

**ESTUDIOS DEL VALOR FORRAJERO Y LOS METODOS AGRONOMICOS DEL
PASTO IMPERIAL, AXONOPUS SCOPARIUS (FLUGGE), HITCH.**

Por
Jaime C. Basadre

**INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS
TURRIALBA, COSTA RICA**

Julio, 1953

ESTUDIOS DEL VALOR FORRAJERO Y LOS METODOS AGRONOMICOS DEL
PASTO IMPERIAL, AXONOPUS SCOPARIUS (FLUGGE), HITCH

T E S I S

Presentada a la Facultad, como requisito parcial
para obtener el grado de:

Magister Agriculturae

en el

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

APROBADA:

J. de Alba
Consejero Técnico

Alto E. Royer
L.R. Holdridge

Fecha: Julio 20 de 1953

Dedico este trabajo a mi esposa, J. O. de B.

DATOS BIOGRAFICOS

El autor nació en la ciudad de Lima, Perú, el 16 de Septiembre de 1928. Cursó sus estudios primarios y secundarios en el Colegio S.S.C.C. "Recoleta" de Lima y sus estudios profesionales en la Universidad de Maryland de College Park, Md., E.E.U.U. En Junio de 1950 recibió el título de Bachelor of Sciences in Agriculture.

Desde el mes de Marzo de 1951 ocupó el cargo de Administrador del Departamento de Industria Animal del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Becado por la Zona Andina, del Programa de Cooperación Técnica, Proyecto No. 39, de la Organización de los Estados Americanos que administra el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, inició sus estudios de especialización en Octubre de 1952.

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
I INTRODUCCION	1
II REVISION DE LITERATURA	
a) Descripción botanica, lugar de origen y distribución del pasto Imperial	3
b) Metodos agronomicos de los pastos tro- picales	12
c) Valor alimentico de los forrajes tro- picales	19
d) El uso de fertilizantes para la producción de pastos	29
III COMPARACION DEL VALOR FORRAJERO DEL PASTO IMPERIAL Y LA HOJA DE BANANO	
a) Materiales y metodos	37
b) Resultados	44
OBSERVACIONES SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS ANIMALES EN EL POTRERO	
1. Materiales y metodos	51
2. Resultados	53
IV ENSAYO DE COMPARACION ENTRE EL PASTOREO EN LOTES DE PASTO IMPERIAL Y POTREROS MIXTOS DE LA ZONA DE TURRIALBA	
a) Materiales y metodos	56
b) Resultados	59
V DISCUSION	63
IV CONCLUSIONES	71
IIV ESTUDIO DEL EFECTO DE FERTILIZANTES EN EL RENDIMIENTO DEL PASTO IMPERIAL	
a) Materiales y metodos	74
b) Resultados	79
c) Discusion	83
d) Conclusiones	89
e) Apendice	91

	Páginas
IX SUMMARY AND CONCLUSIONS	97
X LITERATURA CITADA	101

AGRADECIMIENTO

El autor quiere expresar su agradecimiento al Dr. Jorge de Alba, Jefe del Departamento de Industria Animal, por sus valiosos consejos y por la orientación que supo darle durante su permanencia en el Instituto. A los Drs. Alto Royer, Carl Hittle, Paulo de Tarso Alvim, y a la Srta. Angelina Martínez por su ayuda y revisión de algunos aspectos de esta tesis, y a los Ings. Carlos Madrid y Luis Carlos Cruz Riascos cuyo interés y buena voluntad hicieron posible la continuación de sus estudios de especialización. Igualmente, desea agradecer al personal y estudiantes del Departamento de Industria Animal, que con su cooperación contribuyeron a la realización de este trabajo.

INTRODUCCION

En los países de clima templado el ganado obtiene gran parte de su alimento de una variedad de especies forrajeras bien conocidas y estudiadas. Existen numerosas publicaciones que describen los métodos agronómicos de estos forrajes así como tratados que indican su valor nutritivo. El ganadero práctico de estas regiones tiene a su alcance, entonces, suficiente información que le permita saber que forrajes son más recomendables para sus condiciones particulares.

En contraste, en las regiones tropicales, existen un gran número de plantas forrajeras sobre las cuales se tienen conocimientos muy escasos. Muchas de las prácticas agronómicas que en la actualidad se llevan a cabo en estos países son producto de años de costumbres adquiridas que van pasando de padre a hijo sin ser renovadas y sin conocerse, en realidad, si son las más efectivas. El valor nutritivo de muchos de los forrajes es también desconocido por los ganaderos de los trópicos, que muchas veces alimentan sus animales con pastos de calidad inferior teniendo a su alcance un gran número de especies que tal vez, posean mejores condiciones alimenticias.

No hay, en realidad, necesidad de poner más énfasis en la importancia de efectuar estudios que incrementen los conocimientos sobre las especies forrajeras nativas, y adaptables a las condiciones tropicales.

El objeto de este estudio, es reunir la información previamente aparecida sobre el pasto Imperial (Axonopus scoparius) (Fluegge), Hitch. gramínea bastante utilizada en algunos países de la América Tropical. Igualmente se ha querido agregar a estos conocimientos algunos estudios sobre el valor forrajero y las prácticas agronómicas de esta especie.

Se han descrito dos ensayos de alimentación; el primero se compara el valor nutritivo del pasto Imperial con el de la hoja de banano y en el segundo se ha tratado de averiguar la posibilidad de utilizar esta especie, que se usa como forraje de "corte", para el pastoreo de vacas lecheras. Otro capítulo de este trabajo está formado por un experimento factorial de parcelas divididas en el que se ha tratado de establecer el efecto de aplicaciones de fertilizantes químicos, orgánicos, y correctores del pH del suelo sobre el rendimiento del pasto Imperial.

REVISION DE LITERATURA

DESCRIPCION BOTANICA, LUGAR DE ORIGEN Y
DISTRIBUCION DEL PASTO IMPERIAL

El Pasto Imperial (Axonopus scoparius) (Flugge) Hitchc., fué descrito originalmente en Venezuela por Flugge como Paspalum scoparius en 1810, posteriormente Poeppig lo describió en el Perú como Paspalum iridifolium en 1836, Sodiro en el Ecuador como Paspalum hackelianum en 1889 y Buchtein, en Bolivia como Paspalum tripinnatum en 1917. No fué sin embargo hasta 1922 que Hitchcock lo definió como Axonopus scoparius (42).

A pesar de que en muchos lugares se cree que el Imperial es oriundo de Venezuela y hasta se le conoce con el nombre de pasto Venezuela (6,7), es el hecho de que haya sido observado hace mucho años en otros países andinos como Bolivia, Perú y Ecuador parece notar que esta especie es originaria de los valles andinos de la región Centro y Norte de Sud América. Esta hipótesis es reforzada por el hecho de que en regiones de Perú y Bolivia el Axonopus scoparius es conocido como "cachi" y "caricachi" nombres derivados del Quechua o idioma de los Incas, que indican la antigüedad de la especie en la zona ya que de haber sido introducida ésta en los últimos tiempos es casi seguro que hubiera prevalecido el nombre español de la planta.

Según la descripción de Hitchcock (42) el pasto Imperial es una gramínea perenne que crece erecta hasta una altura

de dos metros, posee tallos firmes y largos, hojas que tienen hasta tres centímetros de ancho y panículos alargados hasta de treinta centímetros de longitud. Los panículos son terminales y auxiliares variando bastante en tamaño. En plantas vigorosas el panículo es compuesto teniendo pequeños racimos en la parte inferior. El número de estos racimos varía según la planta pudiendo llegar a cien en las más vigorosas. Posee espiguillas deprimidas y biconvexas, oblongas y generalmente obtusas y solitarias, sesiles y alternando en dos hileras sobre un raquis triangular. El dorso de la lemma fértil voltado hacia el eje, la primera gluma inexistente, la segunda gluma y la lemma estéril iguales, la lemma sin palea. Los márgenes de la lemma ligeramente enrollados.

