

a base de un aumento en la cantidad de proteínas de origen animal. La introducción de proteínas de origen vegetal de alto valor nutritivo, el uso de combinaciones complementarias de proteínas de origen vegetal, y la distribución adecuada, dentro de la población, de las proteínas de origen animal disponibles, pueden contribuir a resolver el problema. Ofrece muy buenas perspectivas el desarrollo, a través de la selección y el mejoramiento genético, de mayor cantidad y mejor calidad del contenido de proteína de variedades de plantas, cuyos productos de consumo común constituyen importantes fuentes de proteínas. Tal desarrollo sería posible solamente a través de la disponibilidad y utilización de las técnicas de laboratorio. La solución del problema de las proteínas en las llamadas regiones poco desarrolladas está al alcance de los técnicos agrícolas, en cooperación con los técnicos que trabajan en campos afines, y utilizando los conocimientos actuales.

RELACION DE LOS FORRAJES CON LOS PROBLEMAS DE LA NUTRICION EN LOS TROPICOS AMERICANOS¹

Por ROBERT L. SQUIBB, FRANCISCO DIAZ, ANTONIO FUENTES,

Instituto Agropecuario Nacional²

Y MIGUEL GUZMAN Y NEVIN S. SCRIMSHAW

*Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá³
Guatemala, Centro América*

La escasez de proteínas de alta calidad para consumo humano es el problema de nutrición más grave que hoy confronta gran parte del mundo. Los trópicos americanos incluyen muchas regiones en las cuales la producción y conservación de forrajes de alta calidad y un empleo mejor del ganado y los pastos contribuirían a aumentar, en las regiones afectadas, la producción local de alimentos de origen animal. El creciente éxito de los programas de salud pública en los trópicos americanos ha contribuido al aumento más rápido de la población y a que se aprecie mejor la importancia de la nutrición. Estos factores han aumentado la

¹ Publicado originalmente en la Memoria del Sexto Congreso Internacional de Tierras de Pastoreo, Pennsylvania State College, agosto 17-23, 1952, bajo el título "The Relation of Forages to Nutrition Problems in the American Tropics," número INCAP I-16.

² El Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala es un organismo agrícola técnico que actúa bajo la dirección conjunta del Gobierno de Guatemala y la Oficina de Relaciones Exteriores del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, de acuerdo con el programa del Punto IV a cargo de la Administración de Cooperación Técnica, del Departamento de Estado, E. U. A.

³ El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, Guatemala, es un Instituto de estudios de la nutrición humana sostenido por los Gobiernos de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Panamá y administrado por la Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud.

demanda de proteínas de alta calidad y agravado la escasez general de productos de origen animal. Por estas razones, los forrajes adquieren cada vez mayor importancia, puesto que no sólo aumentan las existencias de productos de origen animal, sino que contribuyen a que puedan ponerse en circulación para consumo humano cereales tales como maíz, arroz y frijoles, productos que ahora se emplean para alimentar a los animales.

Es necesario aumentar todo lo posible las existencias de proteína de origen animal para consumo humano, aunque, desde luego, no puede esperarse resolver sólo con ello el problema de las proteínas en la nutrición. Afortunadamente, una cantidad relativamente pequeña de proteínas de origen animal agregada a la dieta humana, mejora considerablemente su calidad general ayudando en la utilización de las proteínas de origen vegetal. Existen pruebas cada vez mayores de que, para el crecimiento máximo, tanto del hombre como de los animales, es necesario un factor presente en las proteínas de origen animal, pero no en las de origen vegetal. Es muy importante que los programas de alimentación complementaria para niños incluyan alimentos que proporcionen proteínas de origen animal, como leche, queso y carne. Estos alimentos pueden beneficiar a gran número de personas si se distribuyen extensamente, en pequeñas cantidades, combinados con alimentos locales que constituyen fuentes de proteínas vegetales. Así pues, se necesitan las proteínas de origen animal para complementar las combinaciones vegetales, que continuarán proporcionando el volumen de proteínas y de calorías en las llamadas zonas poco desarrolladas.

