



¿EFECTO DE LA EDAD (MADUREZ)
DEL PASTO KIKUYO EN LA
DIGESTIBILIDAD

James R. Carpenter

Ph.D. Nutrición Animal, Universidad de Coronell, Ithaca, N.Y. **U.S.A.**

M.S. Ciencias Animales, Universidad de Hawaii, Honolulu. **U.S.A.**

B.S. Agricultura, Universidad de Vermont, Burlington, V.T. **U.S.A.**

E-mail: ejim@hawaii.edu

Abstract

Cattle production throughout the world is limited by the available pastures' ability to support acceptable milk production and body weight gains. Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) is one of the world's major forage species, found particularly in tropical/sub-tropical climates. It is a very hardy species and maintains active year-round growth, although productivity decreases considerably during the cooler periods or when ground water is limited. Studies have shown that the chemical composition and digestibility of kikuyo vary widely depending on age or regrowth (maturity), weather (temperature, wind velocity and rainfall), sunlight (day length and solar radiation), geographical location (soil type and elevation), soil pH and fertility, and pasture management techniques. Kikuyo grass decreases in nutritive value and digestibility with extended growth periods (up to 24 weeks) Protein levels (range from a low near 4% to >20%) and digestibility (range from near 0 to >70%) progressively declined with each advanced regrowth interval. Protein in kikuyo grass is 20-40% soluble and the ADIN ranges from 3.5-15% of N. The fiber fraction (CF range, 25-35%; NDF, range 60-80%; and ADF range, 30-45% of DM) increased rapidly up to 9-12 weeks, then remained relatively constant during the remainder of the 24-week regrowth period. Digestibility of OM, fiber fractions and energy also decreased with age of regrowth. Data suggest that the variation in nutrient composition due to solar radiation within any given regrowth period was equal to or greater than the variation due to age of regrowth, suggesting that solar radiation may be a more accurate indicator to predict nutrient composition than chronological age. Kikuyo grown at higher elevation and in higher rainfall areas tended to be higher in CP and IVTD, and lower in fiber components than grasses grown at lower elevation and in lower rainfall regions. Use of fertilizer with adequate moisture is an excellent way of raising the forage yield and nutritional value of kikuyo grass. The addition of energy and/or protein supplements in both in vivo and in vitro studies increased the digestibility of the total rations, but the digestibility of the kikuyo grass nutrients themselves did not





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



change, or may be slightly depressed. Therefore, the improved animal performance with pasture supplements is a result of an increase in quantity of readily available nutrients consumed and not a change in DM or fiber digestion of kikuyo in the rumen. Kikuyo pastures are capable of producing large quantities of forage dry matter, but its rapidly changing nutrient composition impacts intake, digestibility and animal performance. Therefore, the potential to increase milk and meat production on these lands can only be realized if recent innovations in fertilization, grazing management, strategic supplementation and/or rangeland conservation are adopted.

Resumen

La producción de ganado en el mundo está limitada por la capacidad de los pastos disponibles de soportar una producción de leche, y de ganancia de peso corporal aceptable. El pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) es una de las mayores especies de forraje en el mundo, y se encuentra particularmente en climas tropicales y subtropicales. Es una especie resistente y mantiene un crecimiento activo durante todo el año, aunque su productividad decrece considerablemente durante los períodos más frescos o cuando el agua del suelo es limitada. Los estudios han mostrado que la composición química y la digestibilidad del kikuyo varía ampliamente dependiendo de la edad y rebrote (madurez), clima (temperatura, velocidad del viento y régimen de lluvias), pH del suelo y fertilidad, y técnicas de manejo del pasto.

El pasto kikuyo decrece su valor nutritivo y digestibilidad sobre períodos de crecimiento muy largos (hasta 24 semanas). Los niveles de proteína (con un rango entre 4% y más de 20%) y la digestibilidad (rango entre 0% hasta más de 70%) declinan progresivamente con el avance en los intervalos de rebrote. La proteína del pasto kikuyo es soluble entre 20 y 40% y los rangos de ADIN varían entre un 3.5 y un 15% de nitrógeno. La fracción de fibra (rango FC, 25 - 35%; rango FDN 60 - 80%; rango FDA 30 - 45% de MS) aumentó rápidamente hasta la semana 9 - 12, luego permaneció relativamente constante durante el crecimiento restante del período de 24 semanas. La digestibilidad de MO, las fracciones de fibra y energía, decrecen también con la edad de rebrote. Los datos sugieren que la variación en la composición de nutrientes debida a la radiación solar dentro de cualquier período de rebrote dado, fue igual o mayor que la variación debida a la edad de rebrote, sugiriendo que la radiación solar puede ser un indicador más preciso para predecir la composición nutricional que la edad cronológica.

El kikuyo, que crece a elevaciones superiores y en áreas de lluvias mayores, tiende a tener niveles más altos de PC y DTIV, y menores componentes de fibra que los pastos que crecen a elevaciones menores y en regiones de menos lluvias. El uso de un fertilizante con la humedad adecuada es una excelente forma de elevar el rendimiento del forraje y el valor nutricional del pasto kikuyo. La adición de suplementos proteicos y/o energéticos en estudios tanto in vivo como in vitro, incrementan la digestibilidad de las raciones totales, pero la digestibilidad de los



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



nutrientes del pasto kikuyo, por sí misma, no cambia o puede verse ligeramente deprimida. Así, el mejoramiento en el rendimiento del animal con suplementos, es el resultado de un incremento en la cantidad de nutrientes rápidamente disponibles consumidos, y no del cambio en MS o digestión de fibra del pasto kikuyo en el rumen. Entonces, el potencial para incrementar la producción de leche o carne en estas tierras solamente puede llevarse a cabo si se ha adoptado innovaciones recientes en fertilización, manejo del pastoreo, suplementación estratégica y/o la conservación de las tierras de la finca.

Introducción

La producción de ganado en regiones tropicales y subtropicales alrededor del mundo, está limitada por la capacidad de los pastos disponibles de soportar producciones de leche, y ganancias de peso corporal aceptables. La digestión eficiente del rumiante incluye un balance de proteína y energía de solubilidad variable para los microorganismos del rumen, que a su vez entrega aminoácidos y ácidos grasos volátiles (AGV) para ser absorbidos y usados para el crecimiento, la producción de leche y la ganancia de peso. Cantidades insuficientes de proteína y energía de solubilidad complementaria en el pasto consumido por el rumiante, pueden limitar la eficiencia del rendimiento microbial, la digestión de la fibra del forraje y, consecuentemente, el desempeño del animal.

Los estudios han mostrado que la composición química de los forrajes, y en particular del pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), varían ampliamente de acuerdo con la ubicación geográfica (tipo de suelo y altitud), clima (temperatura, radiación solar y régimen de lluvias), pH del suelo y fertilidad, y las técnicas de manejo del pasto. Como es conocido, los pastos tropicales maduran rápidamente y su valor nutritivo decrece en contenidos bajos de carbohidratos solubles y proteínas, acompañados de niveles más altos de fibra y lignina. Existen pocas dudas acerca de que el Kikuyo y las mezclas Kikuyo-leguminosas producen una pastura deseable, si hay suficiente luz, agua y fertilidad; y si el potrero ha sido pastoreado debidamente. Si se practican buenos métodos de pastoreo, el Kikuyo no se volverá rancio e inpalatable, especialmente si se usan sistemas de lotes pequeños. Debido a sus características de crecimiento expansivo, el Kikuyo también ayuda a controlar especies de plantas no deseables, consideradas como malezas. También sirve para evitar o regular la erosión. La idea de la utilización eficiente de forrajes en los sistemas de producción animal, no sólo obedece al uso juicioso de las fuentes de forraje disponibles, sino para reducir la competencia de los humanos por las fuentes de alimentos.





Factores que Influencian el Rendimiento y la Composición Nutricional

Edad de Rebrote (Madurez)

Los primeros estudios de Sherrod e Ishizaki (1966, 1967) indican que el valor nutricional del pasto Kikuyo decrece con los períodos de rebrote extendidos de hasta 24 semanas (Figuras 1a y 1b). Los niveles de proteína declinan rápidamente en las primeras 8 y 9 semanas, y luego progresivamente, decrecen a un porcentaje más lento hasta las 24 semanas de edad. Los niveles de Extracto Etéreo (EE) y cenizas también disminuyen con la edad. En contraste, el contenido de Fibra Cruda (FC) se incrementa hasta las primeras 9 a 12 semanas, y luego, permanece relativamente constante durante el resto del período de rebrote de 24 semanas. Los Nutrientes Digestibles Totales (NDT), que decrecen entre un 10 y 17% en kikuyos de 3 y 24 semanas de edad, reflejan los niveles bajos de Proteína Cruda (PC), (EE), y los niveles más altos de (FC). Los valores de Extracto Libre de Nitrógeno (ENL), que estiman el componente de carbohidratos solubles del forraje, promedian alrededor de 42.5% para un Kikuyo de 3 semanas de edad y se incrementan hasta un 54% para un Kikuyo de 24 semanas de edad.

