

Utilización del heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en la alimentación de vacas Suizo pardo en lactación

Use of clitoria (*Clitoria ternatea* L.) hay in the feeding of lactating Brown swiss cows

José de Jesús Bustamante Guerrero^a, José Francisco Villanueva Ávalos^a,
Jorge Armando Bonilla Cárdenas^a, J. Vidal Rubio Ceja^a

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el heno de clitoria (HC) en la dieta, se realizó un estudio con cinco vacas Suizo pardo adultas confinadas. Se utilizó un cuadro latino 5 x 5. El estudio fue de 105 días. Se usaron cinco tratamientos (T): 25% de heno de alfalfa y cuatro niveles de HC: 27, 58, 87 y 100 % en base seca, del forraje (pasto Pará). El alimento balanceado contenía 180 g de proteína cruda y 1.91 Mcal de energía neta de lactación/kg de materia seca (MS) ofreciéndose 7.5, 7.5, 6, 4.5 y 3 kg MS/cabeza/día para T1, T2, T3, T4 y T5, respectivamente. Las variables fueron consumo de MS, producción de leche (PL), cambios de peso corporal (CPC), condición corporal (CC) y digestibilidad de la materia seca (DMS). La información fue analizada por ANOVA y comparación de medias con la prueba Student-Newman-Keuls. El consumo de MS fue mayor ($P < 0.01$) en T4 y T5. La PL fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$), pero corregida al 3.5% de grasa fue mayor en T5 ($P < 0.01$). El contenido de grasa y sólidos totales fue mayor ($P < 0.01$) para T5. Los tratamientos fueron similares ($P > 0.05$) para CPC y CC. La DMS fue similar, T5 vs T3 ($P < 0.01$). La inclusión máxima de clitoria en la dieta de vacas en lactación permite reducir hasta en 60 % el uso de alimento balanceado, disminuyendo en 25 % el costo de producción de leche.

PALABRAS CLAVE: Clitoria, Leguminosas, Producción de leche, Trópico, Suizo pardo.

ABSTRACT

An evaluation was done of the use of clitoria *Clitoria ternatea* L. hay as forage in the diets of lactating Brown swiss cows. Experimental design was a 5 x 5 latin square. Treatments were: 25% alfalfa hay (T1); 27% clitoria (T2); 58% clitoria (T3); 87% clitoria (T4); and 100% clitoria (T5) (forage dry matter (DM), mixed with Pará grass hay). The commercial concentrate contained 180 g crude protein and 1.91 Mcal net energy of lactation /kg of DM, offering 7.5, 7.5, 6, 4.5 and 3 kg DM/head/day for T1, T2, T3, T4 and T5, respectively. Variables were dry matter intake (DMI), milk production (MP), body weight changes (BWC), body condition score (BCS) and dry matter digestibility (DMD). Data were analyzed with an ANOVA, and a Student-Newman-Keuls test was used for comparison of means. DMI was higher ($P < 0.01$) in T4 and T5 compared to T1, T2 and T3. MP was similar between treatments ($P > 0.05$), though MP corrected to 3.5% fat was higher in T5 ($P < 0.01$) than T1, T2, T3, and T4. Fat and total solids contents were also higher ($P < 0.01$) in T5. There were no differences between treatments ($P > 0.05$) for BWC and BCS. DMD was similar between treatments, except for T5 vs T3 ($P < 0.01$). Maximum clitoria inclusion (100%; T5) in the diet of lactating cows allowed up to 60 % reduction in use of commercial concentrate.

KEY WORDS: Clitoria, Legumes, Milk production, Tropic, Brown swiss.

En los trópicos de México la ganadería se ha caracterizado por el uso extensivo de los pastizales, que la mayoría de las veces no satisfacen los requerimientos nutricionales del animal,

Cattle rising in Mexico have been characterized by extensive use of grasslands. This system frequently does not fit the animals' nutritional requirements and results in inadequate production.

Recibido el 2 de septiembre de 2002 y aceptado para su publicación el 6 de mayo de 2004.

^a Campo experimental El Verdineño, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-CIRPAC. Av. Insurgentes No. 1050 Ote. Edificio SAGARPA. Tepic, Nayarit. bustamante.jesus@inifap.gob.mx. Correspondencia al primer autor.

reflejándose en una inadecuada producción. Una posibilidad de mejorar la calidad de la dieta es mediante la utilización de leguminosas forrajeras, que son una fuente de alimento nutritivo y que pueden aumentar la eficiencia de la producción pecuaria, al reducir la necesidad de suplementos alimenticios.

Una de las leguminosas más precoz y productiva es la clitoria (*Clitoria ternatea* L), originaria de América tropical⁽¹⁾, que en México, se adapta bien en suelos fértiles, profundos y húmedos, y con riego es posible obtener rendimientos anuales de 20 a 25 t MS/ha⁽²⁾. En pastoreo soporta de cuatro a seis cabezas/ha asociada con zacate pangola⁽³⁾, y se reportan ganancias de peso de 680 g/día, asociada con pasto Pará⁽⁴⁾.

En condiciones de corte, la clitoria produce 18.4 t/ha de materia seca en siete meses⁽⁵⁾. Por su crecimiento inicial rápido, se llegan a obtener hasta 24 t/ha de forraje verde después de dos meses de sembrada⁽¹⁾. Al igual que el guaje (*Leucaena leucocephala*), la clitoria puede emplearse como complemento proteínico para el engorde rápido de novillos y para obtener rendimientos significativos de leche con ganado especializado^(6,7).

