3%) in the same study area (Pinto *et al.*, 2014). This supports why producers indicate that the stubble keeps animals like pastures during the dry season (Guevara *et al.*, 2014).

There have been many attempts to relate preference to animal proximal composition analysis of forages. However, the animal cannot recognize soluble carbohydrate, energy, etc., since there are no free at the molecular level in plants. When found correlations between these characteristics and preferences, it is because they are related to some specific entities or physical properties of plants. They may be associated with differences in hardness of the structure of the leaf and stem, young and mature tissue and turgor characteristics between live and dead tissue (Sosa *et al.*, 2000).

Evidence shows that preference animal can be, not only but also induced innate. Such that the selection may depend on previous experience nutritional. This implies that a

Cuadro 5. Calidad de la dieta seleccionada por bovinos rastrojeando maíz (*Zea mays* L.) en diferentes tiempos en la Frailesca, Chiapas.

Table 5. Quality of the diet selected by cattle rastrojeando maize (*Zea mays* L.) at different times in the Frailesca, Chiapas.

Dieta	MS	PC	FDN	FDA	CE	MO
Cinco días de rastrojeo	93.12 ^a (±0.16)	5.19 ^b (±0.12)	75.19 ^a (±0.53)	48.31 ^a (±2.02)	5.23 ^b (±0.1)	94.77 ^a (±0.1)
Mitad de rastrojeo	93.53 ^a (±0.07)	5.59 ^b (±0.18)	77.24 ^a (±1.03)	52.85 ^a (±2.96)	5.21 ^b (±0.05)	94.79 ^a (±0.05)
Final de rastrojeo	93.56 ^a (±0.12)	7.44 ^a (±0.18)	73.01 ^a (±2.5)	46.15 ^a (±2.44)	6.9 ^a (±0)	93.10 ^b (±0)

MS= materia seca; PC= proteína cruda; FDN= fibra detergente neutra; FDA= fibra detergente acida; Ce= cenizas; MO= materia orgánica. Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.05$); valor entre paréntesis: desviación estándar de la media.

Los valores promedio de proteína cruda encontrada en la dieta seleccionada (6.07%) en animales rastrojeando es similar a los valores encontrados en animales pastoreando estrella africana en la época seca (6.3%) en la misma región de estudio (Pinto *et al.*, 2014). Ello respalda el porqué los productores indican que el rastrojo mantiene a sus animales al igual que las pasturas en la época seca (Guevara *et al.*, 2014).

Ha habido muchos intentos para relacionar la preferencia animal con el análisis proximal de la composición de los forrajes. Sin embargo, el animal no puede reconocer carbohidratos solubles, energía, etc., ya que no existen libres a nivel molecular en las plantas. Cuando se encuentran correlaciones entre estas características y preferencias, es porque están relacionadas con algunas entidades específicas o propiedades físicas de las plantas. Pueden estar asociadas con diferencias en la dureza de la estructura de la hoja y el tallo, del tejido joven y del maduro y con las características de turgencia entre el tejido muerto y vivo (Sosa *et al.*, 2000).

Hay evidencias que demuestran que la preferencia del animal puede ser, no solo innata sino también inducida. De tal manera que la selección puede depender de la experiencia nutricional previa. Esto implica que un animal joven no necesite aprender por prueba y error que forraje es apropiado, sino que lo puede aprender de la madre. Por lo tanto animales que crecen en distintos medios tendrán distintas preferencias, aún dentro de la misma especie. Así también se les puede enseñar a rechazar un alimento particular si por ejemplo el consumir éste, le produce un malestar (Dumont *et al.*, 2002).

Ahora bien, la selección va a depender del nivel de preferencia que tiene el animal por determinados componentes vegetales. Pero esta capacidad de selección estará modificada por la oportunidad que tenga de seleccionar, y por la composición y estructura de la cubierta vegetal. En consecuencia, la forma en que pueden estar entremezcladas las distintas partes

young animal need not learn by trial and error that forage is appropriate, but it can learn from the mother. Therefore animals that grow in different media have different preferences, even within the same species. So you can also teach them to reject a particular food if for example consuming it, causes an upset (Dumont *et al.*, 2002).