Kamstra et al. (1966) reportaron valores promedios de fibra cruda (FC) y Fibra Detergente Ácida (FDA) de 30.1 y 38.2% (basados en MS), respectivamente, para pastos Kikuyo de 4 a 10 semanas de edad. Los autores notaron que las fracciones de hemicelulosa en todas las etapas de rebrote al hidrolizarse, producen azúcares neutros como xilosa, arabinosa, glucosa, y galactosa, en orden decreciente de concentración. El porcentaje de composición de cada azúcar componente del hidrolisato de hemicelulosa, varía de acuerdo con el período de rebrote y la estación; y las tendencias a cambios en los niveles y proporciones, no fueron consistentes ni con la edad de rebrote ni con la estación.

El trabajo más reciente de Carpenter et al. (1980, 1990) y Ranjit (1995) demostró también, las mismas tendencias a cambios en la composición nutricional con la edad de rebrote (Tabla No 1). La investigación presenta datos de las fracciones de fibra detergente nueva (FDN), (FDA), (celulosa y lignina) y las fracciones de proteína (Tabla No 2) las cuales no estaban bien documentadas previamente. Estos datos confirmaron la caída rápida de la composición nutricional entre las 4 y 8 semanas de rebrote, seguida de una decaída más gradual hasta las 12 semanas, similar a las observaciones de Sherrod e Ishizaki (1966, 1967). Adicionalmente, hubo cambios radicales en la lignina como una porción de la FDA (rangos desde el 9% hasta el 25%) entre las edades de rebrote, ubicación geográfica y estación. Debe notarse que la estación y la ubicación son factores muy importantes, que también afectan la composición nutricional.



Las Estaciones y la Radiación Solar

Nuestra investigación en pastos tropicales ha verificado consistentemente que los forrajes con la misma edad de rebrote pueden variar significativamente en su composición nutricional y digestibilidad. Además, indica que dicha edad podría no estar relacionada tan altamente con su calidad, como los factores ambientales, como en la cantidad de radiación solar y el régimen de lluvias que afectan la pared de las células de las plantas, y el almacenamiento de nutrientes (Carpenter et al., 1997).

Sherrod e Ishizaki (1966, 1967) notaron cambios significativos en la composición nutricional de los pastos que crecen durante estaciones diferentes, que implicaron la temperatura diaria promedio como la variable principal entre estaciones, responsable de la composición química de la planta. Carpenter et al. (1997) mostraron que aún cuando las temperaturas mínima y máxima promedio y la humedad relativa eran similares dentro de períodos de crecimiento de alfalfa de 28, 35, y 42 días, hubo diferencias estacionales en su composición. Cuando segregaron los períodos de crecimiento, basados en la radiación solar (bajo <15, medio 16 a 24, alto >25 MJ md⁻¹) fue evidente una fuerte correlación. A medida que incrementó la radiación solar, el rendimiento de MS, altura de la planta y grado de florecimiento, aumentó (P< 0.01) Así mismo, la composición nutricional (PC, EE, FDN< FDA) y la digestibilidad verdadera (DVIV) disminuyó (P< 0.01). La variación en composición nutricional, debido a la radiación solar dentro de cualquier período del rebrote, es igual o mayor que los cambios efectuados en dicho lapso de rebrote o retoño. Resultó, entonces, que la radiación puede ser un indicador más preciso de la composición nutricional que la edad cronológica. La exagerada variación estacional de la radiación solar, su impacto en el rendimiento y características del grano del maíz, también ha sido reportada (Jong et al., 1982).

Selavka (1991) y Ranjit (1995) demostraron que la edad de rebrote, la ubicación y la estación, la influyen también la composición nutricional y la DVIV de 48 horas del pasto Kikuyo (Tabla No 1). El pasto Kikuyo crecido en Mealani (mayor altitud y lluvias anuales) tiende a ser más alto en PC y DVIV, y más bajo en componentes fibrosos que los pastos crecidos en Waimanalo (menor altitud, menores lluvias). Los pastos Kikuyo cosechados en ambas regiones desde agosto hasta octubre (cuando las temperaturas ambientales son más altas y las lluvias han mermado), fueron más bajos en PC y DVIV y más altos en fracciones fibrosas (FDN, FDA, lignina), que los pastos crecidos durante períodos más frescos y más húmedos (mayo a junio). Como la PC estaba más baja y las fracciones de fibra más altas, las predicciones de valores de energía para NDT y el ENL estarían más bajas durante las estaciones más calientes y secas.





Fertilidad del Suelo (Fertilización)

El uso de fertilizantes con una adecuada humedad es una excelente forma de incrementar el rendimiento del forraje y el valor nutricional del Kikuyo. Como puede verse en una investigación de Tamimi (1967), el nitrógeno del suelo (N) y los niveles de fósforo (P) tienen un fuerte impacto en el rendimiento del pasto Kikuyo, mientras que un incremento del nivel de potasio (K), tiene muy poco impacto (Figura No 2). El nitrógeno y el potasio se aplicaron a una tercera parte del porcentaje anual al comienzo del ensayo y una vez cada cuatro meses, luego de esto, el fósforo fue aplicado a un porcentaje anual antes de la siembra. La adición de fósforo y potasio sin nitrógeno no incrementó el rendimiento. La agregación de nitrógeno a 112 y 222 kilogramos por hectárea (kg./ha), con fósforo y potasio, el rendimiento del Kikuyo incrementó significativamente. El aumento del porcentaje de fósforo de 0 a 224 kg./ha, también elevó el rendimiento significativamente. La adición de cantidades extras de fertilizante de potasio no afectó los rendimientos. Así mismo, se observó una gran variación estacional. La producción más alta de forraje ocurrió entre agosto y noviembre, y los menores rendimientos de Kikuyo, en los períodos los cuales las temperaturas del suelo eran más frescas.

En un estudio de seguimiento (Tamimi et al, 1968) varios tratamientos con fertilizantes NPK fueron evaluados para determinar su efecto en el rendimiento del forraje, la composición nutricional y la producción de carne (Tablas No 3 y 4). Existe claramente un cambio en la relación hoja:tallo, a medida que crece el Kikuyo de 30.5 a 61 cms. El tallo, en todas las alturas, tiene menor proteína (N) que las hojas, y a medida que la planta crece más alta o más vieja, aparentemente el porcentaje de nitrógeno en las hojas cambia también. Los niveles de fósforo y calcio, para todas las etapas del crecimiento, fueron consistentemente más altos en las hojas que en los tallos. Las diferentes aplicaciones de fertilizante también afectaron, significativamente, el rendimiento del forraje y de carne producido por hectárea. El estudio mostró una mayor producción de carne, asociada a una mayor porcentaje de aplicación (Tabla No 4).

Así mismo, el efecto de elementos mayores y menores en el rendimiento, ha sido estudiado en parcelas de pasto Kikuyo (Tamimi et al. , 1967). En la Figura 3, es obvio que la adición de nitrógeno en forma de urea duplica el rendimiento, y que el beneficio de aplicar fertilización nitrogenada puede incrementarse con la aplicación de fósforo, limo y magnesio, cobre y bórax. Existe una tendencia, pero no muy significativa, hacia el incremento de rendimiento con la adición de potasio, azufre, zinc y magnesio.

Aumentos significativos en el rendimiento y valor nutricional del pasto Kikuyo, con la adición de fertilización nitrogenada, también han sido reportados por Campbell y sus



colaboradores en estudios idénticos realizados con animales (Tablas No 5, 6 y 7). De igual manera, incrementos similares en el rendimiento y la composición nutricional fueron vistos, tanto en la fertilización nitrogenada como en la incorporación de leguminosas al cultivo de pasto Kikuyo, al ser pastoreados por novillas y novillos durante un ensayo de 245 días (Campbell et al., 1981; Tabla No 10). El rendimiento de la MS de la planta (Kg./ha) y el nivel de proteína se vieron notablemente aumentados cuando se agregó nitrógeno en forma de urea o sulfato de amonio (Campbell et al. 1970, 1971 y 1981; Tablas No 5, 6 y 7)

Factores que Afectan la Digestibilidad del Pasto Kikuyo

La digestión es la combinación de los procesos de aprehensión, desdoblamiento físico y enzimático, así como la absorción de nutrientes. La palatabilidad del forraje es muy importante en la alimentación del ganado para una producción eficiente de carne y leche. Muchos factores alteran la digestibilidad de forrajes tropicales como el pasto Kikuyo.