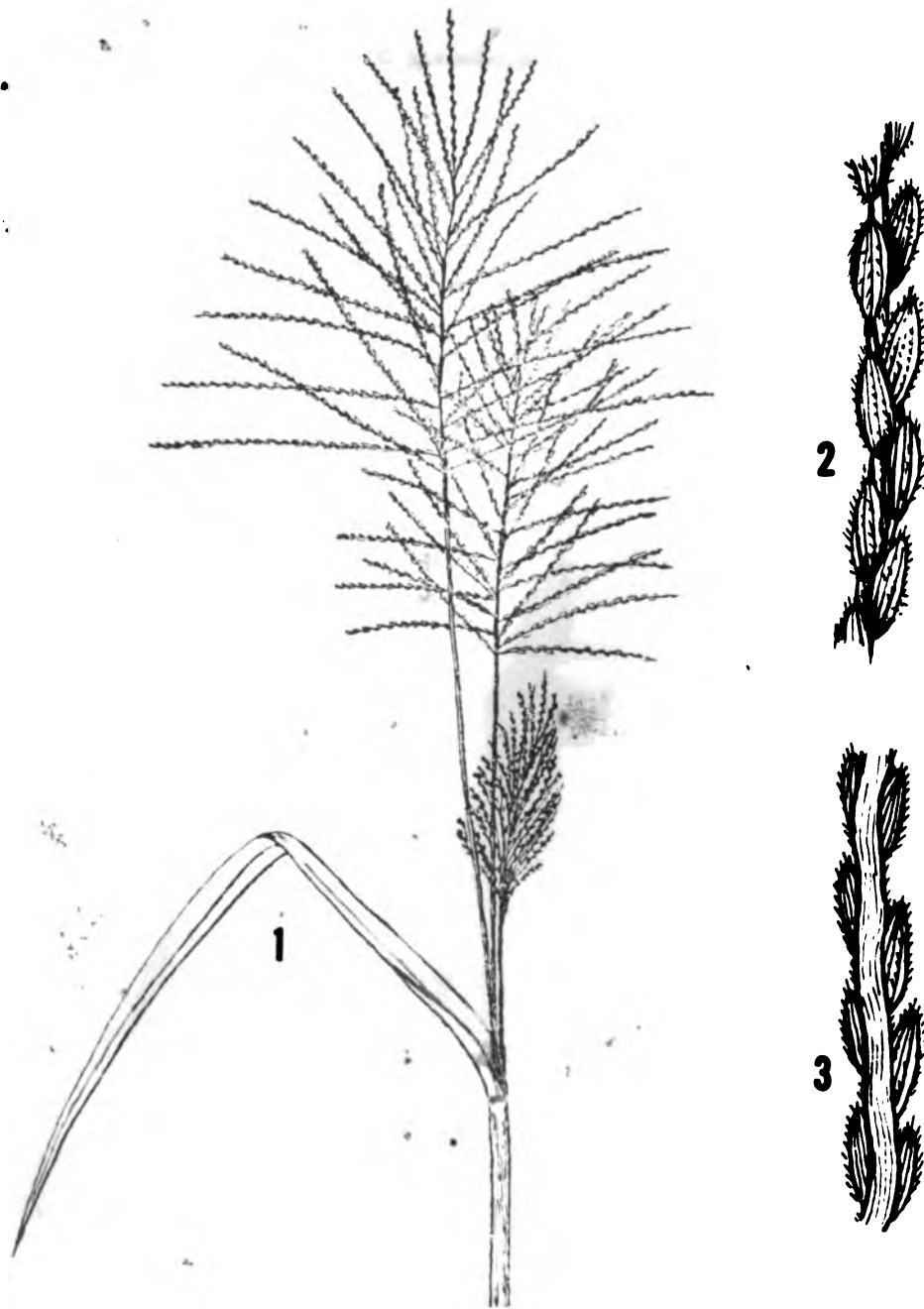
Las hojas son hirsutas con pelos largos y bien distinguidos. Varían mucho en color y textura con las condiciones de fertilidad del suelo. Siendo suaves, de verde muy obscuro en condiciones de buena fertilidad y duras, estiradas y amarillentas cuando el terreno es poco fértil.

Al describir las características del género *Axonopus*, Hitchcock (41) menciona que las especies de este género son estoloníferas. En el caso del *Imperial* esta condición no es observada en la práctica pues por lo contrario las plantas crecen erectas no mostrando ninguna tendencia a extenderse hacia los lados por medio de estolones.

El Axonopus scoparius se propaga vegetativamente por medio de capas, tallos o estacas y cuando el clima y suelo le es favorable se establece facilmente (15). La distancia a que se debe sembrar para obtener mayor porcentaje de establecimiento parece variar según las condiciones ambientales pues en Brasil (7) se recomienda una distancia de 0.50 x 0.40 metros entre plantas mientras que en Colombia (15) se cree que es preferible una distancia de 1.00 x 0.75 m, cuando se utilizan cepas para la siembra y 0.80 x 0.80 m. si se siembran estacas.

El Axonopus scoparius no es en la actualidad un forraje popular en todos los países de la América tropical; en realidad, sólo tiene importancia forrajera en el Brasil (7) Colombia (64), y Costa Rica (21). Hitchcock (40) lo ha mencionado como existente en la Guayana Inglesa y García Molinari (28) lo considera como un forraje prometedor para las zonas montañosas de Puerto Rico donde las condiciones climáticas son semejantes a las de su "habitat" natural. Alberts (1) en su estudio de los recursos forrajeros de la América Latina ha comprobado la importancia del Imperial en algunos valles andinos del Oriente del Perú, y de Alba (16) ha recomendado su introducción en Honduras para ser utilizado como forraje suplementario en los valles de la costa Norte.

En Colombia la utilización del pasto Imperial como forraje de corte está muy difundida (15) y se estima que se adapta



- 1** Inflorescencia del pasto Imperial
- 2** Espiculas vistas por la parte dorsal
- 3** Espiculas vistas por la parte ventral

sobre todo a regiones que están entre 1.200 y 1.800 m. sobre el nivel del mar y que tienen una precipitación pluvial anual de 1.200 a 1.800 mm.

Según Culbertson y Carvajalino (15) los mejores rendimientos se obtienen en tierras francas o franco-arcillosas, provistas de bastante compost y con suficiente humedad. Crece en temperaturas comprendidas entre 15 y 24 grados centígrados pero su mayor desarrollo se obtiene entre 19 y 22 grados centígrados. Estos mismo autores informan que en experiencias llevadas a cabo en Santander, demostró preferir suelos con pH entre 6.0 y 7.0.

Conviene mencionar que en Colombia existe una gramínea conocida localmente con el nombre de Micay que algunos autores (64) clasifican también como Axonopus scoparius pero que los naturalistas colombianos consideran una especie distinta y la dan el nombre de Axonopus micay (8). Esta especie nunca ha sido clasificada como tal en el Herbario Nacional de los E.E.U.U. (Smithsonian Institute) aunque autoridades de esta institución admiten la existencia de varias especies no muy conocidas que poseen gran similitud con el Axonopus scoparius. Así mismo expresan que el pasto Micay puede perfectamente ser una de estas especies (3).

Según algunos autores (15) el pasto Micay tiene características muy similares a las del Imperial en lo que se refiere a reproducción, preferencia de suelos y de clima. Su

diferencia más importante se basa en el hecho de que mientras el Imperial es un pasto de crecimiento erecto y utilizable sólo como forraje de corte, el Micay por tener estolones es excelente para cubrir la tierra y es usado principalmente para pastoreo (8, 15).

En el Brasil el Axonopus scoparius es bastante popular mencionándose cuatro variedades de la especie (6): (a) glabrusculum, o sea sin pelos; (b) vestritum, o pubescente; (c) parviflorum, que tiene espículas pequeñas; y (d) angustifolium, o de hojas angostas. Se indica que es apropiado principalmente para terrenos frescos y relativamente ricos (48) y que su gran resistencia al viento, al frío, y aún las pequeñas heladas (66) lo hace apropiado para las regiones del Sur. Casi todos los autores que mencionan esta especie en el Brasil, expresan que el número de cortas que produce anualmente es de dos a cuatro, (7,48,66) sin embargo, Kok (49) hace mención de una plantación de tres años de establecida que se estuvo cortando 10 veces anualmente desde que comenzó a producir.

Es de interés notar que en el Brasil existe otro pasto introducido de Colombia por el Instituto Agronómico do Norte, en Belem que se cultiva bajo el nombre de capim Imperial, se trata sin embargo, de otra especie, Tripsacum dactyloides que no tiene ninguna relación con el Axonopus scoparius pero que puede ocasionar confusión (3).

En Costa Rica el pasto Imperial es muy popular como forraje de corte para el ganado lechero. Se encuentra distribuido desde zonas relativamente bajas como Turrialba y San Carlos (600 m.) hasta localidades que pasan de los 1500 metros sobre el nivel del mar como San Isidro de Coronado y Las Nubes. En realidad es raro encontrar haciendas lecheras en la región de la meseta central donde no se cultive el Imperial.

Esquivel (21) estima que la popularidad de este pasto en Costa Rica se debe principalmente a que a pesar de alcanzar un gran desarrollo foliar produce siempre tallos jugosos y suaves que son gustados por los animales. En este aspecto se diferencia grandemente de otros forrajes comunes en Costa Rica, como el pasto Elefante, que al madurar se torna leñoso y duro no siendo apetecido por el ganado.

Aunque en este estudio no se pretende abarcar sino las prácticas agromónicas y el valor forrajero del pasto Imperial, se ha creído de interés general hacer mención de las plagas y enfermedades que atacan la especie.

Según Garcés (26) hay varios insectos que atacan al Imperial, entre estos se puede mencionar al gusano perforador del tallo (Chlorops grandicornis) que ataca al tallo de la planta, a la Cyclophala gregaria a cuyas larvas atacan las raíces, y el Epitio cucumeris que en forma larvaria ataca las raíces en tanto que el adulto produce perforaciones o

roeduras en las hojas.