However, the selection will depend on the level of preference that has the animal for certain plant components. But this selection capability will be modified for the opportunity you have to select, and the composition and structure of vegetation cover. Consequently, how they can be intermingled the different parts of the plants and its spatial distribution in the vertical and horizontal plane, will determine the chance of selection (Ortega *et al.*, 2009).

In the Table 6 shows the activities of diurnal behavior (12 h) of cattle using corn stover, showing statistical difference ($p < 0.05$) between times evaluated activities rastrojeo (grazing), foraging are presented and the walking, which it is related to changes made by the animals in their grazing strategy in response to the level of coverage, as well as changes in the availability of forage present in the grazing areas (Burus and Sollenberger, 2002).

It is noted that the time spent rastrojeo could be directly related to the availability of forage present in the plot, contrary to what is commonly reported in the case of grazing grasses, in which an inverse relationship is indicated, because when there is a reduction of forage production grazing time (Acciaresi *et al.*, 1994; Hess and Lascano, 1997; Patiño *et al.*, 2008) is increased. In this work it was found that at the end of rastrojeo, when the availability of components decreased (Table 1), the time spent rastrojeo was lower ($p < 0.05$), dedicating the animals, as long as

de las plantas y su distribución espacial tanto en el plano vertical como horizontal, van a determinar la oportunidad de selección (Ortega *et al.*, 2009).

En el Cuadro 6 se presentan las actividades de comportamiento diurno (12 h) de bovinos utilizando rastrojo de maíz, observándose diferencias estadísticas ($p < 0.05$) entre los tiempos evaluados en las actividades de rastrojeo (pastoreo), búsqueda de alimento y en el caminado, lo cual está relacionado a la variación que realizan los animales en su estrategia de pastoreo en respuesta al nivel de cobertura existente, así como a cambios en la disponibilidad del forraje presente en las áreas de pastoreo (Burus y Sollenberguer, 2002).

Cuadro 6. Comportamiento (h) de bovinos rastrojeando maíz (*Zea mays* L.) en diferentes tiempos en la Frailesca, Chiapas.
Table 6. Behavior (h) of bovine rastrojeando maize (*Zea mays* L.) at different times in the Chiapas, Frailesca.

TRAT	RAS	RUM	BC	CAM	DES	HO	TA
Ocho días del rastrojeo	5.42 ^a (±1.45)	1.61 ^a (±0.66)	0 ^b (±0)	0.36 ^b (±0.26)	4.42 ^a (±1.83)	0.08 ^a (±0.06)	0.11 ^a (±0.08)
Final del rastrojeo	2.33 ^b (±0.44)	2.08 ^a (±1.03)	1.81 ^a (±0.13)	0.83 ^a (±0.29)	4.75 ^a (±0.9)	0.03 ^a (±0.04)	0.17 ^a (±0.08)

RAS= rastrojeando; RUM= rumiando; C= buscando forraje; CAM= caminando; DES= descansando; HO= heces y orina; TA= tomando agua. Medias con letras distintas en la misma columna difieren estadísticamente ($p < 0.05$). Valor entre paréntesis: desviación estándar de la media.

Se observa que el tiempo dedicado al rastrojeo podría estar relacionado directamente con la disponibilidad de forraje presente en la parcela, contrario a lo que comúnmente es reportado para el caso del pastoreo de gramíneas, en las cuales, se indica una relación inversa, ya que cuando existe una reducción de la producción de forraje se aumenta el tiempo de pastoreo (Acciaresi *et al.*, 1994; Hess y Lascano, 1997; Patiño *et al.*, 2008). En este trabajo se encontró que al final del rastrojeo, cuando la disponibilidad de los componentes disminuyó (Cuadro 1), el tiempo dedicado al rastrojeo fue menor ($p < 0.05$), dedicando, los animales, mayor tiempo a la búsqueda y selección de forraje y al caminado implicado en ello ($p < 0.05$). Por otro lado, al inicio de la evaluación, los animales dedicaron más tiempo al rastrojeo ($p < 0.05$) como respuesta a la mayor disponibilidad de forraje presente en la parcela (Cuadro 1).