La escasez de proteínas de origen animal en las dietas humanas produce una deficiencia correspondiente en las raciones para los animales locales. Esto ocurre debido a que no se dispone de residuos de grasas y carne, de productos residuales de los mataderos, ni de comidas de pescado, para uso general en las raciones destinadas a las aves de corral y a los cerdos. Por lo tanto, hay que depender de las proteínas de origen vegetal para la alimentación de los animales. El aumento en la producción de alimentos de origen animal no sólo aliviaría el estado de desnutrición que existe en esas zonas, sino que facilitaría también el aumento en la producción de animales mediante la utilización de los productos derivados de éstos.

FACTORES DE AMBIENTE Y NUTRICIÓN QUE AFECTAN LA PRODUCCIÓN ANIMAL

Entre los diversos factores que pueden afectar la producción animal en las zonas tropicales americanas, el ambiente y la nutrición son de suma importancia.

Se destaca la influencia del medio porque los trópicos americanos poseen una gran variedad de climas. Estos varían de calurosos a muy fríos y de secos a húmedos. Algunas zonas tienen fuertes lluvias. El

clima, con el tipo de suelo y la fertilidad, determinan las clases de legumbres y hierbas nativas o que pueden introducirse con éxito.

En la mayor parte de los trópicos americanos las plantas forrajeras crecen más rápidamente a elevaciones de 4,000 pies de altura sobre el nivel del mar y muchas de estas plantas, leguminosas, son nativas de estas zonas. Algunas leguminosas, como la alfalfa y el trébol, pueden cultivarse en zonas limitadas.

El agua es un factor importante en el éxito o el fracaso de la cría de ganado. Durante las largas estaciones secas, que en algunas zonas de la América Tropical duran hasta 6 meses, el ganado sufre por la falta de agua y frecuentemente tiene que recorrer varias millas para encontrar este elemento vital. Durante las estaciones lluviosas muchos animales tienen que sufrir la humedad de los pantanos. Además, pueden estar expuestos a prolongadas lluvias, que duran a veces varias semanas y algunas tan fuertes que llegan a alcanzar un nivel de 9 pulgadas en el término de pocas horas. Se ha observado que las lluvias continuas de una o más semanas reducen los promedios de crecimiento, y a veces causan mortalidad considerable entre los animales expuestos a ellas.

En las zonas en donde las lluvias son tan fuertes las tierras probablemente están desprovistas de muchos elementos de nutrición. Es difícil clasificar las deficiencias nutritivas en el orden de su importancia, pero los síntomas de deficiencias minerales están muy extendidos entre los animales de los trópicos americanos. La incidencia de esos síntomas coincide con deficiencias similares del suelo. En las zonas de Seamay, Ciudad de Guatemala, Chocó y Tiquisate, en Guatemala, en diferentes condiciones de clima, altitud y terreno, se han observado deficiencias únicas o múltiples de calcio, fósforo, yodo, manganeso y cobre en el ganado vacuno, caballar, porcino y lanar y aves de corral (Squibb, 1952, informes sin publicar; Squibb *et al.*, 1952). En algunas zonas se sospechan también deficiencias de cobalto (Work, 1945). Durante las prolongadas sequías suele haber escasez de alimento. Sin embargo, durante la estación de lluvias, el crecimiento exuberante de las plantas presenta otro problema: ¿Ingiere el animal suficiente cantidad de substancias secas? En las estaciones secas la cantidad de carotinoides que ingieren los animales puede bajar en tal forma que la avitaminosis A se convierta en problema. Aun no se ha determinado la influencia general de las estaciones secas sobre otros elementos esenciales de la nutrición. Los ensayos biológicos en ratas y pollitos realizados en el Instituto Agropecuario Nacional, y los estudios sobre nutrición humana hechos por el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, han demostrado que las deficiencias más comunes en las dietas, tanto del hombre como de los animales, son las de proteínas de alta calidad, vitamina A y riboflavina. Si se rectifican esas deficiencias, faltarán sin duda otros elementos de nutrición. Descontando las diferencias de estaciones, existe una continua deficiencia

general cuantitativa y cualitativa de proteínas en las dietas humanas y en las del ganado.

Resulta importante que los ganaderos comprendan que las deficiencias de ciertos elementos de nutrición pueden ser factores limitantes e impedir la eficiente conversión del forraje en alimento humano. La deficiencia de un solo elemento de nutrición puede resultar tan desastrosa como una deficiencia múltiple. Debe prestarse inmediata atención a las deficiencias de minerales, incluso de los que aparecen en cantidades mínimas. Es necesario remediar por complementación la carencia o deficiencia de los minerales vitales de la tierra, toda vez que no pueden contenerlos las plantas cultivadas en suelos que carecen de esos minerales. Los métodos económicos y prácticos de complementación hay que determinarlos para cada zona. Las posibles alternativas consisten en agregar minerales al agua de beber, alimento *ad libitum* o sencillamente la fertilización de las tierras deficientes.