La clitoria presenta características nutricionales equiparables a la alfalfa^(5,8,9); a una edad de 42 días tiene un contenido de proteína cruda que fluctúa de 18 a 23 %, y 28 % de fibra cruda en base seca⁽²⁾. La digestibilidad de la materia seca en ovejas es de 74.2 %, y 61.6 % la fibra cruda en forraje con un contenido de 18 % de proteína cruda^(1,10).

La utilización de clitoria (75 % de la fuente de forraje) para vacas Holstein alimentadas con pasto estrella, resultó en mayores consumos de materia seca, mejor producción de leche y ganancia diaria de peso, comparado con la inclusión del 50 %⁽⁶⁾. Al usarse en bancos de proteína para vacas lecheras de mediano potencial, se pueden alcanzar producciones de hasta 14 kg de leche/vaca/día⁽¹¹⁾. En vacas F1 (Holstein-Cebú), se ha logrado incrementar la producción de leche en un 50 %, con pastoreo más clitoria a razón de 2 kg de MS/vaca/día, comparado con animales alimentados sólo con gramíneas⁽¹²⁾.

Forage legumes can improve diet quality as they are a nutritional feed source that can increase livestock production efficiency and reduce the need for supplements.

Clitoria is one of the most precocious and productive of the forage legumes. Originally from tropical America⁽¹⁾, in Mexico it adapts well to fertile, deep, moist soils and with irrigation can attain annual yields of from 20 to 25 t DM/ha⁽²⁾. In association with pangola grass it can support from four to six head/ha in grazing⁽³⁾, and in association with Pará grass can produce weight gain of 680 g/d⁽⁴⁾.

Under harvest conditions, clitoria produces 18.4 t/ha of dry matter in seven months⁽⁵⁾. As a result of its initially rapid growth it can produce up to 24 t/ha of green forage just two months after planting⁽¹⁾. Like lea tree (*Leucaena leucocephala*), clitoria can be used as a protein complement for fast bullock growth and for significant milk yields in specialized cattle^(6,7).

The nutritional characteristics of clitoria are comparable to those of alfalfa^(5,8,9). At 42 d after planting its crude protein content fluctuates between 18 and 23 % and its crude fiber is 28 % in dry base⁽²⁾. Dry matter digestibility in sheep is 74.2 %, with 61.6 % fiber in forage and 18 % crude protein^(1,10).

Clitoria use by Holstein cows, at 75% inclusion level with star grass, resulted in greater dry matter intake, and better milk production and daily weight gain compared to a 50% inclusion level⁽⁶⁾. Used in protein banks for medium potential milk cows, it can lead to milk production up to 14 kg milk/cow/d⁽¹¹⁾. In F1 (Holstein-Zebu) cows, clitoria has increased milk production by 50 % when used with grazing at a 2 kg DM/cow/d proportion, when compared with animals fed only grass⁽¹²⁾.

Clitoria inclusion at 25 and 50% of commercial concentrate for lactating cows reduced feed production costs by 19 and 30 %, respectively, when compared to traditional commercial concentrate, and by 15 and 30%, respectively, in

En un estudio con vacas en lactación donde se incluyó heno de clitoria en niveles de 25 y 50 % en el alimento balanceado, se logró reducir 19 y 30 % respectivamente el costo de producción por concepto de alimentación, al compararlo con el alimento balanceado tradicional, y en un 15 y 30 % cuando se comparó con un nivel similar de inclusión de heno de alfalfa en el alimento balanceado⁽¹³⁾.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la respuesta de producción y composición de la leche a la adición de heno de clitoria como fuente de forraje en la alimentación de vacas Suizo pardo en confinamiento, en condiciones tropicales.

El experimento se realizó en el Campo Experimental El Verdineño, ubicado en el municipio de Santiago Ixcuintla, a 50 km de Tepic, Nay., a 21° 33' Norte y 105° 11' Oeste, con una altura de 40 msnm, con clima tropical subhúmedo Aw²⁽¹⁴⁾.

El porcentaje total de forraje de las dietas fue de 86 %. En T2, clitoria representó el 29 % del total, en T3 el 58 %, en T4 87 % y en T5 el 100 %. Además se contó con un tratamiento control sin clitoria (T1) (Cuadro 1). Se utilizó un alimento balanceado común para todos los tratamientos, compuesto de heno de alfalfa (5 %), rastrojo de maíz (5 %), salvado de trigo (15 %), pulidura de arroz (25 %), harinolina (9 %), pasta de soya (5 %), maíz molido (22 %), melaza (5 %), urea (1 %), sebo (4.5 %) y minerales (3.5 %) con un contenido de 180 g/kg de proteína cruda y 1.91 Mcal de ENI/kg de MS.

La composición proximal en base seca de los forrajes fue de 14.0, 18.0 y 4.0 % de proteína cruda y 1.20, 1.35 y 1.21 Mcal de ENI/kg para el heno de clitoria, heno de alfalfa y heno de pasto Pará, respectivamente. El análisis químico de los ingredientes se realizó en el laboratorio de Nutrición Animal del CENID-Fisiología del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

Se utilizaron cinco vacas multíparas (promedio de 4.6 partos) Suizo pardo americano, con un promedio

comparison to similar levels of alfalfa hay inclusion in commercial concentrate⁽¹³⁾.

The present study aim was to evaluate milk production and composition response, to addition of clitoria hay as a forage source in feed for Brown Swiss cows in confined conditions in the tropics.

