

LA SUSTITUCION DE MAIZ POR PULPA DE CITRICOS DESHIDRATADA SOBRE LA PRODUCCION Y COMPOSICION LACTEA DE VACAS ENCASTADAS HOLSTEIN EN EL TROPICO HUMEDO DE COSTA RICA^{1/*}

Augusto Rojas-Bourrillón^{2/**}, Luis Gamboa^{***}, Miltón Villareal^{****},
Evelio Viquez^{*****}, Ricardo Castro^{*****}, Mathew Poore^{*****}

Palabras clave: Pulpa de cítricos, maíz, composición láctea, producción láctea, Costa Rica, nutrición animal.

RESUMEN

Se evaluó la sustitución de maíz por pulpa de cítricos deshidratada en la dieta de ganado lechero, mediante la inclusión de 0, 15, 30 y 45% de la pulpa en el alimento balanceado. El alimento balanceado fue ofrecido en relación 3:1 (leche:alimento balanceado) a vacas mestizas Holstein pastoreando Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) con 21 días de recuperación. Adicionalmente, los alimentos balanceados fueron ofrecidos a toretes fistulados, para estimar su efecto sobre la degradabilidad del forraje a las 48 h de incubación. La adición de pulpa incrementó los valores de pH del contenido ruminal sin causar alteración en la degradabilidad de la materia seca del forraje incubado. No se determinó cambios en la concentración del ácido acético por la inclusión de la pulpa. Similarmente, la pulpa no alteró la producción de leche con respecto al control; sin embargo, la producción de leche corregida al 4% G se maximiza (16 kg/vaca) con 30% de inclusión. La persistencia, con un valor promedio de 84.5%, tampoco fue afectada por la

ABSTRACT

Replacement of corn by dehydrated citrus pulp on milk production and composition of crossbred Holstein in the humid tropics. A study was conducted to evaluate the replacement of corn by dehydrated citrus pulp in the grain mixture used for lactating dairy cows. The levels of citrus pulp in the grain mixture were 0, 15, 30 and 45%. The grain mixture was fed at a ratio of 3:1 (milk:concentrate) to cows grazing *Cynodon nlemfuensis* with a regrowth period of 21 days. In addition, grain mixtures were fed to fistulated steers to estimate their effect upon DM degradation of the grass. The added pulp increased the pH value of rumen contents without any effect on grass DM degradability. Acetic acid concentration was not affected by the addition of citrus pulp. Milk yield was not affected by the levels of citrus pulp; however, 4% FCM was maximized at 16 kg/cow when citrus pulp reached 30% in the grain mixture. Milk persistence was not affected by the addition of citrus pulp with an average value of 84.5%. Percentage and yield of

1/ Recibido el 20 de enero del 2000.

2/ Autor para correspondencia.

* Proyecto financiado por Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos, Empresa Tico Fruit y Programa UDLP UCR-UNA-NCSU.

** Escuela de Zootecnia y Centro de Investigaciones en Nutrición Animal. Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica.

*** Propietario finca.

**** Escuela de Ingeniería Agronómica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Santa Clara, San Carlos, Costa Rica.

***** Departamento de Concentrados, COOPROLE, San José, Costa Rica.

***** Departamento de Ciencia Animal, Universidad de Carolina del Norte, Raleigh, U.S.A.

adición de pulpa. Los contenidos y producciones (kg/vaca/día) de sólidos totales, grasa, proteína y sólidos no grasos, aumentaron al sustituir el maíz por la pulpa de cítricos, obteniéndose las mayores respuestas con el nivel de 30% de pulpa en el alimento balanceado. Dicha inclusión representa un consumo diario estimado de 1.8 kg de pulpa deshidratada por vaca y la sustitución de un 75% del maíz utilizado en las mezclas balanceadas para vacas de mediano nivel de producción.

INTRODUCCION

Durante los últimos 5 años la industria de cítricos ha demostrado ser una alternativa de desarrollo para la Región Huetar Norte de Costa Rica. Entre los cítricos, la producción de naranja es la más importante, llegando incluso a representar más del 75% del área total del país dedicada a este tipo de cultivo. Actualmente, se estima un total de 17.000 a 18.000 ha sembradas en la zona norte del país. Como resultado del incremento en la producción de naranja, existió preocupación por el efecto contaminante de los residuos derivados del procesamiento de la fruta para la obtención de jugo, lo cual solo en la región de San Carlos asciende a 210.000 ton/año. Así, se procedió a la deshidratación de los mismos con la finalidad de eliminar este problema y ofrecer una alternativa para la alimentación animal.