Sin embargo, un problema mucho más serio se ha presentado en Colombia con el desarrollo de una enfermedad conocida con el nombre de Gomosis que ha arrasado plantaciones enteras de Imperial y de su pariente cercano Micay. Las características de la enfermedad han sido descritas por Garcés (26), se presentan como un alargamiento de uno a más tallos que sobresalen del conjunto de la planta y que se van adelgazando y se retuercen a medida que avanza la enfermedad. Las hojas inferiores van muriendo y el tallo acaba por tener sólo dos o tres hojas pequeñas que a la distancia presentan un aspecto de banderitas por el que se puede reconocer desde lejos un campo infectado. Después del corte los brotes vienen raquíuticos, con sus hojas cloránémicas y retorcidas que con frecuencia se secan al corto tiempo. Cuando la planta logra llegar a la madurez, consta por lo general de unos cuantos tallos largos deformados, desnudos de hojas hasta el ápice y retorcidos en el extremo superior. En sus últimos estados, la planta atacada se presenta marchita y agotada, siendo fácil arrancarla de raíz con el mínimo esfuerzo.

Existe un signo inconfundible para la determinación de esta enfermedad: al cortar transversalmente el tallo enfermo se puede observar una exudación gomosa a manera de pus, que emerge de la superficie cortada en forma de gotas pequeñas. Un examen al microscopio demuestra que esta goma sale

de los vasos del xilema obstruyéndolos completamente y en muchos casos desorganizándolos (26). El organismo causante de la enfermedad es el Xanthomonas axonoperis que ha sido recientemente descrito por Starr y Garcés (72).

Se considera que la forma principal de distribución de la enfermedad es el uso de semilla enferma (cepa, tallo o estaca) (26) y Castaño (9) agrega que una forma por la que comúnmente se propaga es por el estiércol de las lecherías que usualmente va revuelto con residuos de pasto y es usado como abono.

Las prácticas de control que se han recomendado son: el uso de semilla sana y el arado o restrillado de plantaciones infectadas para reemplazarlas por nuevos cultivos. Se estima sin embargo, que ningún método empleado hasta el momento da resultados muy satisfactorios por lo que se ha aconsejado el cultivo de otros pastos para reemplazar el Imperial (26).

Hasta hoy día esta terrible enfermedad ha estado confinada en Colombia, pero existe el peligro de que se propague a otros lugares. Se debe evitar por completo la exportación de semilla de Imperial de Colombia a países no afectados y es de esperar que los servicios aduaneros de estos países efectúen un control eficiente para no permitir la entrada de material vegetativo que no venga acompañado de un certificado extendido por un patólogo responsable.

Composición del Pasto Imperial en Variados Estados
de Crecimiento:1/

1. Seis semanas:

Materia seca:	10.90 %
Ceniza:	8.77 %
Proteína en M.S.:	14.53 %

2. Dos meses:

Materia seca:	9.70 %
Ceniza:	8.43 %
Proteína en M.S.:	12.87 %

3. Tres meses:

Materia seca:	9.35 %
Ceniza:	7.37 %
Proteína en M.S.	12.80 %

1/ Los análisis fueron efectuados en el laboratorio del
I.I.C.A. en Turrialba.

MÉTODOS AGRONÓMICOS DE LOS PASTOS TROPICALES

Los pastizales de los trópicos están compuestos generalmente de un tipo de gramíneas perennes de desarrollo abundante que producen un forraje algo tosco y generalmente inferior a los forrajes de las zonas templadas. La inferioridad se refiere especialmente a su menor contenido de proteínas y minerales (54, 58).

Esta diferencia en calidad puede ser grandemente disminuida si se escogen las especies más valiosas y si se adoptan métodos agronómicos que resultan en la producción de un forraje más sano, tierno y alimenticio.

Además el menor contenido de nutrientes en los pastos tropicales puede ser, cuando menos en parte, compensado al obtenerse mayor porcentaje de digestibilidad en el ganado rústico de los trópicos que en el ganado de las zonas templadas. Estos conceptos generales que expresa Paterson (58) deben tenerse en cuenta si se desea establecer y mantener pastizales en una forma económica obteniendo de estos un alto nivel de producción.

El método utilizado en Costa Rica para establecer pastizales de Imperial es similar al usado en otras partes para la mayoría de los forrajes tropicales de corte. El terreno se prepara arándolo y "disquiándolo" y se procede a trazar los surcos que generalmente tienen una separación de unos 0.50 m. entre sí. La siembra se realiza por medio de cepas, hijos, o

tallos que se colocan en los surcos a una distancia aproximada de 10 pulgadas entre uno y otro.

Esquivel (21) estudió en Costa Rica los métodos de establecimiento del pasto Imperial concluyendo que la siembra de hijos raiceados era el sistema más efectivo. Según los resultados obtenidos, la siembra de cepas presentaba las mayores desventajas pues aún después de establecido el pastizal, la distancia entre cepa y cepa no tiende a disminuir sino que permanece igual aún después de cortes sucesivos dando como resultado una pérdida de terreno y un descenso de rendimiento. Este concepto es similar al que expresa Guayadeen (31) en Trinidad al estudiar los métodos de establecimiento del pasto Guatemala. Utilizando el sistema de siembra de hijos raiceados se obtiene un crecimiento más rápido y el porcentaje de fallas de establecimiento es mucho menor que cuando se utilizan tallos acostados.

Con relación a la parte económica Esquivel (21) opina que se debe tomar en cuenta el costo de transporte que en el caso de las cepas representa una cifra más elevada que en el caso de los tallos o hijos. Esta consideración es necesaria sobre todo si se piensa sembrar una extensión grande o si se trata de establecer la nueva pastera lejos de las fuentes de semilla.

Las conclusiones expresadas por Esquivel fueron corroboradas en Turrialba donde se sembraron 6 parcelas de 3 x 6 m.

utilizando los tres métodos de siembra. Se pudo notar que las parcelas sembradas con hijos raiceados tuvieron un desarrollo más rápido y que el porcentaje de fallas de establecimiento fué mucho menor que en las parcelas donde se utilizaron cepas o tallos para la siembra.

Se obtuvo también el peso del material de siembra observándose que se necesitaban un promedio de 25 lbs. de material para sembrar cada parcela dedicada a las cepas y que éstas se colocaron a 0.50 metros entre sí. En contraste sólo se utilizaron 2.60 lbs. y 2.25 lbs. de material para sembrar las parcelas de hijos y tallos respectivamente y la distancia entre semillas fué de 0.40 metros en ambos casos.

De acuerdo con estas observaciones se puede decir que se necesita transportar una cantidad diez veces mayor en peso cuando se siembran cepas que cuando se utilizan los tallos o hijos como material reproductivo y que ciertamente puede existir un factor económico de importancia en esta diferencia cuando se trata de sembrar una extensión grande de terreno.

Las observaciones anteriores concernientes al pasto Imperial no parecen ser ciertas en el caso de otros forrajes que se utilizan en forma similar al Imperial y que tienen con este ciertos parecidos de orden agronómico y de utilización en general.

Guayadeen (31) estudiando los métodos agronómicos del

pasto Guatemala en Trinidad encontró que la siembra por medio de tallos colocados horizontalmente en el surco a una distancia de 2.5 pies por 1.5 pies resultaba en un mayor porcentaje de establecimiento y en un rendimiento de forraje superior después de las primeras cortas.

Este mismo sistema es recomendado frecuentemente para la propagación del pasto Elefante (77), aunque la siembra por medio de cepas es también utilizada en algunos lugares cuando la extensión por sembrar no es muy grande y cuando se quiere obtener un mayor crecimiento rápidamente (55). Estudios llevados a cabo por Paterson (56) en Trinidad prueban que la propagación del pasto Pará es mucho más fácil y efectiva si se utilizan estolones que si se siembran los tallos cortados o secciones del sistema radicular.

Una consideración que es muy importante tener en cuenta en el caso de todo forraje perenne es la cantidad de cultivo que es necesario para mantener elevado el rendimiento del pastizal por un período razonable de tiempo. /

Según Paterson (57, 58), el pasto ideal sería aquel que fuera nutritivo, fácil de establecer, y una vez establecido tuviera la facultad de cuidarse a si mismo impidiendo el crecimiento de las hierbas y no requiriendo cultivo alguno. Hasta hoy día no se ha encontrado ningún forraje tropical que se ajuste a esta descripción idealizada y la lucha para mantener los pastizales libres de maleza nunca cesa puesto

que aún en las épocas secas del año en que las hierbas progresan más lentamente los pastos retardan su crecimiento y no producen el foliaje necesario para defenderse de la invasión de la maleza.

Debido a las consideraciones anteriores la práctica de cultivar a deshierbar regularmente se ha hecho necesaria para mantener un nivel de producción económico en los pastizales.

El método de deshierba que generalmente se usa en Costa Rica es el de la limpia a mano utilizando un machete y raspando con el filo de éste el suelo donde se encuentra la maleza. Usualmente el trabajador trata de arrancar las plantas ayudándose con el machete y las deja en los surcos entre las cepas, ésta última práctica hace necesario que la deshierba por este método se lleve a cabo durante días secos, preferentemente asoleados, puesto que la naturaleza resistente de estas plantas hace que muchas veces aún después de arrancadas no mueran sino que se conserven vivas por varios días en la humedad y sus raíces penetren en el suelo haciendo inútil todo el trabajo de deshierba.