The experiment was done at El Verdineño Experimental Station in the municipality of Santiago Ixcuintla, 50 km from Tepic, Nayarit, Mexico, at 21° 33' North and 105° 11' West, 40 m above sea level altitude, and in a tropical subhumid climate Aw²⁽¹⁴⁾.

Five experimental diets were formulated with 86 % total forage percentage. Four diets had varying clitoria contents: T2, 27 % total clitoria; T3, 58 % total clitoria; T4, 87 % total clitoria; and T5, 100 % total clitoria. The fifth diet was a control treatment without clitoria (T1) containing 25% alfalfa hay (Table 1). A common commercial concentrate was used in all treatments; composed of alfalfa hay (5 %); corn stover (5 %); wheat bran (15 %); rice bran (25 %); cottonseed meal (9 %); soya meal (5 %); ground corn (22 %); molasses (5 %); urea (1 %); tallow (4.5 %); and minerals (3.5 %), and contained 180 g/kg crude protein and 1.91 Mcal NE₁/kg DM.

Proximate composition for the forages in dry basic was 14.0 % crude protein and 1.20 Mcal NE₁/kg for clitoria hay, 18.0 % crude protein and 1.35 Mcal NE₁/kg for alfalfa hay and 4.0 % crude protein and 1.21 Mcal NE₁/kg for Para grass hay. Chemical analysis of ingredients was done at the Animal Nutrition Laboratory of CENID-Physiology of the National Institute of Forestry, Agricultural and Livestock Research (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias - INIFAP).

The experimental animals were five, multiparous (average of 4.6 births) american Brown swiss cows. Their average lactation period was 115 ± 24 d, average body weight was 512 ± 43 kg, and average body condition score (BCS) was 3.06 ± 0.2 (1 to 5 range; 1 = emaciated; 5 = obese)⁽¹⁵⁾. Identified

Cuadro 1. Composición y proporciones del forraje utilizado

Table 1. Forage composition and proportions

Ingredient	Treatments				
	T1	T2	T3	T4	T5
Clitoria hay	—	25	50	75	86
Alfalfa hay	25.0	—	—	—	—
Para grass hay	61.0	61.0	36.0	11.0	—
Molasses	14.0	14.0	14.0	4.0	14.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Calculated composition (DB)					
Crude protein, %	7.77	6.85	9.32	11.80	12.89
NE _l Mcal/kg	1.42	1.40	1.42	1.46	1.47
Commercial concentrate offered per animal, kg DM/d	7.5	7.5	6.0	4.5	3.0

DB = dry basis; NE_l = net energy of lactation.

de lactación de 115 ± 24 días, peso corporal de 512 ± 43 kg y con una puntuación de condición corporal promedio de 3.06 ± 0.2 , en un rango de 1 a 5, donde 1, es un animal emaciado y 5, obeso⁽¹⁵⁾. Los animales previamente identificados y desparasitados permanecieron estabulados en corraletas individuales de 13 m², provistas de comedero, bebedero y cama de arena. Dependiendo del nivel de inclusión de la clitoria o alfalfa balanceado fue fija a lo largo del estudio (Cuadro 1). La dieta total fue formulada con base en la producción media esperada para todos los animales (aproximadamente 20 L/día), considerando cubrir las necesidades diarias de nutrimentos^(16,17). La cantidad de alimento balanceado asignada de cada tratamiento se suministró 50 % por la mañana y 50 % por la tarde mezclándolo con el forraje. El forraje base se ofreció dos veces al día a libre consumo, considerando un 10 % de rechazo. Los ingredientes del forraje basal se molieron empleándose una criba con diámetro de media pulgada.

Se empleó un diseño de cuadro latino 5 x 5⁽¹⁸⁾. Los periodos experimentales fueron de 21 días cada uno, divididos en 14 días de adaptación a las dietas y siete días para mediciones y toma de muestras.

Durante la prueba, se registró diario la cantidad de alimento ofrecido, así como el rechazado y,

and deparasitized, the animals were kept in 13 m² individual pens with a feeder, water supply and sand bed.

Based on the clitoria or alfalfa inclusion level in the diet (i.e. per treatment), commercial concentrate content was adjusted throughout the study (Table 1). Total diet was formulated based on average expected production for all animals (approximately 20 L/d) and designed to cover their daily nutritional needs^(16,17). The assigned amount of commercial concentrate for each treatment, mixed with the forage, was provided 50 % in the morning and 50 % in the afternoon. Base forage was offered *ad libitum* twice a day, accounting for a 10 % rejection. Base forage ingredients were ground and passed through a 1-inch diameter screen.

Experimental design was a 5 x 5 latin square⁽¹⁸⁾. Experimental periods were 21 d each, with 14 d for adaptation to the diets and 7 d for measurement and sampling. The amount of feed offered and amount rejected were recorded daily to determine intake⁽¹⁹⁾. Data analysis was done using only those data collected between d 15 and d 21, that is, after the 14-d diet adaptation period. To calculate dry matter intake (DMI), net energy of lactation (NE_l), organic matter (OM), crude protein (CP) and the fiber fractions during this period daily samples were taken of the commercial concentrate, base forage

por diferencia, se obtuvo el que consumió⁽¹⁹⁾. Para el análisis de datos, sólo se consideraron los consumos de los días 15 al 21 de cada periodo, después de 14 días de adaptación a la dieta. Con el objeto de calcular los consumos de materia seca (MS), energía neta de lactación (ENL), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y fracciones de fibra, durante este periodo se tomaron muestras diarias del alimento balanceado, forraje base y alimento rechazado. Al final de cada periodo, las muestras colectadas fueron mezcladas para obtener una muestra compuesta, la cual fue secada en estufa de aire forzado a 55 °C y molidas en un molino Wiley con criba de 2 mm, para su análisis posterior⁽²⁰⁾. La concentración energética del alimento balanceado y del forraje fue estimada empleando ecuaciones de predicción⁽²¹⁾.