Composición Nutricional y Fertilización con Nitrógeno

Los cambios en la digestibilidad de los nutrientes in vivo del pasto Kikuyo a diferentes edades de rebrote, se muestran en las Figuras 4a y 4b. La digestibilidad de MS, FC, ENL y energía incrementaron ligeramente, o permanecieron relativamente constantes durante un período de rebrote de 12 semanas; luego decrecieron cuando alcanzaron las 18 y 24 semanas. La digestibilidad de la proteína disminuyó significativamente ($P < 0.01$) para los períodos más tardíos del rebrote. Para este último, y en ambos estudios, la retención de nitrógeno fue negativa en todas las etapas, probablemente debido a la baja ingesta de MS total (0.70% y 0.92% de peso corporal para los estudios de 1966 y 1967, respectivamente). Así mismo, se verificó una digestibilidad muy pobre de proteína, particularmente en la etapa más temprana del rebrote, cuando los niveles de proteína del forraje fueron relativamente altos. En contraste, ovejas jóvenes en los dos estudios in vivo de Campbell y Ho-a, 1971 (Tabla No 5) consumieron 1.87% de su peso corporal. Como se notó previamente, el contenido de PC del forraje incrementó con los niveles más altos de fertilización con nitrógeno. La digestibilidad de PC incrementó con el porcentaje más alto de fertilización con nitrógeno solamente; otro aumento no significativo en la retención de nitrógeno, se observó al adicionar fertilización con nitrógeno. Una reducción en la digestibilidad de MS orgánica, FC, y GE fue observada ($P < .05$) para pasto Kikuyo fertilizado con niveles altos (336 kg./ha) de N.





Nivel de Ingesta, Energía y Suplementos Protéicos

La ingesta de forraje depende frecuentemente de la vastedad de las hojas y tallos. Los animales evitan las plantas con hojas tiesas y ásperas, éstos prefieren las más succulentas. Los tallos son generalmente más ásperos que las hojas, de modo que una proporción más alta de hojas que de tallos se asocia usualmente con las especies más palatables. La ingesta de mayores cantidades de pasto kikuyo maduro con fibra altamente lignificada (pasar de la consistencia herbácea a leñosa) se reduce debido a su baja densidad bruta y al lento porcentaje de digestión. También, se sabe que el Kikuyo tiene un nivel relativamente alto de oxalatos, que junto con otros factores, como sabor amargo y un olor desagradable, deprimen la ingesta de MS.

En las Figuras 5a y 5c se presentan datos de la digestibilidad in vivo en ovejas para pastos Kikuyo de 6 y 18 semanas, con diferentes niveles de Torta de Aceite de Soya (TAS). La digestibilidad de la MS y los componentes del ENL de las dietas, incrementaron con la adición de 50 grs de TAS; pero disminuyeron ligeramente cuando los niveles de TAS bajaron a 100 grs, al alimentar pasto Kikuyo de 6 semanas de edad. Pero para un pasto de 18 semanas, la digestibilidad de estos nutrientes aumentó linealmente. La digestibilidad de FC para dietas de Kikuyo de 6 y 18 semanas de edad, no varió cuando se adicionaron 50 grs de TAS, pero se deprimió considerablemente con la suplementación de 100 grs de TAS. La digestibilidad de la proteína cruda y la retención de nitrógeno, mejoraron significativamente ($P < 0.01$) por cada nivel de TAS. En todos los casos, la digestibilidad de los nutrientes en el mismo pasto Kikuyo, no se vio afectada por el nivel de 50 grs TAS, pero se redujo a un nivel de 100 grs TAS. Estudios similares de digestibilidad con Kikuyo de rebrote de solo 18 semanas y con tres niveles de TAS y suplementación de maíz partido, se presentan en las Figuras 5e y 5f. La digestibilidad de MS, EE, ENL y EG en la ración total mejoraron con los niveles de maíz. La misma digestibilidad de la PC y FC, en la porción de pasto disminuyó con los niveles más altos de maíz. Se encontró un incremento en la retención de nitrógeno con cada aumento de nivel de TAS y maíz. Los estudios in vitro demostraron resultados similares en raciones totales y pasto Kikuyo, solamente cuando se suplementó el Kikuyo con concentraciones de energía diferentes (Tabla No 8) y suplementos proteicos (Tablas No 8 y 9) en niveles variables (Carpenter et al., 1989).

El consumo de un suplemento como dieta con base en melaza mezclada con diferentes tipos de proteína, no incrementó la cantidad in situ de pérdida de nutrientes de pastos frescos o secos, y de hecho, causó una ligera disminución de la digestión de la fibra (Carpenter et al, 1997). Los porcentajes de pérdidas de MS, FDN, FDA y celulosa fueron más rápidos ($P < 0.05$) para pasto fresco (5.6, 6.0, 5.2 y 5.0 por ciento/hr.), que para pasto



seco (4.8, 4.7, 4.3 y 4.5 por ciento/hr., respectivamente) cuando no se suplementó a los novillos. La pérdida de PC (5.8 %/hr.) no cambió. Los resultados de estos ensayos indican que la pérdida de nutrientes es mayor cuando los animales están pastoreando que cuando son alimentados con forrajes secos, y que la suplementación reduce el porcentaje de digestión de la MS y la fibra. Entonces, el mejor desempeño del animal con suplementación del pasto es el resultado de la cantidad de nutrientes rápidamente disponibles consumidos, y no un cambio de la digestibilidad de la fibra en el rumen.

Método de Preservación

Debido a la variación estacional del clima, los cambios en la fertilidad del suelo, la falta de mecanización necesaria, y a otras razones, los pastos en los trópicos son subutilizados. El aumento de la productividad y la eficiencia en la utilización de estos pastos es un área que ha sido investigada considerablemente, pero aún quedan preguntas no resueltas. En adición al problema presentado por los forrajes menos digestibles, las variaciones estacionales de lluvias en regiones tropicales clasificadas como subhúmedas, pueden ocasionar fluctuaciones tremendas en la disponibilidad y calidad de los forrajes. Normalmente, los meses de invierno experimentan un mayor régimen de lluvias que los meses de verano. A altitudes menores, el incremento en las lluvias promueve un crecimiento esplendoroso del pasto, más allá de la cantidad que puede ser utilizada por los animales. En el verano, cuando las lluvias disminuyen, también disminuye la cantidad de alimento verde disponible para el rumiante. En altitudes mayores, el crecimiento de los forrajes declina en el invierno, debido a las temperaturas más frías; el verano es un tiempo de exceso de crecimiento del pasto. Para mantener un porcentaje de cosecha constante y óptima, parece lógico conservar algo del crecimiento excesivo durante el pico de la estación, para usarlo en los tiempos donde el crecimiento del forraje es insuficiente. El tiempo, en el cual el crecimiento está suficientemente aumentado para guardar el exceso, es usualmente la estación lluviosa, que puede acabar con la producción de heno, salvo que se utilicen métodos de secado artificial muy costosos. Al respecto se recomendaría como solución, conservar los forrajes como ensilajes, sin embargo, tiene algunas desventajas elaborarlos y alimentarlos.

La composición nutricional y la digestibilidad verdadera in vitro del pasto Kikuyo, a diferentes niveles de humedad se presenta en la Tabla No 11. Las fracciones de proteína de estos tratamientos de pasto se muestran en la parte inferior de la Tabla No 2. Como se aprecia, la composición química y la DVIV a 48 horas varía para diferentes muestras preservadas de pasto Kikuyo. La digestibilidad in situ de los nutrientes para estos tratamientos se presenta en las Figuras 6a y 6d. La digestibilidad de MS, PC, FDN, FDA





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



y celulosa por ovejas, para los diferentes tratamientos de pasto, no variaron significativamente y promediaron 63,9%; 62,6%; 66,5%; 61,8% y 71,2%, respectivamente (Carpenter et al., 1989).