Paterson en Trinidad (55), ha indicado que se debe poner especial cuidado en enterrar las hierbas al cultivar el pastizal por se el método más eficaz de impedir un nuevo crecimiento de estas plantas. Así mismo expresa (58) que el uso de una cultivadora da como resultado un suelo flojo que es beneficioso para el desarrollo del pasto ayudándolo

a defenderse de la invasión de la maleza.

En Hawaii (77) se ha recomendado el uso de un arado liviano para efectuar el cultivo de plantaciones establecidas de pasto Napier, mientras que en Trinidad (31) se estima que el uso de una cultivadora de mula cuatro o cinco veces al año al mismo tiempo que una limpia a mano anual controlan más efectivamente el crecimiento de las hierbas en plantaciones de pasto Guatemala. En este mismo estudio se comprobó que la utilización de trinches o tenedores para remover el suelo es perjudicial porque generalmente daña las raíces poco profundas del pasto.

La influencia del intervalo entre cortes sobre la cantidad de hierbas invasoras fué estudiada por Paterson (57, 58), en experiencias realizadas con pasto Elefante y pasto Guatemala en Trinidad. Se determinó que las rotaciones de cosecha con intervalos más cortos favorecían el crecimiento de la maleza. Así por ejemplo, las parcelas que se cortaron cada seis semanas estuvieron siempre invadidas por hierbas mientras que aquellas que sólo se cortaron cada seis meses se encontraron prácticamente limpias de plantas invasoras a pesar de sólo haberse cultivado dos veces al año en comparación con 8 veces que fueron cultivadas las parcelas cosechadas cada 45 días.

Son interesantes los estudios llevados a cabo en Trinidad para determinar la influencia de la altura a que se corta el pasto sobre el rendimiento de forraje y la mortalidad

de tallos después de varios cortes. Según Paterson (54) cuando el pasto es cortado a raz del suelo, el crecimiento sucesivo se realiza sólo por medio de brotes laterales, en cambio si el corte se lleva a cabo a algunas pulgadas de altura la planta efectúa su crecimiento no solo por brotes laterales sino también por medio de las yemas terminales. Esto resulta en un crecimiento más rápido y una mayor sobrevivencia de tallos después de varios cortes sucesivos. Las experiencias efectuadas utilizando pasto Napier, pasto Guatemala y caña Uba (57) demostraron que una mejor conservación de las pasteras se obtiene si durante la primera cosecha se corta el pasto a unas 3 ó 4 pulgadas sobre el suelo, y en cada cosecha sucesiva se hace el corte 1 ó 2 pulgadas más alto que la anterior. Cuando el pedazo de tallo que queda sin cortar tiene aproximadamente un pie de largo se vuelve a cortar a la altura original de 3 ó 4 pulgadas y se repite el proceso en las cosechas sucesivas. Esta práctica que elimina cada cierto tiempo los tallos viejos y leñosos y al mismo tiempo favorece el desarrollo de las yemas terminales, da como resultado un crecimiento más rápido y reduce notablemente la mortalidad de los tallos antiguos.

VALOR ALIMENTICIO DE LOS FORRAJES TROPICALES

Con el desarrollo de nuevas áreas en las zonas tropicales del mundo y el establecimiento de la industria ganadera en estas se ha notado una creciente necesidad de conocer a fondo los forrajes disponibles que puedan ser aprovechables para la alimentación del ganado en estas zonas.

El ganado de las regiones templadas se alimenta principalmente en potreros que contienen una mezcla de gramíneas y leguminosas que presenta enormes ventajas debido sobre todo a su alto valor nutritivo (17). En las épocas de invierno • de sequía en que se dificulta el pastoreo el ganado recibe un suplemento alimenticio de concentrado, heno o ensilaje que suplen al potreraje proporcionando un alimento rico en nutrientes.

En contraste, en las zonas tropicales las mezclas de gramíneas y leguminosas son muy raras, debido sobre todo a la dificultad de adaptar las leguminosas de los climas templados a las condiciones de alta temperatura y humedad que generalmente persisten en las zonas bajas de los trópicos. Las dificultades encontradas al tratar de producir alimentos concentrados en condiciones económicas, y la poca práctica que se tiene en la elaboración de heno y ensilado hacen que el ganado tenga que alimentarse casi exclusivamente de los pastos naturales y cultivados que en el trópico generalmente son de gran desarrollo. Al ganado sin embargo, le conviene

comerlos cuando están en crecimiento y son más tiernos ya que muchos de los pastos tropicales tienen la tendencia a volverse fibrosos o leñosos cuando empiezan a madurar (16). Es interesante notar que se ha demostrado (23) que el exceso de fibra o lignina en la dieta de los animales reduce la digestibilidad de todos los nutrientes además de proporcionar un forraje menos nutritivo.

Igualmente se ha determinado que el consumo de forrajes por el ganado es mucho más bajo en los trópicos que en las zonas templadas. Harrison (35) haciendo una relación de experiencias llevadas a cabo en Trinidad menciona que en un total de 96 pruebas individuales los animales observados consumieron diariamente sólo un promedio de 1.6 lbs. de materia seca por 100 lbs. de peso en contraste con el consumo diario de 2.2 lbs. de materia seca por 100 lbs. de peso que se consideran necesarias para mantener un animal en climas templados. Según Harrison la explicación más lógica para este hecho es el alto contenido de agua de los pastos tropicales que hace imposible que los animales puedan consumir suficiente volumen de forraje para obtener la cantidad de materia seca considerada como standard en regiones donde los pastos contienen un menor porcentaje de Humedad.

En otros trabajos llevados a cabo en Trinidad Duckworth (18) explica que el bajo consumo de forrajes tropicales puede deberse principalmente a dos causas íntimamente

relacionadas; que los forrajes utilizados en las experiencias, que son típicos de los existentes en los trópicos, no formen una masa compacta en la panza de los animales sino que se mantengan en forma voluminosa y abultada durante el proceso digestivo, y que el proceso de digestión de los forrajes toscos tropicales, compuesto generalmente de hojas largas y ásperas y tallos muchas veces leñosos, se realice más lentamente que en el caso de tratarse de hojas tiernas y suaves como las que componen los forrajes de zonas templadas. Existe otra posible explicación en la posibilidad de que el volumen del rumen del ganado tropical sea más pequeño que en el de las zonas templadas. Sin embargo, según Duckworth (18) esta consideración parece ser la menos importante no habiéndose publicado hasta hoy datos que indiquen que en realidad existe una diferencia importante en la capacidad del rumen del ganado tropical y el de otras regiones.

El concepto expresado por algunos autores (43, 78) que aseguran que en muchos países el ganado obtiene el 90% de su alimentación de los pastos naturales y cultivados y sólo el 10% de suplementos alimenticios, indican claramente la enorme importancia que tiene estudiar el valor nutritivo de las especies forrajeras disponibles.

En experiencias realizadas en Turrialba (27) usando doce vacas en un experimento de doble cambio se compararon los valores alimenticios de las hojas de banano, las puntas

de caña de azúcar y el pasto Elefante. La ración del pasto Elefante fué igual a la ración de hojas de banano y ambas fueron superiores a la ración de puntas de caña en la producción de leche. Las producciones fueron de 6.84% y 6.5% superiores a favor del pasto y las hojas respectivamente cuando se compararon con la ración de puntas de caña. El pasto Elefante resultó ser el forraje más apetecido mientras que las hojas de banano demostraron menor aceptación en términos de consumo total de forrajes frescos. Las vacas bajo la ración de hojas de banano aumentaron levemente de peso durante el experimento mientras que los animales bajo las otras dos raciones rebajaron de peso. Económicamente las hojas de banano y las puntas de caña resultaron más baratas que el pasto Elefante.

En una serie de experimentos llevados a cabo en Hawaii (39) se comparó el valor del pasto Napier y el pasto Sudán utilizando dos grupos de vacas lecheras en un experimento de doble cambio encontrándose que la producción de leche corregida al 4% de grasa fué mayor cuando se administró el pasto Sudán y que con base en el consumo este forraje resultó ser un 10% más apetecido que el Napier. Cuando se comparó el pasto Napier con el Guinea no se obtuvieron diferencias significativas en la producción de leche. En contraste al realizar pruebas comparando el pasto Napier con la Leucaena glauca, se obtuvo mayor producción al suministrar Napier

fortalecido con una ración que contenía 35% de concentrado proteicos importados, que con la ración de *Leucaena glauca* que sólo se complementaba con una ración de concentrados locales de manos contenido de proteína. La ración de la *Leucaena glauca* sin embargo, resultó en la producción más económica de leche.

La producción de leche de dos grupos de vacas alimentadas con pasto Napier entero y picado fué comparada en Hawaii (36). Al proporcionarse Napier entero, el ganado trata de consumir sólo las hojas que son más aceptables, los tallos leñosos que no son apetecidos se pierden y no son utilizados por el ganado. Cuando se suministra picado muy poco forraje se desperdicia pues el ganado tiene dificultad de escoger las hojas entre los tallos cortados. En esta experiencia se demostró que el consumo de forraje fué mucho más alto cuando éste se suministró entero observándose que el forraje no consumido que se pesaba diariamente se componía casi en su totalidad de los tallos fibrosos del pasto Napier maduro. La producción de leche fué de 3.2% a 6% más alta cuando se utilizó el pasto entero.