La industria láctea en Costa Rica ha venido sufriendo el embate de los precios de las materias primas importadas, principalmente el maíz y la soya. Se estima que la alimentación representa un 58% del costo de producción de 1 L de leche y del cual un 79% está representado por los alimentos balanceados (Abarca y Madriz 1999). Esto genera una gran vulnerabilidad del sistema productivo al ser dependiente de materiales importados y establece serias limitantes para la competencia en la apertura de mercados.

Esta situación ha promovido la búsqueda de recursos alimenticios propios, de fácil disponibilidad y en volúmenes capaces de soportar las necesidades de la industria alimentaria. Experiencias realizadas por Rojas-Bourrillón y Dor-

mond (1995) establecen que la pulpa de cítricos es un material altamente degradable en el rumen, presentando valores mayores a los forrajes comúnmente utilizados y similar a otros materiales como la cascarilla de soya, la cual se emplea como sustituto energético del maíz en los alimentos balanceados. Se considera así a la pulpa de cítricos como una fuente de fibra altamente fermentable en el rumen, aportando cantidades importantes de sustratos energéticos para la actividad ruminal.

Experiencias tropicales y en otras latitudes (Rodríguez 1971, 1972, Belibasakis y Tsirgogianni 1996, Wing 1975) indican que este material puede sustituir el aporte de granos en las raciones para vacas lecheras tanto de mediano como de alto nivel de producción, así como en ganado de engorde y en el desarrollo de terneros.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de niveles crecientes de pulpa de cítricos deshidratada, en sustitución del maíz, sobre la producción y composición láctea de vacas con alto encaste Holstein y sobre parámetros ruminales de novillos fistulados en la zona de San Carlos, Costa Rica.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de niveles crecientes de pulpa de cítricos deshidratada, en sustitución del maíz, sobre la producción y composición láctea de vacas con alto encaste Holstein y sobre parámetros ruminales de novillos fistulados en la zona de San Carlos, Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en una finca comercial localizada en la zona de Aguas Zarcas, San Carlos, a una altura de 100 msnm y una precipitación y temperatura promedio de 3600 mm y 26°C respectivamente.

Animales y dietas

Cuarenta vacas cruzadas, con predominancia de sangre Holstein, fueron agrupadas en 4 lotes de acuerdo al nivel de producción (promedio 16.4 ± 2 kg) y al estado de lactancia (promedio 62.6 ± 32 días). Los grupos fueron aleatorizados en los siguientes tratamientos: 0, 15, 30 y 45% de inclusión de pulpa deshidratada en el alimento balanceado, correspondiente a la sustitución del maíz en 0, 50, 75 y 100%. El alimento se balanceó tanto isoproteico como isoenergético y se ofreció en relación 3:1 (leche:alimento balanceado) durante todo el período experimental, los niveles de alimento fueron ajustados semanalmente acorde con la producción. Los animales pastorearon apartos con predominancia de Estrella Africana (*Cynodon nlemfuensis*) de 21 días de rebrote. Además, recibieron sales minerales durante el ordeño. La composición promedio de la pulpa de cítricos utilizada fue de 93% materia seca, 6.22% proteína cruda, 3.84% extracto etéreo, 29% fibra detergente neutro, 24.9% fibra detergente ácida, 3.82% lignina, 7.31% cenizas, 1.5% de calcio y 0.08% de fósforo.

Así mismo, muestras de forraje simulando lo cosechado por los animales fueron recolectadas manualmente para el análisis de la composición química y la estimación de degradabilidad ruminal de la MS a 48 h. Muestras del alimento balanceado fueron recolectadas en los comederos durante el experimento. La composición nu-

tricional del alimento balanceado y del forraje ofrecido se aprecia en el Cuadro 1.