Los niveles de ED se determinaron en 2,76 Mcal/kg y la EM promedio calculada, ELN y NEG fueron de 2,30 Mcal/kg, 62,5%, y 0,76 Mcal/kg, respectivamente. Ellis (1989) reportó que la pérdida de materia seca fue más rápida para el ensilaje mojado (3 %/hr.), más lento para el heno (1.5 %/hr.), e intermedio para el ensilaje seco y henolaje (2.25 %/hr.) No se notaron diferencias en la pérdida de proteína (4 %/hr.), o la pérdida de fibra entre los tratamientos. Los resultados muestran que, el pasto Kikuyo ensila muy bien y que la composición química y de digestibilidad in vitro y in vivo del Kikuyo, independiente del método de almacenamiento, son muy similares. Cosechar y guardar el pasto Kikuyo, durante el pico de producción para su uso en los períodos de disponibilidad limitada del forraje, permitirá finalmente un suministro más continuo de alimento succulento de alta calidad durante el año.

Conclusiones y recomendaciones

El problema mayor que enfrentan los ganaderos en el mundo, particularmente en las regiones tropicales y subtropicales, es cómo maximizar económicamente, la producción animal con una disponibilidad limitada de tierra, forrajes que cambian rápidamente y de baja calidad, y factores ambientales aumentados. Los pastos tropicales son capaces de producir altas cantidades de materia seca de forraje, pero la composición nutricional cambiante de éste alimento incide en la ingesta, digestibilidad y desempeño del animal. Entonces, el incremento en la producción de carne y leche, en estas tierras, sólo puede realizarse si se adoptan innovaciones recientes en técnicas de pastoreo, suplementación estratégica y conservación de la tierra.

Los estudios han mostrado que la composición química y la digestibilidad del Kikuyo varían ampliamente de acuerdo con la edad de rebrote (madurez), clima (temperatura, velocidad del viento y régimen de lluvias), luz solar (longitud del día y radiación solar), ubicación geográfica (tipo de suelo y altitud), pH del suelo y fertilidad, así también, debido a las técnicas de manejo del pasto. El pasto Kikuyo disminuye en valor nutricional y digestibilidad sobre períodos extensos de tiempo (hasta 24 semanas). La fertilización del pasto puede tener un impacto significativo en la producción de carne en las regiones



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



tropicales/subtropicales donde crece el Kikuyo. Al incrementar la fertilidad del suelo, incrementa también el rendimiento de la planta, se altera su composición nutricional y permite un mayor porcentaje de cosecha, y por ende, una mayor productividad animal por hectárea.

Los datos sugieren que la variación en la composición nutricional debido a los niveles variables de radiación solar, dentro de un período de rebrote, es igual o mayor que la variación debido a la edad de rebrote. Surge la idea de que la variación solar puede ser un indicador más preciso para predecir la composición nutricional, que la edad cronológica. El Kikuyo que crece a altitudes mayores y en áreas más lluviosas tiende a mayores niveles de PC y DVIV, y menores componentes fibrosos que los pastos que crecen a altitudes menores y regiones menos lluviosas.

El rendimiento de carne por hectárea depende del porcentaje o rata de almacenamiento. Un porcentaje de almacenamiento menor con alta cantidad de forraje disponible y pastoreo selectivo, usualmente produce más animales y menor salida por hectárea, que en porcentajes de almacenamiento altos. Normalmente, la ganancia por hectárea aumenta linealmente a medida que el porcentaje de almacenamiento aumenta a un nivel "crítico", de modo que la máxima producción por animal no es tan significativa como la de un área de tierra determinada. Seguramente han surgido muchas preguntas concernientes a las ventajas económicas de los sistemas IGM: rendimiento del forraje, crecimiento y reproducción animal, desempeño de lactancia, costos de cercos adicionales y sistemas de agua, costos de mano de obra y mantenimiento, etc.

Una forma de mejorar la producción de ganado en partos tropicales es suministrarle alimento adicional (fuentes de proteína y/o energía). La adición de suplementos energéticos y proteicos en estudios tanto in vivo como in vitro, incrementó la digestibilidad de las raciones totales, pero ésta, en los nutrientes mismos del pasto Kikuyo, no cambió o disminuyó ligeramente. Así, un desempeño animal mejorado con suplementos, es el resultado de un incremento en la cantidad de nutrientes rápidamente disponibles consumidos, y no un cambio en la digestión de la MS o fibra del Kikuyo en el rumen. Los almidones y azúcares provenientes de granos, subproductos como la melaza y fuentes de grasa, son utilizados frecuentemente como suplementos energéticos; tortas de aceites de semillas (semilla de algodón, soya, maní, etc.), subproductos animales (harina de pescado, harina de sangre, harina de carne y hueso) y urea son usados, también, como suplementos de proteína/nitrógeno efectivos.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Tabla No 1.

Composición nutricional del pasto Kikuyo en varias edades de rebrote en diferentes localidades (Ranjit, 1995)

Localidad	Edad de Rebrote (semana)	MS %	% de N total						Mcal/kg
			PC	FDN	FDA	Lignin, % FDA	DVIV 48	NDT	
Mealani ¹ (May – Jun)	4	13.3	14.6	69.9	31.5	25.3	67.8	67.3	1.53
	8	16.7	9.9	71.3	36.0	24.2	66.6	62.2	1.41
	12	19.1	8.5	73.1	34.3	19.8	61.1	64.1	1.45
Mealani ² (Ago – Oct)	4	15.9	14.7	65.7	31.4	9.0	70.6	67.4	1.53
	8	15.3	8.8	75.2	37.5	17.6	63.8	60.6	1.37
	12	16.0	6.8	78.4	40.2	19.3	56.9	57.6	1.29
Waimanalo ³ (May – Jun)	4	15.9	13.6	60.2	32.3	21.5	79.3	66.4	1.51
	8	25.8	6.9	72.2	35.8	21.4	70.3	62.5	1.41
	12	31.2	5.4	73.7	40.8	13.9	68.2	56.9	1.28
Waimanalo ⁴ (Agt – Oct)	4	18.8	11.5	65.5	30.6	8.7	75.1	68.3	1.56
	8	26.7	7.8	73.5	38.2	17.7	59.6	59.8	1.35
	12	26.8	7.5	77.0	43.0	13.3	52.5	54.5	1.22

¹ Mealani: 854 m altitud; 16o C temperatura promedio; 4.51 cm/sem. llluvias promedio.

² Mealani: 854 m altitud; 18o C temperatura promedio; 2.5 cm/sem. llluvias promedio.

³ Waimanalo: 20 m altitud; 25o C temperatura promedio; .71 cm/sem. llluvias promedio.

⁴ Waimanalo: 20 m altitud; 26.5oC temperatura promedio; .39 cm/sem. llluvias promedio.

Tabla No 2.

Variación en el fraccionamiento del nitrógeno en las partes del pasto Kikuyo con leguminosas, cosechado en dos localidades en diferentes etapas de rebrote, y cosechado o preservado en diferentes niveles de humedad (Carpenter et al., 1989, 1990; Ranjit, 1995)

Categoría	N Total, %	% de N total			
		N Soluble	N Insoluble Disponible	N Insoluble No Dispon.	
Parte o tipo de pasto					
Maduro	0.8	26.5	61.4	12.1	
Puntas	1.9	23.7	70.4	5.9	
3 a 6 semanas de rebrote	2.6	31.4	63.7	4.9	
Pasto Kikuyo con leguminosas					
w/ trébol grande	1.9	20.4	73.3	6.3	
w/ trébol blanco	0.7	36.2	47.8	15.9	
Localidad – edad de rebrote					
Mealani	4 sem	2.3	21.8	73.6	4.5
	8 sem	1.5	20.4	72.6	6.7
	12 sem	1.2	20.6	72.1	7.4
Waimanalo	4 sem	2.0	37.7	59.1	3.7
	8 sem	1.2	30.7	63.3	6.0
	12 sem	1.0	21.7	71.9	6.8
Forma					
Pasto fresco	2.5 ^b	33.3	57.2 ^{bc}	9.6 ^b	
Ensilaje	2.5 ^b	40.6	47.1 ^b	12.4 ^c	
Seco	2.1 ^a	38.7	49.0 ^a	12.3 ^c	
Henolaje	2.2 ^a	34.9	52.7 ^{ab}	12.5 ^c	
Heno	2.6 ^a	34.1	60.7 ^c	5.3 ^a	

abc Dentro de la categoría, significa que en la misma columna con diferente superíndices difirieron (P<.05).



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



Tabla No 3.