Estudios realizados para comparar la producción de leche bajo raciones de pasto Sudán y pasto Rhodes (36) probaron la superioridad del Sudán. No solo se obtuvo una producción mayor al proporcionarse la ración del Sudán sino que el consumo de este forraje fué en un 35.6% mayor que el consumo de pasto

Rhodes lo cual demuestra su mayor aceptación por el ganado. Al compararse el valor del pasto Sudán con el pasto Panicum (38) se corroboran los resultados anteriores encontrándose que la producción de leche fué de 7.3% más alta al utilizarse el Sudán y el consumo de éste fué 12.2% más alto en comparación con el consumo del pasto Panicum.

Hay regiones tropicales que poseen un clima bastante uniforme con lluvias abundantes durante todo el año, este es el caso de la costa Atlántica de los países Centroamericanos. En estos lugares el ganado dispone de forraje verde todo el tiempo y la elaboración de alimentos suplementarios es poco necesaria y generalmente anti-económica.

En otras zonas sin embargo, se presenta anualmente una temporada seca de varios meses durante la cual los pastos detienen su crecimiento tornándose leñosos y secos. Algunos pastos tienen la propiedad de henficarse solos en el tallo y proporcionar un alimento que es suficiente para mantener a los animales si no están dando leche, (16) ésta es una de las razones por las que se debe impedir la quema de las praderas, prácticas que actualmente está muy generalizada en los trópicos. En ciertos lugares donde existen bosques, el ganado es conducido a éstos al comenzar la época de sequía y allí logra mantenerse de hoja secas, bejuco y tallos leñosos por varios meses hasta el retorno de la estación lluviosa (60). Sin embargo, ninguna de estas medidas logran que el ganado se mantenga

en buen estado durante las sequías, y la producción de leche decrece grandemente durante varios meses del año ocasionando fuertes pérdidas a los ganaderos.

Actualmente los ganaderos progresistas han comenzado a solucionar el problema de la alimentación durante los meses de sequía, henificando los forrajes y construyendo siles (16, 78) para poder proporcionar al ganado alimentos nutritivos durante la época seca.

Estudios realizados en Trinidad (52) comprobaron que era factible producir ensilaje de buena calidad utilizando el pasto Elefante. El forraje obtenido, se usó en un experimento comparándose su valor con el del pasto Elefante fresco. Se determinó que cuando las vacas comían el ensilaje, su producción disminuía en un 1.68% que no era mayormente significativo.

En Barbados (62) se obtuvo un aumento diario de 1.91 lb. de leche por vaca cuando éstas fueron alimentadas con un suplemento de ensilaje de maíz con melaza sobre su ración básica de puntas de caña de azúcar. Es interesante notar sin embargo, que el porcentaje de grasa disminuyó al proporcionarse el ensilaje aunque el total de grasa producida por vaca no fué menor.

Experimentos conducidos en Hawaii (37) demostraron que el ensilaje de Koa haole (*Leucaena glauca*) es de menor aceptación por el ganado que el pasto Napier verde aunque la

producción de leche obtenida al suministrar ambos alimentos midió diferencias significativas. Así mismo se comprobó que vacas alimentadas con una ración de ensilaje de cogollos de paja y melazas daban una producción de 8.5% más alta que vacas alimentadas con pasto Napier fresco.

En Florida (68) se efectuaron experiencias para determinar el valor comparativo de ensilaje de Sorgo, Caña de azúcar y pasto Napier para el engorde de novillos. Los animales alimentados con ensilaje de sorgo aumentaron 2.08 lbs. diarias en contraste con 1.81 lbs. y 1.79 lbs. que ganaron en peso diariamente los novillos que comieron ensilaje de pasto Napier y caña de azúcar respectivamente.

En el Brasil se estudió el ensilado de pasto Imperial y Maíz en silos de tipo trinchera (49). Se utilizó Imperial en floración cortado cuando tenía aproximadamente 1.20 mts. de altura. El maíz usado fue muy heterogéneo variando en tamaño entre 1 y 2.5 mts. El análisis de los forrajes usados, expresado en base seca, indicó marcada superioridad en contenido proteico del maíz (9.27%) sobre el Imperial (5.49%). En contraste el Imperial fue superior en cenizas (11.36% contra 9.99% del maíz) y en grasa (1.50% contra 1.03% del maíz) aunque tuvo mayor cantidad de fibra (27.23%) que el maíz (23.48%). Se construyeron 4 silos de trinchera utilizándose tres para ensilar el maíz y una para el pasto Imperial. En los silos de maíz se colocó una capa protectora

de pastos entre el ensilaje y la tierra de cobertura, mientras que en el silo de Imperial la tierra fué colocada directamente sobre el ensilaje lo cual ocasionó pérdidas en la capa superior. El ensilaje del pasto Imperial resultó de inferior calidad que el de maíz teniendo un olor rancio, esto se atribuyó a la naturaleza del forraje y no al método de ensilado utilizado. Sin embargo, a pesar de su olor desagradable el ensilaje de Imperial fué aceptado por el ganado. Se estudió el costo de la elaboración del ensilaje tomándose en cuenta los gastos ocasionados por la producción del forraje, la excavación del silo y las operaciones del ensilado en sí, determinándose que la elaboración de un kilo de ensilaje de pasto Imperial resultaba un 15% más barato que la preparación de la misma cantidad de ensilaje de maíz. En general los autores consideran que la elaboración de ensilaje de pasto Imperial es factible aunque no resulte en la producción de un forraje de primera calidad como el elaborado de plantas de maíz.

Los conceptos expresados en las páginas anteriores dan una idea de los trabajos que se están llevando a cabo para resolver algunos aspectos del problema de la alimentación del ganado en los trópicos. Sin embargo, las experiencias realizadas hasta hoy no son muy numerosas y la investigación ganadera en las regiones tropicales aún se haya en sus comienzos. Los resultados halagadores obtenidos en muchas

experiencias demuestran que una de las formas más eficaces de promover el mejoramiento ganadero es realizando trabajos de investigación que ayuden al ganadero práctico a mejorar sus métodos de producción.

EL USO DE FERTILIZANTES PARA LA
PRODUCCION DE PASTOS

La utilización de fertilizantes para el mejoramiento de pastizales en una práctica bastante común en los países templados, en contraste en las regiones tropicales la práctica de abonar los potreros y pastizales no está generalizada aunque en muchos lugares es costumbre utilizar el estiércol para fertilizar los terrenos donde se cultivan pastos de corte (21, 54).

Según Hodgson y Reed (43) la producción de pastos para potreraje agota menos el terreno que la de gran número de plantas cultivadas. A pesar de esto, con el transcurso de los años, los terrenos dedicados a pastos llegan a perder gran parte de su fertilidad. Cuando se trata de pastizales de corte, el terreno se agota con gran rapidez ya que anualmente se extraen del suelo cantidades de materia verde que muchas veces oscilan entre las 50 y 100 toneladas (58) por hectarea. Esto hace necesario el abonamiento del terreno desde el primer año de cultivo para mantener elevados los rendimientos (46).

En experimentos llevados a cabo en Jamaica (19, 20), utilizando pasto Napier, pasto Guinea, y pasto Guatemala, se obtuvieron incrementos considerables de crecimiento en todos los lotes donde fué aplicado sulfato de amonio. Aunque en menor escala, también se obtuvieron resultados positivos

al aplicarse superfosfato 18% y muriato de potasio.

En Hawaii (11) se logró un aumento considerable de producción de pasto Elefante al aplicarse 450 lbs. de nitrato de sodio por acre. Resultados similares se obtuvieron en Kenya (69) al aplicarse 156 lbs. de sulfato de amonia por acre, en pasto Napier, y en Serdang, Malaya (45) cuando se aplicaron 200 lbs. por acre de este mismo fertilizante; sin embargo, en este experimento, aplicaciones de superfosfato como único fertilizante no incrementaron el rendimiento de pasto Guinea y pasto Guatemala. Greenstreet y asociados (30) encontraron también que aplicaciones de superfosfato únicamente, tuvieron un efecto deprimente sobre el crecimiento de pasto Guinea.

En experimentos realizados en Puerto Rico (61) se obtuvo un aumento positivo en la producción de pastos bajo fertilización nitrogenada, y la aplicación de fósforo incrementó el crecimiento de crotalaria, frijol terciopelo y frijol soya (4).

Aparentemente en Rhodesia la aplicación de fertilizantes en una plantación de pasto Napier no es necesaria hasta después de un año de establecida. Aplicaciones anuales de 200 lbs. de superfosfato y 600 lbs. de sulfato de amonia por acre son recomendables para mantener un alto nivel de crecimiento en los años subsiguientes (46).

Ensayos sobre los efectos de la aplicación de elementos

menores llevó a cabo Weinman en Sur Africa (76) obteniendo aumentos significativos de rendimiento en los lotes que recibieron aplicaciones de Magnesio, Manganeso y Cobre, y rendimientos aún más elevados cuando se aplicó una mezcla completa de elementos menores.