Los contenidos de materia seca, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, Ca, y P fueron determinados mediante los procedimientos establecidos por la AOAC (1980), los contenidos de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) de acuerdo a Van Soest y Robertson (1985) y los carbohidratos no estructurales (CNE) según Eastridge (1994). La digestibilidad *in vitro* de la materia seca se determinó de acuerdo a Goering y Van Soest (1970).

Parámetros de producción y del contenido ruminal

El período experimental fue de 13 semanas, considerando una fase previa de 3 semanas de adaptación durante la cual se incrementaron, paulatinamente, las cantidades de pulpa a los niveles establecidos para cada grupo experimental. La producción de leche se midió una vez por semana en forma individual mediante pesadores por goteo Waikato, y se realizó un análisis de composición mediante Milko Scan, en una muestra compuesta (60 ml) en relación 60:40 correspondientes a la producción de la mañana y tarde, respectivamente.

Durante la fase experimental 4 toretes con fístula ruminal permanente que pastoreaban con las vacas experimentales, fueron alimentados con los alimentos balanceados (6 kg/animal/día)

Cuadro 1. Composición nutricional de los alimentos balanceados y forraje utilizados.

Nutrimento	Nivel de pulpa de cítricos (%)				Estrella Africana 21 días
	0	15	30	45	
Materia seca	83	85.56	84.96	84.17	24.5
Proteína cruda	13.76	13.57	12.73	12.86	12.45
Extracto etéreo	2.23	2.33	2.26	1.92	3.05
FND	31.45	32.22	30.60	30.59	64.85
FAD	---	---	---	---	33.15
Cenizas	7.7	7.67	8.13	7.73	8.05
Calcio	0.64	0.84	0.85	0.89	0.23
Fósforo	0.56	0.54	0.55	0.43	0.31
CNE*	45.78	44.21	46.28	46.90	11.6
DIVMS**	---	---	---	---	65.8

CNE = carbohidratos no estructurales.

DIVMS = digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

de acuerdo a un diseño de cuadrado latino de sobrecambio 4x4. El período experimental consistió de 14 días, considerando una fase de adaptación de 12 días y de incubación de muestras de forraje en los 2 últimos días. Muestras de 4 g se incubaron durante 48 h utilizando bolsas de nylon y una relación aproximada de 17 mg/cm², las 4 bolsas fueron ancladas en una manguera plástica (Orskov et al. 1980) y depositadas en la parte ventral del rumen de cada animal. Las bolsas fueron extraídas aproximadamente 4 días después del suministro del alimento balanceado, coincidiendo con el muestreo de licor ruminal. Una vez extraídas estas fueron lavadas manualmente hasta que el agua fuera cristalina. La fracción soluble del material (incluyendo pérdidas por lavado) se estimó lavando bolsas con el forraje en forma similar al resto que fueron incubadas.

El valor de pH de los contenidos ruminales se midió inmediatamente mediante un potenciómetro portátil TwinpH. Posteriormente, las muestras de licor ruminal para análisis de AGV fueron almacenadas a 4°C. Los contenidos de ácidos grasos volátiles se determinaron mediante los procedimientos descritos por Playne (1985).

Análisis de la información

Los datos de producción láctea, producción de leche corregida al 4% de grasa y de composición, fueron analizados mediante el progra-

ma de cuadrados mínimos GLM de SAS (1985), considerando como variables en el modelo los efectos de los niveles de pulpa, y dentro del error los efectos animales y semanas experimentales. La producción de leche fue corregida mediante covarianza, utilizando la producción obtenida durante la fase previa.

La persistencia fue calculada como: promedio por tratamiento x 100/promedio antes del tratamiento de acuerdo a Kung y Huber (1983) y analizada mediante el programa de cuadrados mínimos GLM de SAS como un diseño completo al azar.

Los valores de pH, ácidos grasos volátiles del contenido ruminal y la degradabilidad a 48 h de forraje Estrella Africana incubado, fueron analizados de acuerdo al diseño de cuadrado latino 4x4 de sobrecambio mediante SAS (1985).

RESULTADOS Y DISCUSION

Parámetros ruminales

La adición de pulpa alteró los valores de pH ruminal, sin causar deterioro en el aprovechamiento del pasto ofrecido a las vacas (Cuadro 2). Algunos investigadores han llamado la atención sobre la posibilidad de una acidosis al utilizar pulpa de cítricos (Cullen et al. 1986); sin embargo, los valores de pH en este ensayo son superiores al valor de 6.2 considerado como punto crítico, a

Cuadro 2. Parámetros ruminales y degradabilidad de la materia seca del pasto Estrella Africana en toretes que consumen pulpa de cítricos deshidratada.