Análisis de tejidos y proporción de hojas y tallos de pasto Kikuyo cosechado en diferentes alturas (Tamimi, et al., 1968)

Altura	Tejido	% de Materia Seca Total	% de Nutrientes				
			N	P	K	Ca	Mg
15.24 cm	Tallo	40.70	1.28	0.33	2.72	.28	.27
(6")	Hoja	59.30	2.78	0.42	3.31	.38	.24
30.48 cm	Tallo	40.56	1.52	0.28	4.48	.24	.28
(12")	Hoja	59.44	2.45	0.30	3.49	.36	.31
60.96 cm	Tallo	57.96	0.99	0.16	3.51	.15	.18
(24")	Hoja	42.04	2.32	0.23	3.30	.35	.30

Tabla No 4.

Tratamientos con fertilizantes y su efecto en el rendimiento del forraje¹, composición NPK, y producción de carne (Tamimi et al., 1968)

Trt No.	Aplicación Fertilizante ²			Rendim. Forraje Kg/ha MS	Composición Forraje			Producción Carne kg/ha
	N	P	K		N	P	K	
1	0	0	0	6,918 ^e	1.09	0.19	2.05	181.7
2	56	280	56	11,385 ^d	1.47	0.26	1.97	382.1
3	112	280	56	13,103 ^{cd}	1.39	0.26	2.60	357.3
4	336	280	56	17,094 ^a	1.26	0.19	2.20	449.8
5	112	140	56	14,465 ^{abc}	1.37	0.25	2.07	304.9
6	112	280	112	14,155 ^{bcd}	1.26	0.28	2.76	376.8
7	112	280	224	16,048 ^{ab}	1.40	0.29	2.89	437.5

¹ Datos representan 329 días de pastoreo; peso inicial promedio animal fue 229.6 Kg

² Análisis inicial de suelos para potreros antes de la fertilización promediaron 26.0 por ciento de materia orgánica, 1.15 por ciento de N total, pH 5.59, y 10.7 ppm. P.

abcd Significa que dentro de una columna con diferentes superíndices difirieron (P < .05)



Tabla No 5.

Efectos del porcentaje de fertilización de nitrógeno en el rendimiento, composición nutricional y digestibilidad in vivo del pasto Kikuyo (Campbell and Ho-a, 1971)

Item	kg N/ ha /año			
	0 ¹	112 ¹	224 ¹	336 ¹
Composición, rendimiento, calidad pasto				
Rendimiento MS kg./ha (315 d)	6.401	9.004	12.236	12.880
Proteína Cruda, % de MS	8.8	8.4	9.1	10.7
Fibra Cruda, % de MS	32.1	32.3	33.3	31.9
Cenizas, % de MS	7.3	8.4	7.0	6.7
Extracto libre de N, % de MS	49.6	49.7	48.5	48.6
NDT, % de MS	65.6	59.4	56.5	53.8
Digestibilidad nutrientes in vivo, %				
Materia orgánica	62.0 ^a	62.8 ^a	60.4 ^a	57.3 ^b
Proteína Cruda	49.8	48.8	49.2	53.2
Fibra Cruda	65.2 ^a	66.1 ^a	62.3 ^a	57.1 ^b
Extracto libre de nitrógeno	76.5 ^a	63.4 ^b	59.7 ^b	57.1 ^b
Ingesta diaria MS, kg.	0.462	0.490	0.474	0.444

¹ Todos los lotes recibieron 112 kg. P, 140 Kg. K, y 11.2 kg. Zn./ha. en aplicaciones separadas por 6 meses; el N se aplicó a intervalos de 12 semanas por 48 semanas.

² Cosechadas cada seis semanas

Tabla No 6.

Composición nutricional y desempeño animal en pasto Kikuyo con niveles crecientes de fertilizante de nitrógeno (Campbell et al., 1971)

Item	kgN/ ha/ año			
	0	84	168	336
Composición, rendimiento, calidad, pasto				
Materia seca, kg/ha ¹	2.251	2.959	4.756	4.890
Proteína cruda, % de MS	10.5	13.0	14.2	14.4
Fibra cruda, % de MS	29.0	28.6	29.3	30.8
Cenizas, % de MS	7.5	9.2	8.7	9.7
Extracto libre nitrógeno, % de MS	50.7	47.0	45.6	43.1
Desempeño animal²				
ADG, kg.	0.67	0.46	0.59	0.78
Ganancia peso vivo, kg./ha	324 ^a	301 ^a	591 ^b	1.215 ^c
Porcentaje stock, hd./ha	2.91	3.90	6.04	9.38

¹ Rendimiento MS para un período de rebrote de 40 días.

² Todos los tratamientos se pastorearon los 167 días y descansaron y 198 días.

abc Significa que la misma fila con diferentes superíndices difirieron (P < .01).



Tabla No 7.

Composición nutricional y producción de carne en pasto Kikuyo fertilizado en un rancho comercial en Hawaii (Campbell et al., 1970)

Item	Control	Fertilizado ¹
Composición, rendimiento, calidad pasto		
Materia seca, %	30.3	24.5
Proteína cruda, % de MS	7.3	10.7
Fibra cruda, % de MS	30.4	30.4
Ceniza, % de MS	6.6	8.2
Extracto libre-N., % de MS	53.7	48.4
Calcio, % de MS	0.28	0.34
Fósforo, % de MS	0.30	0.27
Rendim. forraje, kg./ha(487 d)	12.782	30.895
Desempeño animal		
ADG, kg.	0.34	0.57
Ganancia peso vivo, kg./ha	168.0	672.1
Porcentaje de Stocking, hd./ha	1.09	2.42

¹ EL porcentaje de fertilización fue 2,772 kg./ha de limo (dos aplicaciones), 364.0 kg./ha de N (cinco aplicaciones con intervalos de 2 a 5 meses aproximadamente, dependiendo de la estación de crecimiento), 11.4 kg./ha de Cu. (una aplicación), y 7.1 kg./ha de Bo. (una aplicación)

Tabla No 8.

Digestibilidad in vitro de pasto Kikuyo¹ cuando se suplementó mediante concentrados de energía variable en niveles variables (Carpenter et al., 1989)

Ingrediente	% of Materia Seca					
	0	10	20	30	40	50
Adicionado						
Digestibilidad de Ración Total						
Maíz Rolado ²	66.1 ^a	69.0 ^a	72.9 ^b	75.3 ^{bc}	77.9 ^c	83.1 ^d
Cebada rolada ²	66.2 ^a	69.8 ^b	72.3 ^c	73.6 ^c	77.1 ^d	79.6 ^e
60:40Maíz:Cebada ²	66.2 ^a	69.0 ^b	73.1 ^c	76.0 ^d	78.5 ^e	81.2 ^f
Digestibilidad de MS del pasto						
Maíz Rolado ²	66.1	65.6	66.4	65.1	63.8	67.5
Cebada Rolada ²	66.2	67.2	67.1	65.5	66.6	66.3
60:40Maíz:Cebada ²	66.2	66.0	67.2	67.3	66.7	66.3

¹ Pasto Kikuyo con 5.2% proteína cruda (PC), 1.4% extracto etéreo (EE), 8.3% cenizas, 77.9 por ciento fibra detergente neutra (FDN), 37.2% fibra detergente ácida (FDA), 28.5% celulosa y 6.4% lignina.

² PC, EE, Ceniza, FDA, and digestibilidad verdadera in vitro (DVIV) fueron 9.6, 3.9, 1.5, 3.5, 98.3 por ciento y 11.7, 1.9, 2.4, 7.1, 93.0 por ciento para maíz rolado y cebada rolada, respectivamente. abcdef Significa en la misma fila con diferentes superíndices (P < 0.05).



Tabla No 9.

Digestibilidad in vitro del pasto Kikuyo cuando se suplementó con concentrados con diferentes niveles de proteína en cantidades diferentes (Carpenter et al., 1989)

Ingrediente	% Proteína Cruda				
	5.2	10	13	16	20
Digestibilidad de la Ración Total					
Torta de Pescado ²	64.9 ^a	67.4 ^b	67.7 ^b	67.5 ^b	70.6 ^c
Torta Aceite de Soya ²	64.9 ^a	68.3 ^b	70.2 ^{bc}	72.7 ^c	70.2 ^{bc}
Torta Semilla Algodón ²	64.9 ^a	67.4 ^{ab}	69.8 ^b	70.9 ^b	69.1 ^b
Digestibilidad pasto Kikuyo					
Harina de pescado ²	64.9	65.9	65.1	63.5	65.7
Torta Aceite Soya ²	64.9	65.1	64.8	65.2	60.6
Torta Semilla Algodón ²	64.9	64.9	65.9	65.0	63.5

¹ Pasto Kikuyo con 5.2% PC, 1.4% EE, 8.3%, 77.9% FDN, 37.2% FDA, 28.5% celulosa y 6.4% lignina.