La utilización de estiércol para fertilizar pastizales fué estudiada por Georgi y asociados en Malaya (29), encontrándose que el aumento en rendimientos de pasto Napier y Herker fué casi directamente proporcional a la cantidad de estiércol aplicada. Sin embargo, Greenstreet (30) encontró en Serdang que aplicaciones únicamente de estiércol daban resultados inferiores a aplicaciones de fertilizantes químicos.

En Malaya (45) una combinación de 5 toneladas de estiércol y tres quintales de una mezcla conteniendo nitrógeno, fósforo y potasio, dió resultados aparentemente iguales que 6 quintales de la mezcla completa de N, P, K. En Trinidad se recomienda la aplicación metódica de estiércol para mantener elevados los rendimientos en pastizales de pasto Guatemala, Para y Elefante (55, 56). Por otro lado, experimentos llevados a cabo en Serdang (30) han indicado que bajo las condiciones de Malaya se obtienen mejores resultados si se aplican fertilizantes de reacción básica y no de reacción ácida y que el estiércol es definitivamente inferior a ambos.

El encañamiento como método de mejorar los pastizales,

es recomendado en Colombia donde se estima que una cosecha de pasto mixto por hectárea toma del suelo el equivalente de 155 lbs. de cal agrícola (15). Igualmente en los suelos ácidos de la zona del Caribe se ha recomendado la aplicación de 1 a 1.5 toneladas de cal por acre cada dos o tres años (10).

En Uganda (50) se obtuvieron resultados muy favorables al aplicarse cinco toneladas de cal por acre en pastizales compuestos principalmente de pasto Rhodes. El pH del suelo se estimaba en 4.5 a 4.8 y se registró un aumento de 157% en los lotes tratados con cal sobre los testigos. Igualmente en Puerto Rico, Bormet (4) logró aumentos de crecimiento significativos al aplicar cal en parcelas de suelo ácido sembradas con frijol terciopelo, frijo soya y crotalaria.

El efecto de los fertilizantes en el valor nutritivo de los forrajes y principalmente su influencia en el contenido de proteína de los pastos ha sido un tema muy discutido en los últimos años. Se han expresado ideas optimistas sobre la posibilidad de aumentar el valor protéico de los pastos tropicales por medio de fertilización nitrogenada (46). Se ha pensado que estos pastos podrían proporcionar al ganado un régimen de alimentación comparable con el obtenido en los climas templados donde se utilizan las mezclas de gramíneas y leguminosas ricas en nutrientes.

Experiencias efectuadas en los Estados Unidos (75)

indican que aplicaciones de una mezcla de 50 lbs. de nitrógeno, 90 lbs. de ácido fosfórico, y 100 lbs. de Potasio por acre en parcelas de pasto mixto, causaron aumentos considerables en el contenido de fósforo y proteína del forraje obtenido. En maíz, se ha obtenido un aumento de 2.7% en el contenido protéico con la aplicación de 200 lbs. de nitrógeno por acre (47). Resultados parecidos fueron encontrados por Smith y asociados en Texas (70) que obtuvieron aumentos en el contenido de nitrógeno en trigo producido bajo fertilización con tratamientos de 30, 60 y 90 lbs. de Nitrógeno por acre en suelos muy pobres. Sin embargo, la aplicación de abonos nitrogenados en suelos muy ricos tendió a disminuir el porcentaje de nitrógeno en la materia verde aunque el rendimiento total de forraje aumentó considerablemente. Aplicaciones de 90 lbs. de potasio no tuvieron ninguna influencia en la composición de las plantas.

Son interesantes las observaciones hechas por Royer (65) que encontró que cuando la cantidad de fósforo soluble en el suelo era menor de 20 lbs. por acre, el contenido de fósforo en trebol rojo era influenciado significativamente con el mayor contenido de fósforo en el suelo. En contraste cuando análisis indicaban más de 20 lbs. de fósforo soluble por acre, los incrementos en la composición de fósforo fueron muy pequeños. Al estudiarse la composición de plantas y grano de maíz se observó que el contenido de fósforo aumentaba

notablemente hasta que el suelo tenía de 30 a 35 lbs. de fósforo soluble por acre, disminuyendo el grado de aumento cuando la cantidad de fósforo pasaba de esta cifra. Aplicaciones de potasio en suelos pobres resultaron en aumentos significativos de rendimiento pero sólo en pequeños cambios de composición. Por otro lado cuando se aplicó potasio a suelos ricos y medianamente ricos se obtuvieron incrementos significativos en la composición de potasio de trébol rojo y plantas de maíz.

Según Crampton y Finlayson (14) el efecto de la fertilización sobre las especies existentes en un potrero puede ser más importante que el cambio de la composición del forraje en sí. Este mismo concepto es anotado por Sullivan y Wilkins (73) que mencionan que el trébol responde más rápidamente que muchas especies de gramíneas a la fertilización mineral, en esta forma, si una leguminosa se hace más abundante en el potrero, el contenido protéico del forraje aumenta en términos generales. Vandecaveye (75) ha hecho las mismas observaciones en Washington después de comprobar que la cantidad de trébol en heno mixto era superior cuando este provenía de lotes fertilizados comprobándose la mayor influencia de la fertilización nitrogenada sobre el trébol que sobre las gramíneas que crecían en combinación con este.

Experiencias en praderas de Sur Africa (32) probaron que aplicaciones de 100 y 300 lbs. de sulfato de amonía por acre

dan como resultado no sólo un mayor crecimiento de forraje sino también un aumento de peso diario considerable en los novillos pastoreados en los lotes fertilizados. Otros estudios (63) comprobaron que un grupo de vacas alimentadas en lotes fertilizados con 300 lbs. de sulfato de amonio por acre, tuvo una producción significativamente más alta que un grupo similar que pastaba en lotes no fertilizados.

En algunos ensayos efectuados en los trópicos, se han obtenido resultados diferentes a los mencionados anteriormente. Así, en Puerto Rico Axtmayer y asociados (2) no consiguieron aumentar el valor nutritivo de los pastos por medio de aplicaciones de fósforo y nitrógeno. Estos datos son similares a los obtenidos por Greenstreet en Malaya (30) y por Ellis en Jamaica (19).

Según Ellis y Burrowes (20) el bajo porcentaje de proteínas de los pastos tropicales no aumenta con aplicaciones de 400 lbs. de sulfato de amonio por acre. Al aplicarse 900 lbs. por acre los aumentos obtenidos fueron de un 2% de proteína en base seca y aunque el tonelaje de materia verde producida fué mayor, la composición del forraje no fué afectado significativamente. Estos mismos autores expresan, que si se considera necesaria la administración de un alimento proteico para el cuidado eficiente del ganado no se debe pensar que este suplemento será obtenido de las especies de gramíneas hasta hoy conocidas en los trópicos.

Estas ideas parecen desechar las opiniones optimistas que creen posible la eliminación de concentrados para la alimentación del ganado de los trópicos. Por otra parte si se consideran las dificultades que existen en muchas zonas para obtener concentrados alimenticios, se comprende la enorme necesidad que existe de estudiar los medios para obtener un mayor y mejor aprovechamiento de los forrajes disponibles ya sea por mejoramiento de especies de las prácticas agronómicas utilizadas, o un programa de manejo de pastizales. En éstas últimas consideraciones estaría, desde luego, comprendida la realización de un programa de fertilización.

**COMPARACION DEL VALOR FORRAJERO DEL
PASTO IMPERIAL Y LA HOJA DE BANANO**

MATERIALES Y METODOS

A. Localización y Forrajes Usados

Esta experiencia se llevó a cabo en el Departamento de Industria Animal del Instituto.

El Pasto Imperial utilizado fué producido en su mayor parte en un pastizal de unos cinco años de establecido, parte del cual se encontraba en ese mismo tiempo bajo experimentación para determinar el efecto de aplicaciones de fertilizantes sobre el rendimiento de forraje^{1/}.

El pasto fué cortado diariamente en las mañanas y transportado hasta la lechería donde era picado y pesado antes de ser puesto en los comederos. Los días domingos se utilizó forraje cortado el día anterior. Por haber ciertos lugares en el pastizal donde el pasto tenía un aspecto inferior, siendo de menor crecimiento, áspero y amarillento, se trató de escoger el forraje experimental de los lugares que mostraran mejor aspecto y produjeran un forraje superior y más uniforme.

Las Hojas de Banano (Musa sapientum) se obtuvieron en los cafetales del Instituto donde el banano es utilizado como sombra. Las variedades más usadas en la zona de Turrialba son las conocidas localmente como "Guineo Negro" y "Guineo

^{1/} Estas experiencias son parte de esta tesis y se describen más adelante

Caribe^m que fueron las que proporcionaron la mayor parte de este forraje. Las hojas fueron cortadas dos o tres veces por semana y almacenadas bajo techo para protegerlas del sol. Se tuvo el cuidado de escoger hojas bastante tiernas que no presentaran partes secas o enfermas.

Se trató de suministrar ambos forrajes en las cantidades máximas que cada animal quisiera consumir en las horas de estabulación (3 a.m. - 6 a.m., 12 m. - 3 p.m.) y calculando que siempre quedara un residuo en los comederos al finalizar el día.