Parámetro	Nivel de pulpa en alimento balanceado (%)				DE*	Prob.
	0	15	30	45		
pH	6.48a	6.38a	6.56b	6.61b	0.09	0.001
Acido acético %M	54.74a	57.14a	56.04a	55.82a	1.62	0.31
Acido propiónico %M	24.10a	21.72a	21.55a	21.73a	1.46	0.13
Acido butírico %M	21.15a	21.14a	22.40a	22.44a	2.57	0.80
Relación C2/C3	2.30b	2.67a	2.64a	2.63a	0.18	0.09
Degradabilidad MS (%)	75.40a	77.79a	76.87a	75.09a	3.43	0.66
Fracción Potencial degradable (%)	48.53a	50.92a	50.08a	48.22a	3.43	0.66

Medias con diferente letra difieren estadísticamente.

* DE = desviación estándar.

Probabilidad = significativo P≤0.05; altamente significativo P≤0.01.

Cuadro 3. Producción de leche y persistencia de vacas que consumen alimento balanceado con niveles crecientes de pulpa de cítricos deshidratada.

Parámetro	Nivel de pulpa en concentrado (%)				DE*	Prob.
	0	15	30	45		
Producción leche kg/día	14.57a	14.62a	15.09a	14.83a	1.93	0.14
Producción 4% grasa kg/día	14.69b	15.26ab	16.03a	15.49ab	2.41	0.03
Persistencia (%)	80.80a	86.65a	89.04a	81.66a	10.59	0.28

Medias con diferente letra difieren estadísticamente.

* DE = desviación estándar.

Probabilidad = significativo $P \leq 0.05$; altamente significativo $P \leq 0.01$.

partir del cual se inicia una inhibición parcial de la degradación de la fibra (Mould y Orskov 1983), lo que se reflejaría en una reducción en consumo, producción de leche y contenidos de grasa láctea.

La proporción de ácido acético no varió entre los tratamientos, lo que impide relacionarla con la mejoría observada en el contenido de grasa láctea (Cuadro 4), quizás debido a las diferencias entre los animales fistulados y las vacas en producción, aunque la relación molar acético:propiónico se incrementa ($P \leq 0.09$) de 2.3 a 2.64 cuando se adiciona la pulpa de cítricos. Wing (1975), no encontró cambios en la proporción de ácido acético en contenidos ruminales de novillos con o sin acceso a pulpa de cítricos, aunque experimentos previos indican un aumento en la relación acético:propiónico al incrementar los niveles de pulpa de cítricos (Schaibly y Wing 1974).

Producción de leche y persistencia

La inclusión de pulpa de cítricos no alteró significativamente la producción de leche ni la persistencia durante el tiempo de la prueba, aunque se denota que la producción láctea tiende a maximizarse con el nivel de 30% de pulpa, produciéndose un incremento de 0.5 kg. Al analizar la producción de leche corregida, se determinó una mejoría de 1.5 kg con la inclusión de este nivel de pulpa (Cuadro 3). Adiciones mayores de pulpa (45%) causan producciones de leche parecidas al grupo control. Resultados similares fueron obtenidos por Belibasakis y Tsirgogianni

(1996), quienes utilizaron un 20% de pulpa en la ración total, correspondiente a un consumo diario de pulpa de 3.74 kg/animal. Ellos observaron un aumento no significativo de 0.5 y 1.8 kg en producción diaria y corregida al 4% grasa respectivamente. En la presente investigación el consumo se estimó en 1.8 kg en el nivel de 30% del alimento balanceado.