² PC, EE, Ceniza, FDA, y DVIV fueron 56.3, 12.3, 26.2, 1.8, 81.1%; 50.3, 1.8, 8.6, 5.7, 93.0%; y 39.4, 7.3, 7.5, 17.3, 82.1% para harina de pescado, torta de aceite de soya y torta de aceite de semilla de algodón, respectivamente.

abcd^{ef} Significa en la misma fila con diferentes superíndices diferidos (P<0.05).

Tabla No 10.

Rendimiento del forraje, calidad y productividad animal en pastos Kikuyo mejorados (Campbell et al, 1981)

Item	Tratamientos			
	Control	Fertilizado ¹	Trébol grande	NZ trébol blanco
Composición, rendimiento, calidad pasto				
Materia seca, kg/ha ²	2,143	6,273	6,239	8,289
Proteína cruda, % de MS	10.2	12.3	15.9	18.3
Proteína cruda, kg./ha	225	726	919	1,548
Leguminosas, % de DM	Trace	Trace	33	41
FDA, % de MS	34.1	34.5	31.4	30.7
Lignina, % de MS	5.8	5.8	5.9	6.5
Dig. MS in vitro, %	76.9	72.1	78.6	84.2
Desempeño Animal³				
Peso inicial, kg	190.0	187.8	181.4	195.9
Peso final, kg	259.9	308.4	317.5	328.8
Ganancia total, kg	69.9	120.6	136.1	132.9
ADG, kg	0.29	0.49	0.55	0.54
Porcentaje de Stocking, hd./ha	3.14	3.73	3.95	3.93
Ganancia peso vivo, kg./ha	219.6	451.4	535.4	523.1

¹ Tratamiento con N-fertilización recibió 68.33 kg. N por ha cada 12 semanas.

² Rendimiento de MS para período de rebrote de 42 días.

³ Nueve animales por tratamiento por 245 días.



Tabla No 11.

Composición nutricional y digestibilidad verdadera in vitro de pasto Kikuyo cortado y preservado a diferentes niveles de humedad (Carpenter et al., 1989)

Forma	MS	Ceniza	PC	FDN	FDA	Lignina	ADIN	48 hr.
Fresco	15.8 ^a	16.1 ^{ab}	15.7 ^b	66.1 ^b	35.1 ^b	6.4 ^b	9.6 ^b	64.7 ^a
Ensilaje	14.9 ^a	17.4 ^b	15.6 ^b	61.7 ^a	36.9 ^c	7.5 ^b	12.4 ^c	65.8 ^a
Seco	21.7 ^b	14.7 ^a	13.3 ^a	66.4 ^b	36.1 ^{bc}	6.7 ^b	12.3 ^c	68.5 ^b
Henolaje	40.6 ^c	14.9 ^a	13.7 ^a	69.0 ^c	36.3 ^{bc}	6.9 ^b	12.5 ^c	68.3 ^b
Heno	90.0 ^d	13.9 ^a	16.3 ^b	65.8 ^b	32.8 ^a	5.0 ^a	5.3 ^a	75.6 ^c

abcd Significa en la misma columna con diferentes superíndices difirieron (P< 0.05).

Figura 1a.

Composición nutricional de pasto Kikuyu en diferentes etapas de rebrote² (Noviembre a Junio) (Sherrod & Ishizaki, 1966)

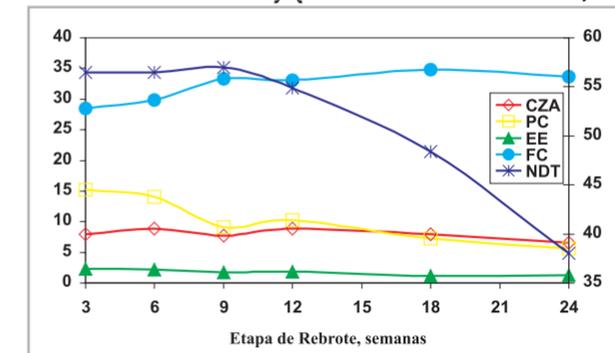
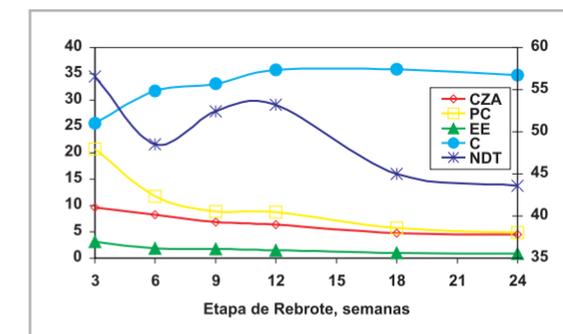


Figura 1b.

composición nutricional de pasto Kikuyu a diferentes etapas de rebrote (Octubre a Abril) (Sherrod & Ishizaki, 1967)





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína

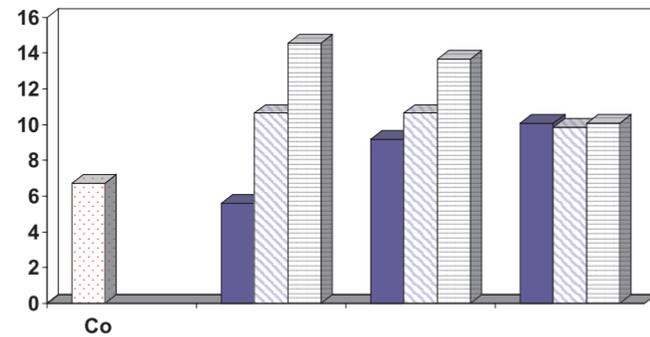


Figura 3.

El efecto de las formas y ratas de fertilizantes en el rendimiento del pasto Kikuyu (Campbell and Ho-a, 1971)

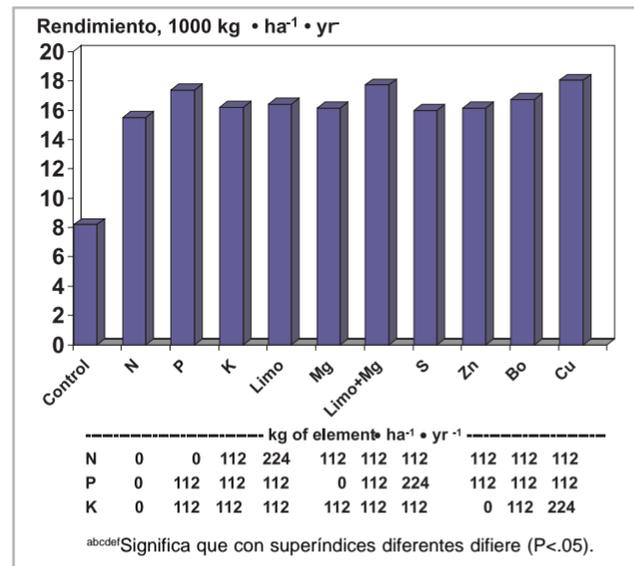


Figura 4a.
Digestibilidad de nutrientes del pasto kikuyu en diferentes etapas de rebrote (Noviembre a Junio) (Sherrod & Ishizaki, 1966)

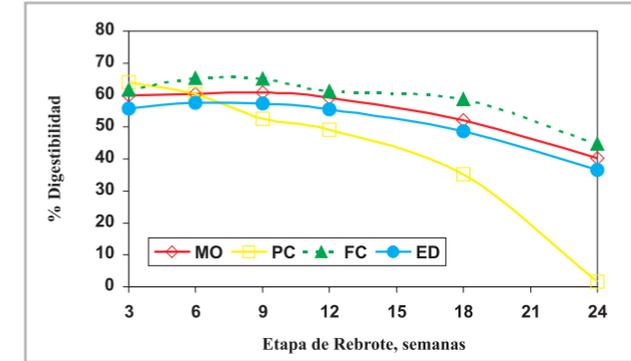


Figura 4b.