Considerando a la actividad de rastrojeo como la más importante, los datos obtenidos reflejan que las horas dedicadas a esta actividad por el animal en el rastrojo es menor a las reportadas como las dedicadas al pastoreo en

the search and selection of forage and I walked involved in it ($p < 0.05$). On the other hand, at the beginning of the evaluation, the animals spent more time rastrojeo ($p < 0.05$) in response to the increased availability of forage present on the plot (Table 1).

Considering rastrojeo activity as the most important, the data obtained show that the hours devoted to this activity by the animal in the stubble is lower than those reported as pastoralist in tropical grasslands (8-9 h) (Arnold and Dudzinski, 1988) and even lower than those reported for the dry season (6.3 h) where no grass growth (Pinto *et al.*, 2014).

The answer may be associated with physical limitations in the consumption of animal due to high fiber diets (Table 5) or to the animal streamlines its consumption rate given by the number of bites and the individual weight of it (Chacon and Stobbs, 1976).

Conclusions

The results under the conditions in which this study was conducted show that high diversity of plant components present in a stubble, gives importance in terms of improvements in the quality of the animal's diet, the result of a greater chance of selection the same, it is important to define more efficient supplementation strategies for animals rastrojean directly.

End of the English version



praderas tropicales (8-9 h) (Arnold y Dudzinski, 1988) y aún menores a las reportadas para la época seca (6.3 h) donde no hay crecimiento de pasto (Pinto *et al.*, 2014).

La respuesta podría estar asociada a limitaciones físicas en el consumo del animal debido a dietas altas en fibra (Cuadro 5) o bien a que el animal hace más eficiente su velocidad de consumo dado por el número de bocados y el peso individual del mismo (Chacón y Stobbs, 1976).

Conclusiones

Los resultados encontrados bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio muestran que la alta diversidad de componentes vegetales presentes en un rastrojo, le confiere importancia en términos de mejoras en la calidad de la dieta del animal, producto de una mayor posibilidad de selección de la misma, lo que es de importancia para definir estrategias de suplementación más eficientes a los animales que rastrojean directamente.