La producción de leche se registró diario durante los dos ordeños ya señalados, del día 15 al 21 de cada periodo de mediciones, expresándose en kg/día y como leche corregida con 3.5 % de grasa (LCG) en kg/día, la cual fue estimada con la fórmula $LCG\ 3.5\ \% = (0.4324 * \text{kg de leche}) + (16.218 * \text{kg de grasa})$ ⁽⁶⁾. Para determinar la composición de la leche se tomaron alícuotas individuales del 1 % de la producción de cada ordeño en los días 15, 17, 19 y 21 de cada periodo. Estas se refrigeraron adicionándoles 40 mg de dicromato de potasio como conservador⁽²²⁾. Se determinó el contenido de grasa de cada mezcla por el método de Gerber⁽²⁰⁾. Se calculó la densidad con un termolactodensímetro y con los valores obtenidos de grasa, temperatura y densidad se estimó el valor de sólidos totales (ST) con el calculador de Ackermann y, por diferencia, se obtuvieron los valores de sólidos no grasos (SNG).

El registro de los cambios de peso y de condición corporal se realizó cada 21 días: al inicio y al final de cada periodo experimental (día 1 y 21), pesando dos días seguidos y a la misma hora, sin previo ayuno durante la mañana, utilizando el valor promedio de las dos mediciones. El cambio de peso corporal por periodo se expresó en g/día.

La digestibilidad se estimó utilizando las cenizas insolubles de la fibra detergente ácido (CIDA) como

and rejected feed. At the end of each period the collected samples were mixed to create a compound sample, which was dried at 55 °C in a forced air oven, ground and passed through a 2 mm screen (Wiley mill) and then analyzed⁽²⁰⁾. The commercial concentrate and forage energy concentration were estimated using prediction equations⁽²¹⁾.

Milk production was recorded daily by morning and afternoon milking from d 15 to 21 of each measurement period. Amounts were expressed in kg/d and as 3.5% fat corrected milk (FCM) in kg/day, with the formula $3.5\ \% \text{ FCM} = (0.4324 * \text{kg milk}) + (16.218 * \text{kg fat})$ ⁽⁶⁾. Milk composition was determined by taking individual aliquots of 1% of each milking on d 15, 17, 19 and 21 for each period. Samples were stored in refrigeration with 40 mg potassium dichromate as a preservative⁽²²⁾. Density was calculated with a thermolactodensometer, and total solids (TS) were estimated with fat, temperature and density values and the Ackermann calculator; non-fat solids (NFS) were obtained by difference.

Recording of weight changes and body condition were done every 21 d, at the beginning (d 1) and end (d 21) of each experimental period. Weight was taken on two consecutive days at the same hour, without previous morning fast, using an average value of the two measurements. Changes in body weight per period were expressed in g/d.

Digestibility was estimated using acid detergent fiber insoluble ash (ADIA) as an internal marker with partial feces collection⁽²³⁾. Feces samples were taken directly from the rectum, using a disposable glove, every six hours (0600, 1200, 1800 and 2400) from d 15 to d 21 of each period, trying to collect similar amounts of feces from each animal. Samples were frozen and mixed at the end of each period to obtain a compound sample. Samples were dried at 55 °C in a forced air oven and grounded to determine marker concentration. Coefficients for apparent DM digestibility and nutrients were calculated using standard equations⁽¹⁹⁾.

Daily 300 g samples were taken from offered and rejected feed to determine nutrient and marker content^(20,23,24). Sampling of individual milk

marcador interno con colección parcial de heces⁽²³⁾, las cuales se tomaron con guante desechable directamente del recto cada seis horas (0600, 1200, 1800 y 2400) los días 15 al 21 de cada periodo, tratando de tomar una cantidad similar de heces de cada animal. Las muestras se congelaron y al final de cada periodo se mezclaron para obtener una muestra compuesta, que fue secada en estufa de aire forzado a 55 °C, y molida para determinar la concentración del marcador. Los coeficientes de digestibilidad aparente de la MS y de los nutrimentos se calcularon utilizando ecuaciones estándares⁽¹⁹⁾.

Se tomaron muestras diarias de 300 g de alimento ofrecido y rechazado para determinar el contenido de nutrimentos y marcador^(20,23,24). El muestreo de la producción individual de leche de ambos ordeños se realizó en los días 16, 18 y 20 de cada periodo, tomando una alícuota del 1 % de la leche producida.

La información se analizó utilizando el paquete estadístico SAS⁽²⁵⁾ por medio de análisis de varianza de acuerdo al diseño correspondiente, y las diferencias entre medias fueron comparadas por la prueba SNK⁽¹⁸⁾.

En el Cuadro 2 se observa que los animales expuestos a los tratamientos con mayor nivel de heno de clitoria en la dieta (T4 y T5) consumieron más MS ($P < 0.01$) y nutrimentos que el resto de los tratamientos. El nivel de consumo de MS (CMS) con relación al peso corporal fue, en promedio, 33 % mayor (4.0 vs 3.0 %) al señalado por el Consejo Nacional de Investigaciones⁽¹⁷⁾ para animales con peso y producción de leche equivalentes. Este consumo probablemente se debió al tamaño de partícula del alimento, asociado especialmente al nivel del heno de clitoria. Al reducir el tamaño de partícula del alimento, hay un incremento del CMS por aumento de la tasa de paso del alimento por el rumen^(17,26).