ESTUDIO SOBRE FORRAJES

Los ganaderos de la América Tropical se dan más cuenta cada vez de la importancia de mejorar las prácticas locales referentes a los pastos y al aumento de la producción y uso de forrajes altamente nutritivos. Es necesario realizar más estudios para fomentar esta tendencia.

Existen varios métodos de investigación y enfoque que están actualmente en uso o disponibles para su empleo en la América Tropical. Algunos tienen valor, desde el punto de vista de la crianza, en relación con la selección de hierbas y legumbres destinadas a diferentes regiones y ambientes. Al seleccionar forrajes para una zona dada deben tomarse en consideración las plantas nativas desconocidas o poco conocidas, de sabor agradable y que existen en las selvas o en pastos no cultivados. Los trópicos americanos al parecer contienen muchas plantas de esta clase. En cada zona los estudios sobre la calidad nutritiva de esos forrajes deben ir seguidos de la propagación y extenso cultivo de los que resulten mejores.

El *sabor agradable* es un criterio que se utiliza para evaluar los forrajes. Hay que darse cuenta de sus limitaciones. Por ejemplo, el ganado consume a veces plantas venenosas. Se puede determinar el comparativo buen sabor de varios forrajes ofreciendo a los animales distintas clases de ellos y dejando que elijan los que más les agraden. El utilizar el buen sabor como medida de valor es conveniente, pero debe tenerse presente que los animales consumirán plantas de sabor menos agradable, pero más nutritivas, si se les obliga a ello.

El *análisis químico* de un forraje es también útil para obtener información sobre sus posibilidades nutritivas, pero la información que arrojen los análisis químicos no debe considerarse aisladamente. Esa información debe utilizarse más bien en relación con los estudios de digestión y absor-

ción. Los estudios realizados en ratas con deficiencia de vitamina A revelan considerables diferencias entre el total de carotinoides que, según los análisis químicos, demuestra contener una planta y el porcentaje de esos carotinoides que los animales pueden absorber al comerla (Squibb *et al.*, 1952).

La *vitalidad de las plantas de forraje* es también importante. En muchas zonas ganaderas las hierbas y legumbres tienen que competir literalmente con la selva. Si una planta forrajera posee alto valor nutritivo, pero le falta vigor, es necesario elaborar algún método que permita la producción económica de la planta.

En zonas donde el calor es intenso, con alta humedad o sin ella, el manejo adecuado de los pastos y animales presenta problemas especiales. La mayoría de los animales no pastan durante los períodos de calor intenso. Esto ofrece interés especial para las industrias lecheras de tierras bajas, porque los períodos de ordeño coinciden usualmente con las horas más frescas del día. Por lo tanto, se pierde mucho tiempo de pastar y muchos animales no comen lo suficiente. Puede adiestrarse al ganado lechero que se encuentre en estas condiciones adversas para que pague más rápidamente durante breves intervalos controlados en las primeras horas de la mañana y del atardecer. Este sistema se ha usado en otras zonas. Se reúne gran número de animales durante breves períodos en pequeñas parcelas de pasto, cercadas, en cuyas condiciones los nuevos brotes son más ricos en substancias secas y en el total de nutrientes.

En el Centro Nacional de Agronomía de El Salvador se han estudiado los forrajes para las zonas en que son prolongadas las estaciones secas. Watkins y Chávez (1948) y Watkins y Lewy-van-Severen (1951) demostraron el efecto que tiene la frecuencia y altura de los cortes sobre el rendimiento, resistencia y contenido de proteína de un número de hierbas y legumbres. Estos investigadores encontraron que el napier o hierba elefante (*Pennisetum purpureum*) es notable por su rendimiento, valor nutritivo y fácil propagación. Esta hierba y una legumbre, engorda caballo (*Desmodium nicaraguense*), dieron los más altos rendimientos de proteína (N x 6.25) por acre y por año. Se recomendaron el gandul (*Cajanus cajan*) y el lablab (*Dolichos lablab*) como cosechas de rotación para las estaciones secas, porque esos forrajes se conservan verdes durante el tiempo en que la mayor parte de las hierbas se encuentran algo estacionarias e improductivas.