Los animales recibían, además, un suplemento de mezcla de caña y un concentrado compuesto de una mezcla de 19 partes de harina de cáscara de arroz y 8.5 partes de harina de semilla de algodón, que contenía también 1% de hueso molido y 2% de sal común (contenido de proteína : 16%).

Durante las horas de pastoreo, los animales se encontraron reunidos en potreros formados principalmente por pasto Gordura (Melinis minutiflora) y pasto Guinea (Panicum maximum).

Composición Química de los Forrajes
bajo Experimentación

TABLA No. 1

	Materia seca	Proteína cruda	Extracto eterio	Fibra bruta	Extracto no nitrogen.	Cenizas
	%	%	%	%	%	%
Pasto Im- perial poco antes de flore- cer (9)	18.3	7.25	1.90	30.60	52.60	7.75
Hoja de Banano (29)	18.75	13.90	3.50	29.25	43.55	9.81

B. Selección del Ganado Utilizado

Dos grupos de seis vacas cada uno fueron escogidos del hato lechero del Instituto. Se trataba de animales mixtos de raza criolla, Jersey y media-sangre Pardo Suizo.

Se trató de seleccionar aquellos animales que se creía capaces de completar una lactancia normal de 300 días. Desgraciadamente por el limitado número de vacas en lactancia al iniciarse el experimento no se pudo incluir sólo animales que tuvieran una producción diaria bien uniforme, encontrándose que al comenzar el experimento cada grupo estaba compuesto de tres animales que producían entre 9 y 12.5 kilos de leche diarios, y tres animales cuya producción oscilaba entre los 6 y 8 kilos. Igualmente por el hecho de que la mayor parte de las vacas en producción habían sido adquiridas

recientemente por el Instituto, o se encontraban en su primera lactancia; no fué posible utilizar datos de lactancia anteriores en la selección de ocho de las doce vacas que formaron parte de esta experiencia.

Después de tomar en cuenta las producciones de los 10 días que precedieron al experimento así como las producciones de la lactancia anterior, en los casos en que se contaba con este dato; los dos grupos quedaron constituidos en la siguiente forma:

GRUPO I	Promedio de Producción diaria de 10 días previos
Vita	6.2 Kg.
Mulita	6.2
Buyita	8.0
Mansa	9.0
Tapia	9.0
Iris	<u>12.5</u>
Total	50.9 Kg.
GRUPO II	Promedio de Producción diaria de 10 días previos
Jora	6.0 Kg.
Liberata	7.3
Tarjeta	7.6
Jalita	9.4
Fronterita	10.6
Consentida	<u>9.7</u>
Total	50.6 Kg.

D. Controles efectuados en la Experiencia

La leche producida en los dos ordeños diarios fué pesada y sumada para obtener la producción diaria individual en kilos. Semanalmente se efectuaron pruebas para determinar el porcentaje de grasa contenido en la leche producida por cada animal, calculándose los kilos de grasa obtenida. Las producciones de leche fueron expresadas después de ser corregidas al 4% de grasa por medio de los factores de Gaines and Davidson (27).

Al comenzar y finalizar cada período experimental se obtuvo el peso de los animales.

La cantidad de forraje verde consumida diariamente fué determinada pesándose el alimento cada vez que era administrado y obteniéndose luego el peso del residuo no utilizado que quedaba en los comederos después de los dos ordeños. Igualmente, el concentrado suministrado se calculaba semanalmente según el método recomendado por Lucas (51) que se basa en la obtención de un factor relacionado con la cantidad que consumieron las vacas al comienzo del experimento (determinada originalmente de acuerdo con la producción a razón de un kilo de concentrado por cada cuatro kilos de leche corregida) que es utilizado durante toda la experiencia para ajustar la ración en una forma uniforme a todos los animales.

D. Diseño Experimental

En el presente experimento se utilizó el sistema de doble reversión de Brandt (7). Este sistema se basa en la formación de dos grupos de animales los más similares posibles, que son sometidos a tres períodos experimentales.

Los períodos fueron de 28 días cada uno, considerándose que los primeros siete días de cada período eran de adaptación y no debían tomarse en cuenta en el análisis para evitar la posible influencia de un efecto residual de una ración sobre la otra.

El diseño se ordenó de la forma siguiente:

GRUPO I			
Períodos			Diferencias
I	II	III	
Rac. A	Rac. B	Rac. A	$A_1 - 2B + A_2$

GRUPO II			
Períodos			Diferencias
I	II	III	
Rac. B	Rac. A	Rac. B	$B_1 - 2A + B_2$

Con las diferencias individuales obtenidas (al margen derecho del diseño) se puede determinar con bastante precisión el resultado del ensayo. Si las sumas de las diferencias

de ambos grupos tienen el mismo símbolo, no se han obtenido diferencias significativas entre los tratamientos. Por otra parte, si por ejemplo, la suma de las diferencias del primer grupo resulta positiva y las diferencias del segundo grupo son negativas, se puede decir que la ración A dió resultados superiores a la ración B. En caso de resultar negativas las diferencias del primer grupo y positivas las del segundo, se considera que la ración B fué superior a la A.

Una vez obtenidas las sumas de las diferencias se procedió a calcular el valor de F según el método descrito por Snedecor (71) con el fin de obtener la significación de las diferencias del ensayo.

El valor de F obtenido fué comparado en relación con los grados de libertad del ensayo, en las tablas de F que aparecen en el libro de Snedecor.

RESULTADOS

A. Análisis de Variancia de la Producción de Leche y Grasa Butirométrica

Todos los datos en el análisis se basan en la producción de sólo cinco animales por grupo. Durante el segundo período experimental, una de las vacas perteneciente al Grupo I, enfermó y tuvo que ser retirada del experimento. Como de analizarse los datos con los animales restantes los grupos estarían disparejos, se procedió a eliminar una vaca del Grupo II escogiendo una que tuviera características de producción similares al animal que tuvo que ser retirado por enfermedad.

CUADRO No. 1

Kilos de leche corregida Producidos por los dos Grupos Durante los tres períodos. Dos Tipos de Forraje; (PI) Pasto Imperial, (HB) Hoja de Banano.

VACAS	PERIODOS			a - 2b + c	Suma
	A (HB)	B (PI)	C (HB)		
Vita	128.7	130.4	110.4	- 23.7	
Mulita	122.6	125.3	119.1	- 8.9	
Buyita	178.0	175.2	121.8	- 50.6	
Tapia	171.4	132.4	92.5	- 0.9	
Iris	258.5	256.0	223.6	- 29.9	- 114.0
	(PI)	(HB)	(PI)		
Jora	115.5	118.0	110.8	- 9.7	
Liberata	170.1	167.1	138.6	- 25.5	
Tarjeta	167.8	147.9	129.8	+ 1.8	
Jalita	184.6	154.0	128.6	+ 5.2	
Consentida	207.3	207.9	179.3	- 29.2	- 57.4

TABLA No. 2

Producción Total, por Grupo, y por Raciones, de Leche Corregida al 4% de Grasa, y Correspondiente Promedio de Producción por Vaca por Día.

Produc. Total	<u>Raciones</u>		Total
	<u>Imperial</u>	<u>Banano</u>	
Grupo I	819.3	1,524.6	2,343.9
Grupo II	<u>1,532.4</u>	<u>794.9</u>	<u>2,327.2</u>
Total	2,351.7	2,319.5	4,671.2
v-			
Produc. promedio vaca/día			Promedios
Grupo I	7.8	7.2	7.5
Grupo II	7.3	7.5	7.4
Promedio	7.5	7.3	7.4

Según puede verse en el Cuadro No. 1 ambas sumas de las diferencias individuales obtenidas en la producción de leche durante los tres períodos resultan con signos negativos. No existió ninguna significación en las diferencias de la leche producida bajo los dos tratamientos

El análisis de variancia de la grasa producida (en kilos) tampoco dió diferencias significativas entre tratamientos.

En las tablas 2 y 3 pueden observarse las pequeñas diferencias que existieron en la producción de grasa (en kilos)

y el porcentaje de grasa butirometrica por grupos y por raciones.

TABLA No. 3

Producción de Grasa Butirometrica por Grupos y por Raciones

	<u>Imperial</u>	<u>Banano</u>	<u>Total</u>
Producción			
Grupo I	32.57	60.20	92.77
Grupo II	<u>61.45</u>	<u>31.65</u>	<u>93.10</u>
Total	94.02	91.85	185.87

TABLA No. 4

Porcentaje de Grasa Butirometrica Producida por Grupos y por Raciones

	<u>Imperial</u>	<u>Banano</u>	<u>Promedio</u>
Porcentaje			
Grupo I	3.9 %	3.9 %	3.9 %
Grupo II	4.1 %	3.9 %	4.0 %
Promedio	4.0 %	3.9%	3.9 %

B. Analisis de Variancias de las Cantidades de Forrajes Consumidos.

Ya se ha explicado anteriormente la forma en que se administraban los alimentos en el experimento. Se llegó a determinar las cantidades exactas de forraje que los a-

nimales ingerían diariamente.