Las diferencias observadas entre tratamientos para CMS se atribuye a una situación de «*sustitución alimenticia*» que se hizo presente en las dietas que contenían una relación forraje alimento balanceado menor (T1, T2 y T3). Estos eventos son conocidos como *efectos asociativos*, definidos como una

production for both daily milkings, taking a 1% aliquot of the milk produced, was done on d 16, 18 and 20 of each period.

Data were analyzed with the SAS statistical package⁽²⁵⁾, using the analysis of variance (ANOVA) for the corresponding design, and differences between means were compared with a Student-Newman-Keuls test⁽¹⁸⁾.

Experimental animals having the two treatments with the highest clitoria hay content (T4 and T5) in the diet consumed more ($P < 0.01$) DM and nutrients than in other treatments (Table 2). The DM intake (DMI) level was, on average, 33 % greater (4.0 vs 3.0 %) than indicated by the National Research Council⁽¹⁷⁾ for animals with equivalent weight and milk production. This higher intake was likely due to the feed particle size, particularly associated with clitoria hay content. In other words, as feed particle size decreases DMI increases due to an increase in the feed passage rate through the rumen^(17,26).

Differences in DMI observed between treatments are attributed to a “feed substitution” situation in diets containing a lower forage/commercial concentrate ratio (T1, T2 and T3). These events are known as “associated effects” and are defined as an interaction between feeds that can produce an increase or decrease in the digestibility of one of the diet components and consequently in the efficient use of metabolizable energy by the animal^(27,28).

A determining factor in DMI is the nature of clitoria hay NDF, which, as a legume, is less likely to provoke substitution effects in comparison to grass, and thus exhibits greater digestibility. Though DMI and digestibility are related, they are independent of feed quality. In fact, DMI is more dependent on feed volume structure (i.e. cell wall or NDF content). Digestibility depends on NDF and its availability for digestion, which is determined by the degree of lignification and other factors like consumption level, passage rate and feed particle size^(29,30,31). Given this, forages with different fiber content but similar DM availability can have different DMI⁽²⁶⁾.

interacción entre alimentos que puedan resultar tanto en un incremento o decremento de la digestibilidad de uno de los componentes de la dieta y, consecuentemente, en la eficiencia del uso de la energía metabolizable por el animal^(27,28).

Un factor determinante en el CMS es la naturaleza de la FDN del heno de clitoria que, como leguminosa, es menos propensa a provocar efectos de sustitución en comparación con las gramíneas, mostrando por ello una mayor digestibilidad. Aunque el CMS y la digestibilidad están relacionadas, éstas son estimaciones independientes de la calidad del distintos tratamientos, por lo que no se vio limitada su aportación al sistema, sino por el contrario, el porcentaje de proteína influyó en la digestibilidad de la ración^(26,32). La proliferación y la eficiencia de las bacterias del rumen dependen del nitrógeno que se encuentra a su disposición; cuanto mayor sea la cantidad de éste, mayor será la proliferación de las bacterias⁽³³⁾. En vacas lecheras, la síntesis de proteína microbiana alcanza un nivel máximo cuando la concentración de amoníaco en rumen oscila de 8 a 15 mg N/100 ml de líquido ruminal⁽¹⁷⁾. Aparentemente, la concentración de proteína cruda en la dieta por debajo de 7 % no satisface las necesidades de nitrógeno de la población microbiana⁽³⁴⁾.

A negative associated effect occurs from a decrease in the digestibility of the fiber in the forage included in the diet caused by high commercial concentrate consumption. This occurred in the present study, in which the high commercial concentrate content in T1, T2 and T3 probably lead to inadequate digestive conditions, and consequently caused lower feed consumption compared to T4 and T5 (Table 2).

Intake NE_l and the fiber fractions (NDF, ADF and cellulose) were higher ($P < 0.01$) in T4 and T5, coinciding with the DMI (Table 2). Hemicellulose intake was inversely related to HC inclusion level in the diet ($P < 0.001$), which is associated with the close relationship between NDF-ADF in legumes.

Crude protein consumption in the present study was different ($P < 0.01$) between treatments. However, the protein offered satisfactorily covered ($> 25\%$) the animals' needs in the different treatments, meaning its contribution to the system was not limited, on the contrary, the protein percentage influenced ration digestibility^(26,32). Proliferation and efficiency of rumen bacteria depend on available nitrogen, thus the greater the amount of nitrogen the greater bacteria proliferation will

Cuadro 2. Consumo de materia seca y nutrimentos

Table 2. Dry matter and nutrient consumption

Variable	Treatments					SE
	T1	T2	T3	T4	T5	
DM, kg/day	19.4 ^b	19.4 ^b	20.5 ^b	22.5 ^a	22.5 ^a	0.45
DM, % BW	3.7 ^b	3.8 ^b	4.0 ^b	4.3 ^a	4.3 ^a	0.08
DM /kg ^{0.75} g	178 ^b	183 ^b	190 ^b	207 ^a	207 ^a	3.77
NE_l , Mcal/day	31.7 ^b	31.5 ^b	32.7 ^b	35.5 ^a	35.2 ^a	0.66
BW, kg/day	2.34 ^{bc}	2.21 ^c	2.46 ^b	2.94 ^a	3.06 ^a	0.04
NDF, kg/day	8.9 ^c	9.6 ^b	9.9 ^b	11.0 ^a	10.9 ^a	0.25
ADF, kg/day	7.0 ^d	7.6 ^c	8.3 ^b	9.7 ^a	9.9 ^a	0.21
Hemicellulose, kg/day	1.9 ^a	2.0 ^a	.7 ^b	1.3 ^c	1.0 ^d	0.07
Cellulose, kg/day	5.4 ^c	5.7 ^c	6.3 ^b	7.4 ^a	7.9 ^a	0.17

T1 = 25% alfalfa hay inclusion in base forage; T2 = 27 % clitoria hay inclusion; T3 = 58% clitoria hay; T4 = 87% clitoria hay; T5 = 100% clitoria hay; SE = standard error.