Digestibilidad de nutrientes en pasto kikuyu a diferentes etapas de rebrote (Octubre a Abril) (Sherrod & Ishizaki, 1967)

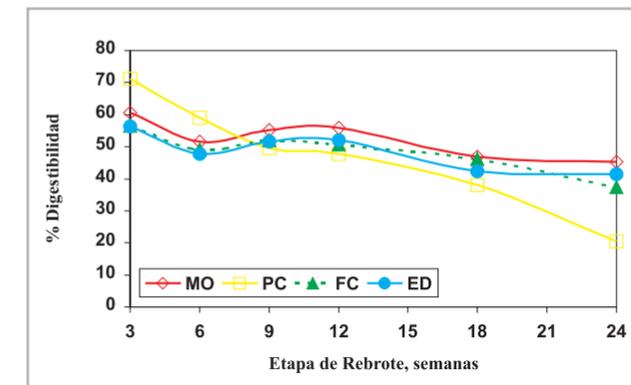
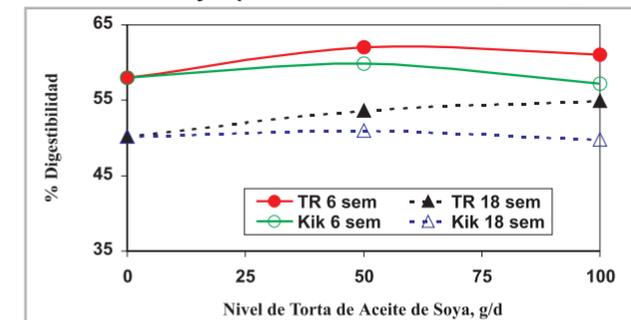


Figura 5a.

Digestibilidad de la materia orgánica del pasto kikuyu en dos etapas de rebrote con diferentes niveles de torta de aceite de soya (Sherrod and Ishizaki, 1967; Campbell et al., 1969)



Kikuyu (6 sem) 11.4% PC, 2.2% EE, 8.8% Cza, 30.7% FC, y 46.9% ELN
Kikuyu (18 sem) 5.1% PC, 1.1% EE, 4.7% Cza, 34.7% FC, y 54.4% ELN



Figura 5b.

Digestibilidad de fibra cruda del pasto kikuyu en dos etapas de rebrote con diferentes niveles de torta de aceite de soya
(Sherrod and Ishizaki, 1967; Campbell et al., 1969)

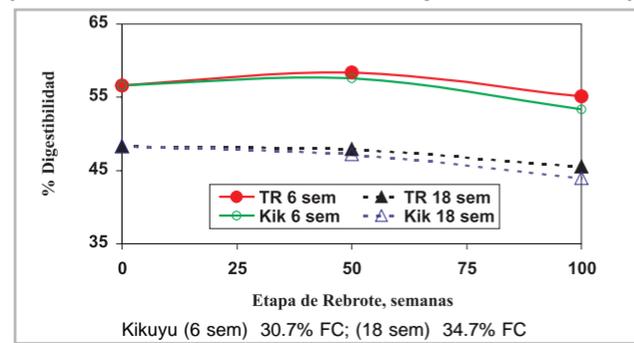


Figura 5c.

Digestibilidad de proteína cruda del pasto kikuyu en dos etapas de rebrote con diferentes niveles de torta de aceite de soya.
(Sherrod and Ishizaki, 1967; Campbell et al., 1969)

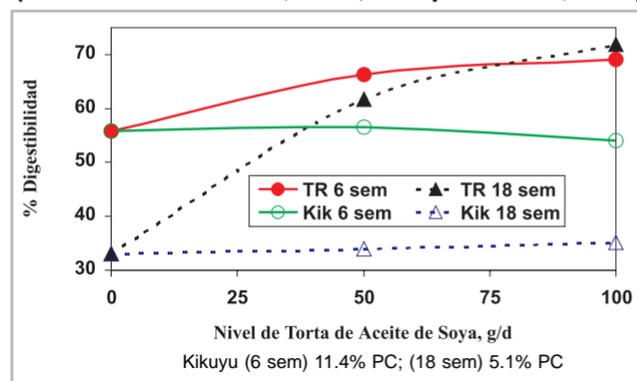


Figura 5d.

Digestibilidad de Nutrientes Digestibles Totales de Pasto Kikuyu a Dos Etapas de Rebrote con Diferentes Niveles de Torta de Aceite de Soya
(Sherrod and Ishizaki, 1967; Campbell et al., 1969)

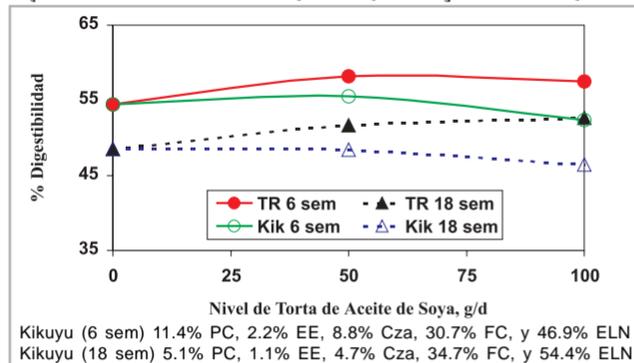


Figura 5e.

Digestibilidad de Proteína Cruda en una Ración Total de Pasto Kikuyu a 18 semanas de Rebrote con Diferentes Niveles de Torta de Aceite de Soya y Maíz (Campbell et al., 1969)

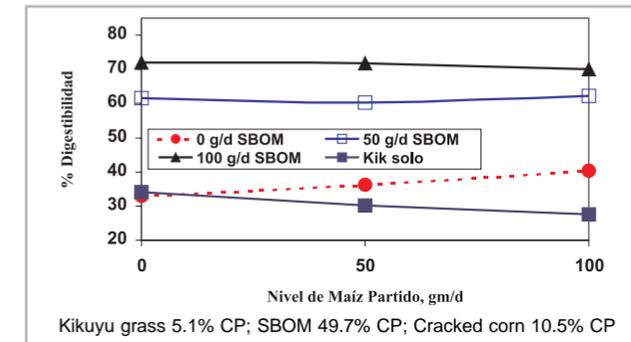


Figura 5f.

Digestibilidad de Materia Orgánica en una Ración Total de Pasto Kikuyu a 18 semanas de Rebrote con Diferentes Niveles de Torta de Aceite de Soya y Maíz (Campbell et al., 1969)

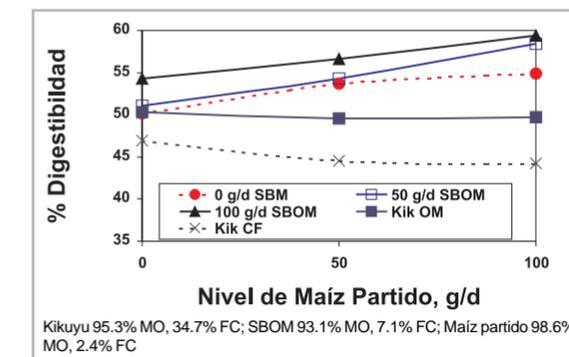


Figura 6a.

Digestibilidad *In situ* del Pasto Kikuyu preservado a diferentes niveles de humedad
Pérdida de Materia Seca

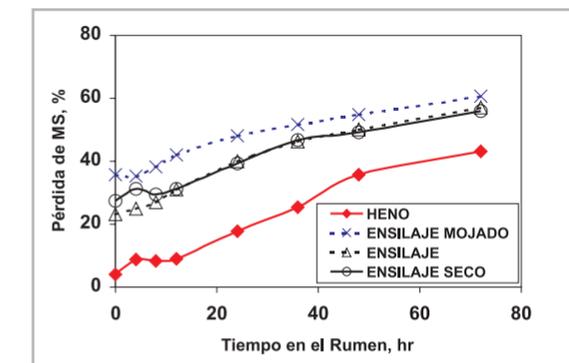


Figura 6b.
Digestibilidad *In situ* del Pasto Kikuyu preservado a diferentes niveles de humedad
Pérdida de Proteína Cruda

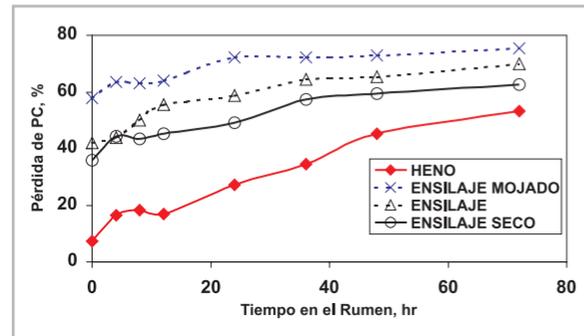


Figura 6c.
Digestibilidad *In situ* del Pasto Kikuyu preservado a diferentes niveles de humedad
Pérdida de Fibra Detergente Neutra