Cuatro forrajes han recibido atención especial en el Instituto Agropecuario Nacional de Guatemala: el *Desmodium* (*Desmodium intortum*), la grama kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), las hojas de plátano y el ramio (*Boehmeria nivea*).

Las especies del género *Desmodium* crecen en muchas regiones del mundo, incluyendo el sur de los Estados Unidos, Hawai y América Tropical. Algunas de ellas dan buen pasto verde y heno. Por su agradable sabor y alto contenido de proteína se les ha llamado "alfalfas de los

trópicos" (Squibb, 1945). El *Desmodium* crece bien en terrenos esquilmos. En el Instituto Agropecuario Nacional se han observado grandes grupos espontáneos en zonas en que ha habido maíz durante varios años. En la zona de Guatemala, las plantas de este género tienen un período semiestacionario que dura de 3 a 4 meses y un período de producción de semillas de 6 a 8 semanas. La especie estudiada, *Desmodium intortum*, es una legumbre rastrera, que se encuentra en toda la América tropical a elevaciones que varían desde el nivel del mar hasta 6,000 pies.

La grama kikuyu es nativa de las zonas del Africa Oriental, en donde el suelo es fértil y las elevaciones varían de 6,500 a 10,000 pies, con lluvias moderadas (30 a 60 pulgadas). Esta grama crece bien en Guatemala a elevaciones que varían desde cerca del nivel del mar a 9,000 pies. Sin embargo, no se recomienda para pastos cultivados donde es difícil controlarla y puede convertirse en una seria molestia. Trumble ha demostrado que en Australia la grama kikuyu puede ser controlada, si los estolones y los rizomas se desprenden del suelo con un disco por lo menos 3 veces durante un período seco de dos meses o más (Semple, 1952). En Kabete, Kenya, en una serie de experimentos de pastos, la hierba kikuyu fué una de las dos gramas (la otra era la Nzoia Rhodes), que resistió seis años de cortes bajos y frecuentes, y aún así mantenía la tierra cubierta satisfactoriamente (Edwards, 1951). Extensos experimentos realizados en la costa de Natal con pastos fertilizados (Taylor, 1949) indicaron que la grama kikuyu posee un contenido bruto de proteína de 20 a 25 %, o sea ligeramente más alto que el contenido promedio de proteína encontrado a 5,000 pies en Guatemala. Se ha demostrado que las gallinas ponedoras que consumían grama kikuyu mantenían altos niveles de riboflavina, carotinoides y vitamina A en el suero (Squibb, 1952, informes no publicados). La grama kikuyu produce un excelente ensilaje y se ha usado con éxito como suplemento del pasto verde en la dieta de cerdos en terrenos secos (Squibb y Salazar, 1951).

El plátano es una de las plantas forrajeras importantes en las zonas tropicales. El tronco de la planta es sumamente útil para proporcionar alimento succulento durante las estaciones secas. Las hojas del plátano pueden obtenerse en abundancia tanto en las zonas bajas, en donde se siembra el plátano por su fruta, como en las altitudes intermedias, en donde también se usa como sombra para el café.

La planta de ramio ha sido por mucho tiempo fuente de una de las fibras vegetales más largas y fuertes del mundo. Se cultivaría más extensamente, si no fuera por la dificultad de descortezar la fibra. Mucho se ha hecho (Davis *et al.*, 1947), para determinar el valor alimenticio de las copas y hojas del ramio. Estos son productos derivados de la industria local de la fibra. Los estudios del Instituto Agropecuario Nacional durante los últimos cuatro años se han interesado en la evaluación del ramio como planta de forraje. Se ha descubierto que el ramio es un excelente pasto para cerdos (Squibb, 1952, información no publicada). Los

cerdos prefieren el forraje verde al maíz o los guineos maduros, comiendo primero las hojas y tallos antes que la raíz de la planta. La información recopilada indica que el ramio puede convertirse por sí solo en planta de forraje y que aumentando la producción de forraje de esta planta se puede lograr una buena fuente de proteína vegetal para el ganado.