Literatura citada

- Acciarsi, H.; Ansin, O. y Marlats, R. 1994. Sistemas silvopastoriles: efectos de la densidad arbórea en la penetración solar y producción de forraje de rodales en álamo (*Populus deltoides* Marsh). Agroforestería de las Américas. 19:6-9.
- AOAC. 15th Edition. Arlington, Virginia. USA. Association of Official Analytical Chemists. 1990.
- Arnold, G. W. and Dudzinski, M. L. 1988. Ethology of free-ranging domestic animal. Elsevier Scientific. Publishing Company, Amsterdam. The Netherlands. 2:175.
- Bonnet, O.; Hagenah, N.; Hebbelmann, L.; Meuret, M. and Shrader, M. A. 2011. Is Hand Plucking an Accurate Method of Estimating Bite Mass and Instantaneous Intake of Grazing Herbivores? Rangeland Ecol. Manag. 64(4):366-374.
- Burus, J. C. and Sollenberger, L. E. 2002. Grazing behaviour of ruminant and daily performance from warm-season grasses. Crop Sci. 42:872-881.
- Chacon, E. and Stobbs, T. H. 1976. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. Aust. J. Agric. Res. 27(5):709-727.
- Dumont, B.; Carrere, P. and D'hour, P. 2002. Foraging in patchy grassland: diet selection by sheep and cattle is affected by the abundance and special distribution of preferred species. Animal Res. 51:367-381.
- Fuentes, C. M. J.; Suárez, L.; Peña, R.; Rodríguez, S. y Ortiz, R. B. 2001. Análisis químico y digestibilidad *in vitro* de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.). Agron. Mesoam. 12(2):189-192.
- García, E. 1989. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). México. D. F. 246 p.
- González, E. A. y Améndola, R. 2010. Técnica microhistológica para la determinación de la composición botánica de la dieta de herbívoros. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. 122 p.
- Guevara, H. F.; Rodríguez, L. L. A.; Ovando, C. J.; Gómez, C. H.; Ocaña, G. M. J. y Camacho, V. T. C. 2014. Implicaciones socioeconómicas y energéticas del uso y manejo de rastrojo en la región Frailesca, Chiapas. In: Reyes, M. L.; Camacho, T. C. y Guevara, F. (Eds.). Rastrojos manejo, uso y mercado en el Centro y Sur de México. INIFAP. México. 38-91 pp.
- Hess, H. y Lascano, C. 1997. Comportamiento del consumo de forraje por novillos en pasturas de gramínea sola o asociada con una leguminosa. Pasturas Tropicales. 19(2):12-20.
- Hodgson. J.; Baker, R. D.; Davies, A.; Laidlaw, A. S. and Leaver J. D. 1981. Sward measurement handbook. The British Grassland Society. 227 p.
- Humphreys, L. R. 1980. A guide to better pastures for the tropics and subtropics. Wrigh Stephenson Co. Pty. Ltd, N. S. Wales, Australia. 96 p.
- Huss, D. L. 1972. Forage selectivity by goats of lightly and heavily ranges. I. Range Mgt. 25(2):105-111.
- INEGI. 2012. Dirección General de Estadísticas Económicas. Estados Unidos Mexicanos. VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Panorama Agropecuario en Chiapas. Censo Agropecuario 2007-2012.
- Leng, R. A. 1986. Drought feeding strategies theory and practice. Peel valley printery. Tamworth, New South Wales. England. 214 p.
- NRC. 1989. Nutrient requirements of beef cattle. National Academy press. Washington, U. S. A. 6^a edition. 156 p.
- Ortega, R. L.; Castillo, H. J. y Rivas, F. 2009. Conducta ingestiva de bovinos cebú adultos en Leucaena manejada a dos alturas diferentes. Téc. Pec. Mex. 47(2):125-134
- Patiño, P. R.; González, M. K.; Porras, S. F.; Salazar, R. L.; Villalba, S. C. y Gil, J. 2008. Comportamiento ingestivo diurno y desempeño en novillos en pastoreo pertenecientes a tres grupos genéticos durante dos épocas climáticas. Livestock Research for Rural Development 20(3):1-12.
- Pinto, R.; Gómez, H.; Martínez, B.; Hernández, A.; Medina, F.; Ortega, L. y Ramírez, L. 2004. Especies forrajeras utilizadas bajo silvopastoreo en el centro de Chiapas. Avances en investigación agropecuaria. 8(2):53-67.
- Pinto, R.; Ortega, L.; Gómez, H.; Guevara, F. y Hernández, D. 2014. Comportamiento animal y características de la dieta de bovinos pastoreando estrella africana sola y asociada con árboles. Rev. Mex. Cienc. Pec. 5(3):365-374.
- Provenza, D. D. 2006. Acquired aversions as the basis for varied diets of ruminants foraging rangelands. J. Anim. Sci. 74:2010-2020.
- Rojas, R. N.; Hernández, R. G.; Martínez, M. A.; López, R.; Morejón, M. y Pazos, R. R. 1991. Fitotecnia de los pastos y forrajes. Ministerio de educación y editorial pueblo y educación. 488 p.
- Sánchez, A. E.; Ortega, C. M. E.; Mendoza, M. G.; Montañez, V. O. y Buntinx, D. S. E. 2012. Rastrojo de maíz tratado con urea y metionina. Interciencia. 37(5):395-399.
- SAS. 1988. SAS/STAT User's guide (Release 6.3). Cary, North Carolina. USA. Inst. Inc.

- SIAP. 2012. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D.F. (consultado agosto, 2015). <http://www.siap.gob.mx/>.
- Sosa, R. E.; Sansores, L. L.; Zapata, B. G. y Ortega, R. L. 2000. Composición botánica y valor nutricional de la dieta de bovinos en un área de vegetación secundaria en Quintana Roo. *Téc. Pec. Méx.* 38(2):105-117.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B. and Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral fiber and no starch polysaccharides in relation to nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.
- Yescas-Yescas, R.; Bárcena-Gama, R.; Mendoza-Martínez, G.; González-Muñoz, S.; Cobos-Peralta, M. y Ortega-Cerrilla, M. 2004. Digestibilidad *in situ* de dietas con rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. *Agrociencia.* (38):23-31.