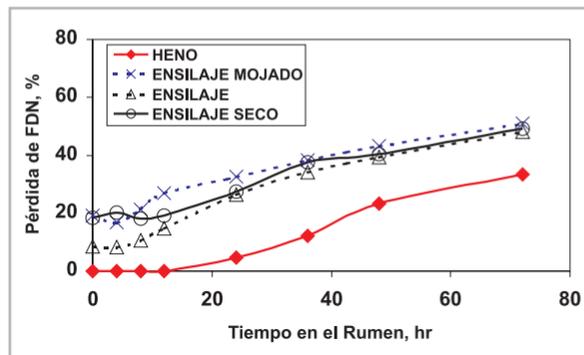
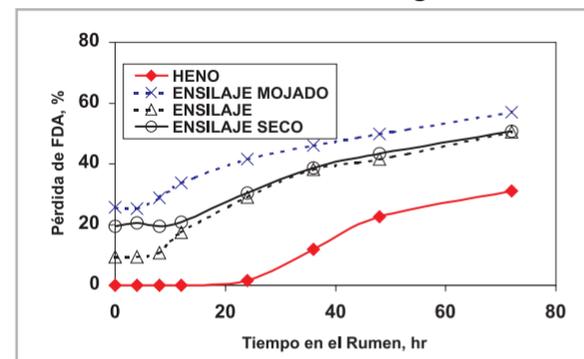


Figura 6d.
Digestibilidad *In situ* del Pasto Kikuyu preservado a diferentes niveles de humedad
Pérdida de Fibra Detergente Acida



Bibliografía

- CAMPBELL, C.M., L.B. Sherrod and S.M. Ishizaki. Effects of supplemental protein and energy levels on the utilization of Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*). En: Journal Animal Science. Vol.29, no. 634 (196)
- J.C. Nolan, Jr., C.W. Garcia and Y.N. Tamimi. Beef production on fertilized Kikuyograss pastures in Hawaii. Honolulu: Cooperative Extension Service, CTAHR, University of Hawaii, 1970.
- and E.B. Ho-a. Effect of level of nitrogen fertilization upon the nutritive values of Kikuyo and pangola grass. Proc., West. Sect. En: Amer. Soc. Anim. Sci. Vol. 22, (1971); 101-106.
- C.W. Garcia, J.C. Nolan, Jr., Y.N. Tamimi and E.B. Ho-a. Beef production from fertilized Kikuyograss pastures in Hawaii. Proc., West. Sect. En: Amer. Soc. Anim. Sci. Vol. 22 (1971); p. 95.
- Y.N. Tamimi, E.B. Ho-a, D.T. Matsuyama, D. Reimer and J.C. Nolan. Post weaning performance of cattle on Kikuyo grass pastures with and without legumes. En: 16th Annual Mealani Beef Cattle Field Day. Honolulu: University of Hawaii, 1981.
- CAMPBELL, C.M., Y.N. Tamimi, J.R. Carpenter, D.T. Matsuyama and R.Y. Niino-DuPonte. Effects of grazing management systems upon animal and forage performance. Proc., West. Sect., Amer. Soc. En: Anim. Sci. Vol. 45, (1994); p.216.
- CARPENTER, J.R., R.Y. Niino-DuPonte, C.M. Campbell, J.C. Nolan, Jr. and W.S. Damron. Nutrient composition and digestibility of Kikuyo grass (*Pennisetum clandestinum*) when harvested as grass, silage or hay. Proc. En: 24th Annual Mealani Beef Cattle Field Day, HITAHN Honolulu: University of Hawaii, 1989.
- S.Y. Iha, J.C. Nolan, Jr., C.M. Campbell and R.Y. Niino-DuPonte. Impact of type and level of protein or energy supplementation on in vitro digestibility of Kikuyo and pangola grasses. En: 24th Annual Mealani Beef Cattle Field Day, Honolulu: University of Hawaii, 1989.
- S.Y. Iha and R.Y. Niino-DuPonte. 1990. Protein fractionation of Hawaii's tropical forages and by-product feeds. En: 25th Annual Mealani Beef Cattle Field Day. Honolulu: University of Hawaii, 1990.
- R. F. Guyton, C.M. Campbell, E.B. Ho-a, D. Matsuyama and R.Y. Niino-DuPonte. Effects of solar radiation and age of regrowth on nutrient composition, in vitro digestibility, yield and growth characteristics of alfalfa grown in a sub-tropical climate. En: Journal Dairy Science. Vol. 80, Supp. 1 (1997); p.158.
- R.Y. Niino-DuPonte and M. Kaheiki. Impact of dietary supplementation of grazing steers on in situ digestibility of fresh and dried tropical grass. En: Journal Animal Science. Vol. 75, Supp. 1 (1997); p. 115.





II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- J.P. Tritschler, C.M. Campbell, Y.N. Tamimi, B.A. Buckley, B.R. LeaMaster and R.Y. Niino-DuPonte. Fall versus spring calving cycles for cow/calf productivity on improved tropical grass pastures. En: Journal Animal Science. Vol 76, Supp. 1 (1998) ; p. 193.
- B.W. Mathews, B.R. LeaMaster, B.A. Buckley, and R.Y. Niino-DuPonte. 1999. Effect of stocking rate on cow-calf productivity while grazing improved Kikuyo pasture during the fall versus spring calving seasons.. En: Journal Animal Science. Vol. 77, :Suppl 1 (1999) ; p. 209.
- ELLIS, S.W. 1989. An investigation into the in situ digestibility of several tropical grasses and alfalfa preserved as hays and silages. Honolulu : University of Hawaii, 1986.
- JONG, S.K., J.L. Brewbaker and C.H. Lee. Effects of solar radiation on the performance of maize in 41 successive monthly plantings in Hawaii. En: Crop Science. Vol. 22, (1982) ; p. 13.
- KAMSTRA, L.D., R.W. Stanley and S.M. Ishizaki. Seasonal and growth period changes of some nutritive components of Kikuyo grass. En: Journal of Range Management, Vol. 19, (1996) ; p. 288.
- MATHEWS, B.W., J.P. Tritschler II, J.R. Carpenter and L.E. Sollenberger. Soil Macronutrient distribution in rotationally stocked Kikuyograss paddocks with short and long grazing periods. En: Commun. Soil Sci. Plant Anal. Vol. 30 (1999) ; p. 557.
- RANJIT, N.K. Effect of plant physical properties on the rate and extent of digestion of six tropical grasses. Honolulu: University of Hawaii, 1995.
- RANJIT, N.K., J.R. Carpenter, R.J. Early and R.Y. Niino-DuPonte. Relationship of forage nutrient composition with in vitro digestion kinetics of six tropical grasses. Proc., West. Sect., Amer. Soc. En: Animal Science. Vol. 46 (1995) ; p. 314.
- SELAVKA, C.M. Relationships between forage cell wall cation exchange capacity and nutrient composition and digestibility of six tropical grasses. Honolulu: University of Hawaii, 1992.
- SHERROD, L.B. and S.M. Ishizaki. Effects of stage and season of regrowth upon the nutritive value of Kikuyo and pangola grass. Proc., West. Sect., Amer. Soc. En: Animal Science. Vol. 17, (1966) ; p. 379.
- S.M. Ishizaki. Effects of supplemental protein levels upon the utilization of Kikuyo and pangola grass nutrients. En: Animal Science. Vol. 18, (1967) ; p. 273.
- SHERROD, L.B. and S.M. Ishizaki. Effects of stage of regrowth and location upon the nutritive value of Kikuyo and pangola grass. Proc., West. Sect., Amer. Soc. En: Animal Science. Vol. 18, (1967) ; p.279.



II Seminario Internacional sobre Calidad de Leche Competitividad y Proteína



- TAMIMI, Y.N. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium upon the yield of Kikuyo and pangola grass. Proc. En: 3rd Annual Beef Cattle Field Day, Hawaii , 1967. P. 11.
- C.W. Garcia and J.C. Nolan. The effect of major and minor elements upon the yield of Kikuyograss. Proc., En: 3rd Annual Beef Cattle Field Day, Hawaii, 1967. p. 23.
- L.B. Sherrod, S.M. Ishizaki and T. Izuno. The effect of levels of nitrogen, phosphorus, and potassium fertilization upon beef production on Kikuyograss. En: Tech. Bull. No. 76 (1968)