Las legumbres ramosas constituyen también forrajes muy importantes. Una característica de las legumbres ramosas es la capacidad que tienen sus raíces para penetrar a una profundidad donde pueden encontrar humedad y elementos nutritivos. Esta característica permite a esas plantas resistir las temporadas secas mejor que las plantas con raíces superficiales. Entre las legumbres ramosas la *Leucaena glauca* parece tener gran valor en la dieta de los rumiantes (Semple y Pendleton, 1950), especialmente en las zonas donde resulta difícil o poco económico el cultivo de la alfalfa o de otras plantas leguminosas herbáceas similares. Este pequeño arbusto o árbol es nativo en partes de Guatemala, El Salvador y otros países de Centro América, y en Yucatán. Se usa extensamente en el sistema de rotación en la producción de maíz por los indios del norte de Guatemala cerca de la frontera mexicana. El forraje de gandules (*Cajanus cajan*) ha demostrado ser de valor en las raciones de aves de corral (Squibb *et al.*, 1950) y otros animales (Work, 1946). Este alimento crece bien en zonas con elevaciones que varían desde el nivel del mar a 5,500 pies. Ciertas especies de *Desmodium* (*D. nicaraguense* y *D. distortum*), pueden considerarse como legumbres ramosas. Estas especies se pueden encontrar a elevaciones desde el nivel del mar a 8,000 pies. Aunque leñosas, esas plantas tienen follaje de sabor muy agradable, y son similares a la alfalfa en contenido químico.

La evaluación biológica de los forrajes ha sido uno de los proyectos del Instituto Agropecuario Nacional en el que han colaborado los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. La mayor parte de los experimentos se han hecho con ratas de laboratorio y aves de corral. Para estudiar los forrajes se deshidratan y se incorporan, en diferentes cantidades, a raciones altamente purificadas. Como parte de los experimentos se analiza la sangre de ratas y pollitos por medio de punción al corazón. Experimentos similares se realizan ahora en ganado vacuno, cerdos y ovejas. Algunas o todos los elementos constituyentes de la sangre que se mencionan a continuación se miden por métodos sistematizados: proteínas totales del suero, ácido ascórbico, riboflavina libre, carotinoides totales, vitamina A, fosfatasa alcalina, tocoferoles totales, hemoglobina, recuento de glóbulos rojos, hematocrito, hierro, calcio y fósforo.

En una serie de estudios recientes (Squibb *et al.*, 1952) se recogieron y deshidrataron en condiciones comparables los cuatro forrajes siguientes: *Desmodium*, ramio, grama kikuyu y hojas de plátano. Se evaluaron

como fuentes de proteínas, riboflavina y vitamina A (actividad), que son los tres nutrientes esenciales de que más carecen las raciones animales locales. La adición a las dietas deficientes de niveles al 5 % de cualquiera de esos cuatro forrajes impidió la avitaminosis A y la de riboflavina en las ratas y pollitos. En la proporción administrada cada uno de los cuatro forrajes mantuvo en el suero adecuados niveles de riboflavina, vitamina A, ácido ascórbico y proteínas totales. Los estudios de absorción realizados en ratas desprovistas de vitamina A, demostraron que la absorción de carotinoides es de 59 % con el *Desmodium*, 77 % con la grama kikuyu, 41 % con el ramio y 66 % con las hojas de plátano (Squibb *et al.*, 1952). Los carotinoides absorbidos produjeron el aumento de los niveles de vitamina A en el suero, sin marcada alteración en los carotinoides del suero, lo que demuestra que los carotinoides de las plantas se utilizaban bien.

RESUMEN

En la mayoría de las llamadas zonas poco desarrolladas es inadecuado el abastecimiento de proteínas de alta calidad para consumo humano. Sin embargo, no se utiliza bastante ni de modo eficiente la capacidad de muchas de esas zonas para aumentar la producción de ganado. Aunque debe remediarse en parte la escasez de proteínas de alta calidad, tanto en las dietas humanas como en las de los animales, mediante el uso de proteínas de origen vegetal, el mejoramiento de la industria animal constituye una urgente necesidad en esas regiones. En los trópicos americanos es posible aumentar considerablemente la producción de productos animales mediante el aumento de la producción de forrajes y el mejoramiento en el manejo de los pastos y animales.

Una importante ventaja de implantar un programa de aumento de ganado basado en el empleo más amplio de forrajes consiste en que la dieta animal no compete con la humana en cuanto a los alimentos básicos de cereales en esas zonas. Más bien el animal puede convertir alimentos no competidores en alimentos de gran valor nutritivo, que pueden utilizarse entonces para complementar la ingestión de proteínas vegetales de la población humana local.