Composición y producción de componentes lácteos

La inclusión de pulpa de cítricos causó una mejoría ($P \leq 0.04$) en el contenido de sólidos totales, proteína y sólidos no grasos (Cuadro 4), obteniéndose las mayores respuestas con el nivel de 30%. El contenido de grasa tiende a ser mayor al adicionar la pulpa, aunque no se determinó diferencias ($P \leq 0.05$) entre los niveles de pulpa de cítricos; mientras que el contenido de lactosa permanece similar en todas las dietas. La correspondiente producción de componentes lácteos se observa en el Cuadro 5, donde se aprecia que la inclusión de pulpa permite incrementar la producción de sólidos totales, grasa, proteína, lactosa y sólidos no grasos, principalmente, como resultado de la mejoría en producción y en los cambios en composición. Las mayores respuestas en producción de componentes lácteos se obtienen cuando se adiciona un 30% de la pulpa deshidratada en el alimento balanceado.

En trabajos realizados por Wing (1975) y Rodríguez (1971, 1972) no se determinó una mejoría en el contenido de grasa láctea con la adi-

Cuadro 4. Componentes lácteos de vacas que consumen niveles crecientes de pulpa de cítricos deshidratada.

Parámetro	Nivel de pulpa en concentrado (%)				DE*	Prob.
	0	15	30	45		
Sólidos totales (%)	13.04b	13.45a	13.57a	13.45a	1.10	0.04
Grasa (%)	4.29b	4.61a	4.61a	4.63a	0.85	0.10
Proteína (%)	3.36b	3.43ab	3.50a	3.42ab	0.26	0.04
Lactosa (%)	4.68a	4.71a	4.75a	4.69a	0.25	0.41
Sólidos no grasos (%)	8.75b	8.95ab	8.96a	8.82b	0.41	0.04

Medias con diferente letra difieren estadísticamente.

* DE = desviación estándar.

Probabilidad = significativo $P \leq 0.05$; altamente significativo $P \leq 0.01$.

Cuadro 5. Producción de componentes lácteos de vacas que consumen niveles crecientes de pulpa de cítricos deshidratada.

Parámetro	Nivel de pulpa en concentrado (%)				DE*	Prob.
	0	15	30	45		
Sólidos totales (g/día)	1.835b	1.907ab	1.991a	1.906ab	0.26	0.01
Grasa (g/día)	0.603b	0.648a	0.676a	0.652a	0.13	0.02
Proteína (kg/día)	0.473b	0.486b	0.511a	0.484b	0.06	0.007
Lactosa (kg/día)	0.659b	0.673ab	0.702a	0.669b	0.09	0.12
Sólidos no grasos (kg/día)	1.23b	1.26b	1.31a	1.25b	0.16	0.05

Medias con diferente letra difieren estadísticamente.

* DE = desviación estándar.

Probabilidad = significativo $P \leq 0.05$; altamente significativo $P \leq 0.01$.

ción de pulpa de cítricos; aunque se ha señalado que esta pulpa favorece un aumento en la proporción de ácido acético en el rumen, el cual es un precursor de la síntesis de grasa en la glándula mamaria.

En la presente investigación, la mejoría tanto en producción como en componentes lácteos, podría estar asociada a la alta degradabilidad de la pulpa de cítricos (90 a 96%) y a las velocidades de aprovechamiento (7.25%) (Rojas y Dormond 1995), que aportan importantes cantidades de materia orgánica fermentable en el rumen, capaces de sostener energéticamente una actividad microbiana similar e inclusive mejor para rumiantes en pastoreo, que la producida con el

consumo del almidón proveniente del maíz. La pulpa de cítricos ha sido catalogada como una fuente de fibra fácilmente disponible, con importantes aportes de pectina, la cual es más fermentable que el almidón, y además posee una capacidad alcalinizante natural, lo que permite mantener valores de pH apropiados para la actividad de los microorganismos degradadores de fibra en el rumen.

La respuesta de la vaca se optimiza cuando se logra acoplar la ingestión de sustratos energéticos, tanto a nivel ruminal como intestinal (fibra-almidón-azúcares). Aparentemente, la inclusión de cantidades superiores al 30% de pulpa de cítricos en el alimento balanceado, compromete

esta optimización, debido a la carencia de sustratos gluconeogénicos como el ácido propiónico a nivel ruminal y de almidón sobrepasante a nivel intestinal, ambos componentes principalmente derivados del almidón proveniente del maíz. Así, la exclusión total de maíz del alimento balanceado, estaría limitando la respuesta de la vaca, aunque esto podría no ocurrir con vacas de menor potencial a las utilizadas en el presente ensayo. La mejoría al incluir la pulpa, con respecto al alimento balanceado (basado en maíz) probablemente ocurre porque estas mezclas balanceadas son deficientes en sustrato energético a nivel ruminal, debido a la capacidad sobrepasante del almidón del maíz.