DM = dry matter; BW = body weight; NE_l = lactation net energy; NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber.

a,b,c,d Different letter superscripts for each variable indicate significant differences ($P < 0.01$).

En el Cuadro 3 se muestra que la producción de leche (PL) fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$); sin embargo, al utilizar la leguminosa como único forraje en la dieta total (T5) se logró incrementar ($P < 0.01$) el contenido de grasa en la leche hasta en un 15 % (4.2 vs 3.6) y por consecuencia ello se tradujo en una mayor producción de leche corregida con 3.5 % de grasa para el tratamiento 5; esto significó un incremento del orden del 18 % (22.1 vs 18.7 L/día), en comparación con las vacas que comieron sólo 25 % de HC + 8.5 kg de alimento balanceado (base húmeda). Asimismo, los tratamientos 1, 2 y 5 mostraron una mejor ($P < 0.01$) eficiencia de producción (kg de MS/kg de leche corregida con 3.5 % de grasa).

Los coeficientes de digestibilidad de los componentes de MS, MO, PC y fracciones de fibra fueron iguales entre tratamientos (Cuadro 4), excepto entre los tratamientos 5 y 3 que fueron distintos ($P < 0.01$); sin embargo, como lo mencionan algunos autores⁽²⁹⁾, la digestibilidad no está directamente relacionada con el consumo de alimento, especialmente en los casos que está involucrada la ingestión de leguminosas como la clitoria. Lo anterior hace constar la importancia de considerar la naturaleza de la FDN (leguminosa,

be⁽³³⁾). In dairy cows, microbial protein synthesis reaches its maximum level when rumen ammonia concentration oscillates between 8 and 15 mg N/100 ml ruminal liquid⁽¹⁷⁾. Apparently, less than 7 % crude protein concentration in diet does not satisfy the microbe population's nitrogen needs⁽³⁴⁾.

Milk production (MP) was similar ($P > 0.05$) between treatments (Table 3); however, in the treatment with clitoria as the only forage (T5), milk fat content increased by 15% (4.2 vs 3.6), consequently leading to higher 3.5% fat corrected milk in T5. This meant an 18 % (22.1 vs 18.7 L/d) increase in comparison with cows consuming diet with 27 % CH + 8.5 kg commercial concentrate (dry base). Also, T1, T2 and T5 had better ($P < 0.01$) production efficiency (kg DM/kg 3.5% fat corrected milk) than T3 and T4.

Digestibility coefficients for DM, OM, CP and the fiber fractions were equal between treatments (Table 4), with the exception of a difference ($P < 0.01$) between T3 and T5. Some authors mention⁽²⁹⁾, however, that digestibility is not directly related to feed intake, especially in the case of intake of legumes like clitoria. This highlights the importance of considering the type of

Cuadro 3. Producción de leche y cambios de peso y condición corporal

Table 3. Milk production and composition, weight change and body condition

Variable	Treatments					SE
	T1	T2	T3	T4	T5	
Milk, kg/day	19.0 ^a	18.1 ^a	8.6 ^a	19.3 ^a	19.7 ^a	0.50
3.5% FMC kg/day	19.4 ^b	18.7 ^b	19.2 ^b	20.3 ^b	22.1 ^a	0.59
Efficiency, g*	1018 ^a	955 ^{abc}	937 ^{bc}	912 ^c	985 ^{ab}	0.01
Fat, %	3.63 ^c	3.70 ^{bc}	3.71 ^{bc}	3.84 ^b	4.20 ^a	0.05
Fat, g/day	690 ^b	672 ^b	690 ^b	738 ^b	838 ^a	0.02
TS, %	11.9 ^b	12.0 ^b	12.0 ^b	12.1 ^b	12.4 ^a	0.08
NFS, %	8.27 ^a	8.34 ^a	8.35 ^a	8.30 ^a	8.27 ^a	0.06
BWC, g/day	570 ^a	449 ^a	637 ^a	684 ^a	194 ^a	1.11
BCC	-0.05 ^a	-0.05 ^a	0.00 ^a	-0.05 ^a	1.04 ^a	0.05

T1 = 25% alfalfa hay inclusion in base forage; T2 = 27% clitoria hay inclusion; T3 = 58% clitoria hay; T4 = 87% clitoria hay; T5 = 100% clitoria hay; SE = standard error.

3.5% FMC = 3.5% fat corrected milk; * = FCM/kg DM consumed; TS = total solids; NFS = non-fat solids; BWC = body weight changes; BCC = body condition changes between periods.

^{a,b,c} Different letter superscripts for each variable indicate significant differences ($P < 0.01$).