El mejoramiento de la producción de forrajes tropicales representa el aumento no sólo de la cantidad, sino de la calidad del producto. Afortunadamente, se dispone de cierto número de forrajes de alta calidad que se adaptan a las condiciones de cultivo de los trópicos americanos. Las evaluaciones biológicas de cuatro de esos forrajes, *Desmodium* (*Desmodium intortum*), grama kikuyu (*Pennisetum clandestinum*), ramio (*Boehmeria nivea*) y las hojas de plátano, indican que poseen gran valor nutritivo. Cualquiera de esos forrajes, una vez deshidratados y agregados a las raciones de pollitos a un nivel de 5 % impedirá las deficiencias de vitamina A y riboflavina y mantendrá el crecimiento y los niveles satis-

factorios en la sangre de carotinoides, vitamina A, tocoferoles, ácido ascórbico, fosfatasa alcalina, proteínas del suero y riboflavina.

Se está insistiendo en la importancia de ampliar las investigaciones sobre forrajes y pastos y la utilización de animales en los trópicos.

REFERENCIAS

- Davis, G. K.; Mehrohof, N. R.; Comar, C. L.; Singer, L., y Boney, K.: Ramie Meal a New Feed, Univ. Florida Agr. Exp. Sta. Annual Report, 1947.
- Edwards, D. C.: Three ecotypes of *Pennisetum clandestinum* Hochst (kikuyu grass), Departamento de Agricultura, Kenya, *Emp Jour. Exp. Agr.*, 5:371-376, 1937.
- y Bogdan, A. V.: "Important grassland plants of Kenya," Londres, 1951.
- Sample, A. T.: "Improving the World's Grasslands," Estudio de la FAO, Londres, 1952.
- y Pendleton, R. L.: Woody legumes for the poor soils of humid equatorial lowlands, *Indian Farming*, 11:223-225, 1950.
- Squibb, R. L.: *Desmodium*s, alfalfa of the tropics, *Agric. in the Americas*, 5:151-153, 1945.
- ; Falla, A.; Fuentes, J. A., y Love, H. T.: Value of *Desmodium*, pigeonpea fodder, Guatemalan and United States alfalfa meals in rations for baby chicks, *Poultry Sc.*, 29:482-485, 1950.
- y Salazar, E.: Values of corozo palm nut and sesame oil meals, bananas, APF, and cow manure in rations for growing and fattening pigs, *Jour. Animal Sc.*, 10:545-550, 1951.
- ; Guzmán, Miguel; Aguirre, Francisco y Scrimshaw, N. S.: Diez constituyentes de la sangre de ratas blancas, gallinas, cerdos, carneros y caballos de las regiones tropicales de la América Latina, véase la página 57 de este Suplemento.
- ; Fuentes, A.; Guzmán, M.; Aguirre, F., y Scrimshaw, N. S.: Twelve Constituents of the blood stream of three herds of purebred dairy cattle in Guatemala, en prensa.
- ; Guzmán, M., y Scrimshaw, N. S.: Value of dehydrated *Desmodium*, kikuyu grass, and ramie and banana leaf forages protein, riboflavin, and carotenoid supplements in chick rations, en prensa.
- ; Guzmán, Miguel, y Scrimshaw, N. S.: Retención de la carotina y de la riboflavina y niveles séricos de vitaminas en ratas carentes de vitamina A alimentadas con cuatro forrajes, achote y aceite de palma africana, véase la página 62 de este Suplemento.
- Taylor, A. J.: "Composition of kikuyu grass under intensive grazing and fertilizing," Union of South Africa, Dept. of Agriculture, Bulletin No. 203, 2ª ed., Government Printer, Pretoria, 1949.
- Watkins, J. M., y A. Chávez, V.: Providing forage for the dry season in El Salvador, *British Grassland Soc.*, 3:141-154, 1948.
- y Lewy-van Severen, M.: Effect of frequency and height of cutting on the yield, stand and protein content of some forages in El Salvador, 1951.
- Work, S. H.: "Digestible nutrient content of some hawaiian feeds and forages," Univ. Hawaii Agric. Exp. Sta., Tech. Bul. No. 4, 1946.
- : Animal husbandry in the Caribbean area, *Jour. Animal Sc.*, 6:195-202, 1947.