IMPLICACIONES

La incorporación de pulpa de cítricos permite reducir sustancialmente (75%) el aporte de maíz en el alimento balanceado de vacas de producción, lo que representa una ventaja comparativa tanto para el productor como para el país. Para maximizar el aprovechamiento ruminal y optimizar la producción de proteína microbiana de bajo costo, proveniente de la pulpa, se requiere de la incorporación de compuestos nitrogenados que se acoplen a la velocidad de aprovechamiento de la pulpa de cítricos.

La inclusión de altas cantidades de pulpa de cítricos en vacas de mayor nivel de producción, puede estar limitada por un déficit de glucosa proveniente de almidón sobrepasante, lo cual requiere ser evaluado.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al señor Humberto Gamboa productor asociado de COOPROLE por la colaboración brindada para realizar esta investigación.

LITERATURA CITADA

ABARCA A.R., MADRIZ C.A. 1999. Determinación de la competitividad económica de la explotación lechera especializada de las zonas altas del Valle Central

(Cartago y Coronado) y de San Carlos ante el Convenio marco del GATT. Tesis Lic. Economía Agrícola. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 161 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS (AOAC). 1980. Methods of Analysis. Washington D.C.

BELIBASAKIS N.G., TSIRGOGIANNI D. 1996. Effects of dried citrus pulp on milk yield, milk composition and blood components of dairy cows. Anim. Feed Sci. Technol. 60:87-92.

CULLEN A.J., HARMON D.L., NAGARAJA T.G. 1986. *In vitro* fermentation of sugar, grains and by products feeds in relation to initiation of ruminal lactate production. J. Dairy Sci. 69:2616.

EASTRIDGE M. 1994. Influence of fiber intake on animal health and productivity. Tri-State Dairy Nutrition Conference. p. 45-64.

GOERING H.K., VAN SOEST P.J. 1970. Forage fiber analysis. Department of Agriculture. USA. Handbook Nº379. 30 p.

KUNG L.J.R., HUBER J.T. 1983. Performance of high producing cows in early lactation fed protein of varying amounts sources and degradability. J. Dairy Sci. 66:227.

MOULD F.L., ORSKOV E.R. 1983. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulosis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. Anim. Feed Sci. Technol. 10:1-10.

ORSKOV E.R., HOWELL F.D., MOULD F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. Tropical Animal Production 5:195.

PLAYNE M.J. 1985. Determination of ethanol, volatile fatty acid, lactic and succinic acids in fermentation liquids by gas chromatography. J. Sc. Food Agr. 36:638.

RODRIGUEZ V. 1971. El uso de la pulpa deshidratada de naranja para la producción de leche. Rev. Cubana Cienc. Agric. 5:263-269.

RODRIGUEZ V. 1972. Efecto de diferentes niveles de pulpa de cítricos deshidratada como suplemento a vacas en pastoreo libre o restringido. Rev. Cubana Cienc. Agric. 6:9-14.

ROJAS-BOURRILLON A., DORMOND H. 1995. Nutritive value and composition of citrus pulp produced in San Carlos. UDLP Coordination Meeting. Raleigh

San Carlos. UDLP Coordination Meeting. Raleigh North Carolina, U.S.A. p. 4.

S.A.S. 1985. SAS/SAT. Guide for personal computers. 5 ed. SAS. Inst. Inc. Cary, N.C. USA. 378 p.

SCHAIBLY G.E., WING J.M. 1974. Effect of roughage concentrate ratio on digestibility and rumen fermentation of corn silage citrus pulp rations. J. Anim. Sci. 38:697-701.

VAN SOEST P.J., ROBERTSON J.B. 1985. Analysis of forages and fibrous food. A laboratory Manual for Animal Science. Cornell University. 613 p.

WING J.M. 1975. Effect of physical form and amount of citrus pulp on utilization of complete diets for dairy cattle. J. Dairy Sci. 58:63-66.

ALABAMA

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486

ALABAMA

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486

Alabama State University
Tuscaloosa, Alabama 35486