Cuadro 4. Digestibilidad aparente de la dieta (%)

Table 4. Apparent digestibility of diet (%)

Variable	Treatments					SE
	T1	T2	T3	T4	T5	
Dry matter	68.1 ^{ab}	64.8 ^{ab}	62.5 ^b	65.2 ^{ab}	70.7 ^a	10.1
Organic matter	69.3 ^a	66.2 ^{ab}	63.5 ^b	66.3 ^{ab}	71.7 ^a	9.15
Crude protein	62.9 ^b	56.8 ^{cd}	55.5 ^d	61.5 ^{bc}	68.7 ^a	12.6
NDF	6.9 ^{ab}	54.8 ^{ab}	50.1 ^b	54.2 ^{ab}	61.4 ^a	19.8
ADF	51.2 ^a	55.9 ^a	52.1 ^a	54.4 ^a	0.9 ^a	23.6
Cellulose	68.2 ^b	65.1 ^b	65.0 ^b	69.2 ^b	74.7 ^a	6.19

T1 = 25% alfalfa hay inclusion in base forage; T2 = 27 % clitoria hay inclusion, T3 = 58% clitoria hay, T4 = 87% clitoria hay; T5 = 100% clitoria hay; SE = standard error.

NDF = neutral detergent fiber; ADF = acid detergent fiber.

a,b,c Different letter superscripts for each variable indicate significant difference ($P < 0.01$).

gramínea) presente en los ingredientes para los criterios de formulación de raciones y la interrelación que guarda con el CMS esperado^(16,30).

Los valores de digestibilidad de la MS encontrados en el T4 concuerdan con los encontrados por otros autores (74.2 vs 70.7 %). A pesar de la relación especial que guardan el CMS y la digestibilidad *in vivo* para el caso de leguminosas, la digestibilidad de la MS, MO y fracciones de fibra coinciden con la ingestión real de ENI por los animales en la presente prueba.

Una baja digestibilidad de la fibra significa que parte de los nutrimentos no se aprovechan. Cuando la tasa de digestibilidad de ésta es alta, significa que las condiciones en el rumen son apropiadas (pH). La inclusión de fuentes de nutrimentos como el heno de clitoria aporta condiciones apropiadas para el buen funcionamiento del rumen; la fibra de esta naturaleza es digerida por las bacterias y los hongos anaeróbicos promoviendo su multiplicación, para así hacer frente al ataque de fibra más refractaria a la digestión.

Se concluye que la inclusión de heno de clitoria en proporción del 100 % del forraje de la dieta, permite producciones de leche similares a la obtenida con el uso de alimento balanceado en vacas con potencial medio de producción, sin detrimento de

NDF (legume, grass) in the ingredients in ration formulation criteria and its interrelationship with expected DMI^(16,30).

The DM digestibility values for T4 agree with those found by other authors (74.2 vs 70.7 %). Despite the special relationship between DMI and *in vivo* digestibility for legumes, DM, OM and fiber fraction digestibility coincided with real NE₁ intake for animals in the present study.

Low fiber digestibility means that part of nutrients are not used, and high fiber digestibility means that rumen conditions (pH) are appropriate. Inclusion of nutrient sources such as clitoria hay provide the proper conditions for good rumen functioning as the fiber it contains is digested by the bacteria and anaerobic fungi in the rumen. This allows them to multiply and resist the attack of fiber that is more refractory to digestion.

Finally, inclusion of clitoria hay at 100% of diet forage provided a similar milk production to that obtained using a commercial concentrate in medium production potential cows. In addition, clitoria hay favors feed intake and improves milk fat content. Given these results, commercial concentrate use can be reduced up to 60 % in stabling feed schemes when using clitoria hay as 100 % of the forage.

la condición corporal del animal. Asimismo el heno de clitoria favorece el consumo de alimento y mejora el contenido de grasa en la leche. Con esquemas de alimentación en estabulación es posible reducir hasta en un 60 % el uso de alimento balanceado.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo brindado por el CONACYT y a la Fundación Produce Nayarit A. C. al proyecto 97-0301002, del cual surgió el presente estudio.

LITERATURA CITADA

1. Bogdan AV. Tropical pastures and fodder plants (Grasses and Legumes). London, England. Longman Group Limited. 1977.
2. Córdoba BA, Ramírez ZR. Conchita azul *Clitoria ternatea* cv tehuana, leguminosa forrajera para el Istmo de Tehuantepec. Folleto técnico No. 2. CIR-PS. Campo Experimental Istmo de Tehuantepec INIFAP-SAGAR. 1993.
3. Córdoba BA. Ensayo con 10 ecotipos de *Clitoria ternatea* bajo riego en el Istmo de Tehuantepec. Informe anual de resultados de 1987. CIR-PS. Campo Experimental Istmo de Tehuantepec INIFAP-SAGAR. 1987.
4. Skerman PJ. Tropical forage legumes. Roma, Italia. FAO. 1977.
5. Córdoba BA, Peralta MA, Ramos SA. Producción estacional de la asociación Digitaria decumbens/*Clitoria ternatea* L. con tres cargas animal y dos sistemas de utilización. Pasturas Tropicales 1987;9(1):27-31.
6. Arcos AR. Vacas Holstein-Frisian en lactación alimentadas con heno de clitoria (*Clitoria ternatea* L.) en Cocula, Guerrero [tesis licenciatura]. Cocula, Guerrero: Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero; 1987.
7. Coates DB. Tropical legumes for large ruminants. In: D'Mello JPF Devendra C editors. Chap. 8. Tropical legumes in animal nutrition. Oxon, England. CAB Internacional; 1995:191-230.
8. Córdoba BA. Estudio del empacado de *Clitoria ternatea* L. bajo riego a diferentes etapas fenológicas y tres tiempos de deshidratado. Informe anual de resultados de 1986. CIR-PS. Campo Agrícola Experimental Istmo de Tehuantepec INIFAP-SAGAR. 1986.
9. Barro C, Ribeiro A. The study of *Clitoria ternatea* L. hay as a forage alternative in tropical countries. Evaluation of the chemical composition of four different growth stages. J Sci Food Agric 1982;(34):780-782.
10. Martínez JM, Peralta A. Establecimiento y producción de forraje de *Clitoria ternatea* en Iguala Guerrero, México. Primera reunión de la RIEPT-CAC. Veracruz, Ver. 1988.
11. ICA. Instituto de Ciencia Animal. Informe técnico 1985-1986. Nuevo Vedado, La Habana, Cuba. 1986.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the CONACYT and Fundación Produce Nayarit, A.C. for their support of Project 97-0301002, of which this study is a part.

End of english version

12. Sosa RE. Utilización de la *Clitoria ternatea* como suplemento para la producción de leche. Informe anual de investigación. Campo experimental Chetumal. INIFAP-SAGAR. Chetumal, Quintana Roo. 1990.
13. Villanueva AJF, Bonilla CJA, Bustamante GJJ. Respuesta productiva de vacas suizo-pardo suplementadas con niveles crecientes de *Clitoria ternatea* L. [resumen]. XXXIII Reunión nacional de investigación pecuaria en México. Cuernavaca, Morelos. 1996:270.
14. García DME. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3ª ed. México: UNAM; 1981.
15. Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farber T, Webster G. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J Dairy Sci 1989;(72):68-78.
16. Mertens DR. Balancing carbohydrates in dairy rations. In: Proc. Conf. Cornell Large Dairy Herd Management. Ithaca, NY, USA. 1988:150-161.
17. NRC. National Research Council. The nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, DC, USA: National Academy Press; 2000.
18. Steel RGD, Torrie JH. Principios y procedimientos de bioestadística. 2ª ed. México DF.: Ed. Interamericana; 1988.
19. Rodríguez GF, Llamas LG. Digestibilidad, balance de nutrimentos y patrones de fermentación ruminal. En: Castellanos RA, Llamas LG, Shimada SA editores. Manual de técnicas de investigación en Rumiología. México. PAIEPEME AC; 1990:95-126.
20. AOAC. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington, VA, USA: Association of Official Analytical Chemists. 1990.
21. Bath D, Dunbar J, King J, Berry S, Olbrich S. Byproducts and unusual feedstuffs. Feedstuffs Reference Issue. Minnesota, Minn, USA. Miller Publishing Co.; 1997.
22. Dunham JR, Kroger M. Milk preservatives. Handbook National Coop. Dairy Herd Improvement Program. USDA Extension Service. Madison, Wisconsin, USA. 1985.
23. Porter PA. The acid detergent insoluble ash digestibility marker and its use in lactating dairy cows [tesis doctoral]. Ithaca, New York, USA: Cornell University; 1987.
24. Van Soest PJ, Robertson JB. Analysis of forage and fibrous foods - A laboratory manual for animal science No. 613. 1st ed. Ithaca, New York, USA: Cornell University Press; 1985.
25. SAS. SAS/STAT User's Guide for personal computers (Version 6.0). Cary, NC USA: SAS Inst. Inc. 1990.
26. Romney DL, Gill M. Intake of forages. In: Givens *et al* editors. Chap. 3. Forage evaluation in ruminant. 1st ed. Oxon, England. CABI Publishing; 2000:43-62.

HENO DE CLITORIA PARA VACAS SUIZO PARDO

27. Mould FL, Ørskov ER, Mann SO. Associative effects of mixed feeds. 1. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis in vitro and dry matter digestion of various roughages. *Anim Feed Sci Technol* 1983;(10):15-30.
28. Schneider BH, Flatt WP. The evaluation of feeds through digestibility experiments. 1st ed. Athens, Georgia, USA. The University of Georgia Press; 1975.
29. Kavas JR, Shaver RD, Woodford JA, Jorgensen NA, Rohwedder DA. Forage quality for dairy cattle. In: *Proceed Minnesota Nutr Conf.* St. Paul, Minnesota, USA. University of Minnesota; 1983:1-10.
30. Mertens DR. Regulation of forage intake, In: Fahey GC *et al* editors. *Forage quality, evaluation and utilization.* University of Nebraska-Lincoln; 1994:450-492.
31. Van Soest, PJ. *Nutritional ecology of the ruminant.* 2nd ed. Ithaca, New York, USA: O & B Books, Inc.; 1994.
32. Polan CE. Protein and amino acids for lactating cows. In: Van Horn HH, Wilcox CJ editors. *Chap. 26. Large dairy herd management.* 1st ed. Champaign, Illinois. American Dairy Science Association; 1999:236-247.
33. Ellis WC, Poppi D, Matis JH. Feed intake in ruminants: Kinetic aspects. In: D' Mello JPF editor. *Chap. 16. Farm animal metabolism and nutrition.* 1st ed. Oxon, England. CABI Publishing; 2000:335-363.
34. Muller LD, Fales SL. Supplementation of cool-season grass pastures for dairy cattle. In: Cherney JH, Cherney DJR editors. *Chap. 13. Grass for dairy cattle.* 1st ed. Oxon, England. CABI Publishing; 1998:335-350.