Como puede observarse en la Tabla No. 5 así como en el Cuadro representativo de comparación entre tratamientos (Cuadro No. 2) existieron en los tres periodos, grandes diferencias en el consumo de ambos forrajes (significativas al nivel del 1 %). Estas diferencias fueron acrecentadas durante el segundo periodo experimental cuando el Grupo I que se encontraba bajo la ración de pasto Imperial, recibió forraje proveniente de lotes fertilizados, consumiendo durante el periodo una cantidad de forraje 15 veces mayor que la ingerida, en el mismo tiempo, por el Grupo II que estaba siendo alimentado con hoja de Banano.

CUADRO No. 2

Kilos de Forrajes Consumidos por los dos Grupos Durante los Tres Periodos. Dos Clases de Forrajes: (PI) Pasto Imperial. (HB) Hoja de Banano.

<u>Vacas</u>	<u>Periodos</u>			a - 2b + c	Suma
	A (HB)	B (PI)	C (HB)		
Iris	95.6	701.0	87.4	- 1219.0	
Tapia	106.9	746.9	134.8	- 1252.1	
Buyita	122.0	757.2	67.9	- 1324.5	
Mulita	89.8	666.6	58.3	- 1185.1	
Vita	94.1	683.0	63.0	- 1208.9	- 6189.6
	(PI)	(HB)	(PI)		
Consentida	470.4	92.5	1078.7	+ 1364.1	
Jalita	441.8	41.1	583.0	+ 942.6	
Tarjeta	311.2	32.9	615.3	+ 860.7	
Liberata	282.8	18.8	539.9	+ 785.1	
Jora	426.0	38.4	560.8	+ 910.0	+ 4862.5

Las sumas de las diferencias obtenidas que son expresadas al margen derecho del cuadro No. 2, en la pagina anterior, indican que existieron diferencias altamente significativas en el consumo de alimentos por ambos grupos.

TABLA No. 5

Consumo Total de Forrajes por Grupos; Promedio del Consumo Diario por Vaca.

	<u>Imperial</u>	<u>Banano</u>	
Consumo Total			Total
Grupo I	3,554.7 Kg.	919.8 Kg.	4,474.5 Kg.
Grupo II	<u>5,309.9 "</u>	<u>223.7 "</u>	<u>5,533.6 "</u>
Total	8,864.6 "	1,143.5 "	10,008.1 "
Consumo promedio vaca/día			Promedios
Grupo I	34.8 Kg.	4.3 Kg.	19.5 Kg.
Grupo II	25.3 "	2.1 "	13.7 "
Promedio	30.0 "	3.2 "	16.6 "

C. Análisis de Variancia del Peso Vivo de los Animales.

Se analizaron las diferencias entre el peso inicial y final de cada animal en los diferentes periodos experimentales. Desde el primer periodo se registraron aumentos de peso en los animales que se encontraban bajo la ración de pasto Imperial. La ración de hoja de banano, por el contrario, ocasionaba una perdida de peso.

Los aumentos y perdidas de peso por grupos, por períodos y por vacas estan resumidos en la Tabla No. 6.

CUADRO No. 3

Aumento y Perdidas de Peso en Kilos, de Dos Grupos de Vacas Bajo Dos Raciones y Durante Tres Períodos Experimentales de 28 Días. (PI) Pasto Imperial; (HB) Hoja de Banano.

<u>Vacas</u>	<u>Períodos</u>			Comparación a-2b+	Suma
	A (HB)	B (PI)	C (HB)		
Vita	-8	+4	-12	-12	
Mulita	-7	+8	-14	- 5	
Buyita	-8	+13	-13	+ 5	
Tapia	-7	-12	-25	- 8	
Iris	-11	+9	-9	- 2	-22
	(PI)	(HB)	(PI)		
Jora	+22	-10	+12	+14	
Liberata	+13	-9	+10	+ 5	
Tarjeta	+9	-8	+11	+ 4	
Jalita	+11	-4	+9	+12	
Consentida	+12	-7	+14	+12	+47

Las diferencias fueron significativas al nivel del 1 %.

TABLA N o. 6

Aumento y Perdida de Peso por Grupos y por Raciones;
Promedio de Aumentos y Perdidas de Peso
por Vaca. (en Kilos)

	<u>Imperial</u>	<u>Banano</u>
Grupo I	+ 46.0	- 105.0
Grupo II	+ <u>102.0</u>	- <u>38.0</u>
Total	+ 148.0	- 143.0
Promedios por vaca		
Grupo I	+ 9.2	- 21.0
Grupo II	+ 20.4	- 7.6
Promedios	+ 14.8	- 14.3

OBSERVACIONES DEL COMPORTAMIENTO DE LOS
ANIMALES EN EL POTRERO

Razones para este Estudio:

Estas observaciones se llevaron a cabo al mismo tiempo que el ensayo de Comparación del Valer Forrajero del Pasto Imperial y la Hoja de Banano. Durante el primer período del ensayo mencionado, se registraron diferencias notables en el consumo de los forrajes por ambos grupos. Se observaba, por ejemplo, que los animales alimentados con pasto Imperial, consumían individualmente 25 ó 30 kilos de forraje todos los días, por otro lado, los animales bajo la ración de hoja de banano sólo llegaban a consumir un máximo de 10 kilos diarios. Como aparentemente esta diferencia en las cantidades de alimentos ingeridos no afectaban la producción de leche en ninguno de los grupos, se pensó, que era posible que este hecho tuviera relación con el forraje que los animales obtenían durante los horas de pastoreo.

Con el fin de determinar si los animales que consumían menos forraje en el estable, pasaban mayor número de horas comiendo en el potrero, se efectuaron las siguientes observaciones.

MATERIALES Y METODOS

A. Ganado Utilizado en las Observaciones

Se seleccionó un animal representativo de cada uno de los dos grupos formados en el experimento de alimentación

anterior. Se trató que estos animales tuvieran similar producción y sobre todo que por su disposición y mansedumbre, facilitaran las observaciones en la noche.

B. Observaciones Efectuadas

Se llevaron a cabo observaciones de 24 horas consecutivas una vez durante cada período experimental, o sea tres veces con un total de 72 horas durante el experimento.

En tarjetas confeccionadas para el caso, se anotaron las actividades del animal observado, cada 10 minutos. Las anotaciones incluyeron las veces que el animal comía, rumiaba, caminaba o descansaba en el momento preciso de la observación. Estos datos se tabularon obteniéndose el número de horas que los animales empleaban en cada una de las actividades mencionadas.

Las limitaciones de personal disponible, así como lo pesado que resultó la labor durante las horas de la noche, hicieron imposible la inclusión de más animales en el experimento; como hubiera sido aconsejable para obtener datos más completos.

C. Diseño Experimental

Se utilizó el sistema de doble reversión de Brandt (5) analizándose los datos que correspondían al tiempo que los animales empleaban comiendo en el petrero. Para llevar a cabo este análisis, se dividió cada observación en tres

"tiempos" que se tomaron en cuenta separadamente al arreglar los datos en el cuadro de comparación de Brandt.

Los tres "tiempos" o períodos dentro de cada observación de 24 horas se establecieron en la siguiente forma:

(1) Observaciones efectuadas desde las 3:00 p.m. hasta las 9:00 p.m.; (2) Observaciones efectuadas desde las 9:00 p.m. hasta las 3:00 a.m., hora en que los animales entraban al establo; (3) Observaciones hechas desde las 6:00 a.m. hasta las 12:00 m., cuando los animales volvían por segunda vez al establo. En esta forma se logró tener un cuadro más representativo de las actividades de las vacas durante las horas de pastoreo y se obtuvo un número mayor de observaciones para comparar.

RESULTADOS

Se debe considerar que en el caso del presente estudio sólo han interesado los datos que se relacionan con la cantidad de alimento que los animales obtuvieron en el potrero mientras recibían dos raciones distintas en las horas de estabulación. (Se puede obtener una idea de los alimentos ingeridos si se observa cuanto tiempo emplean los animales comiendo). Se ha creído, además, que anotaciones de las otras actividades, basadas tan solo, en la observación de dos animales no proporcionan datos bien fundados sobre el comportamiento del ganado en los trópicos.

Por las razones expresadas se analizaron solamente los datos correspondientes a los minutos que los animales pasaron comiendo en el potrero durante las tres observaciones. No se tomaron en cuenta para el análisis las observaciones llevadas a cabo durante el tiempo que los animales se encontraban en el establo. Sin embargo, se han resumido los datos que indican el tiempo que los animales emplearon rumiando durante las 72 horas que estuvieron bajo observación.

TABLA No. 7

Total de minutos empleados rumiando por los dos animales observados durante las tres observaciones y tomando en cuenta la ración recibida en el establo

<u>Ración</u>	<u>Imperial</u>	<u>Hoja de Banano</u>
Vaca 1	1,070	530
Vaca 2	<u>590</u>	<u>970</u>
Total	1,660	1,500

CUADRO No. 4

Minutos empleados comiendo en el potrero por dos animales durante los tres períodos de observación y bajo dos raciones distintas en las horas de estabulación: (PI) Pasto Imperial. (HB) Hoja de Banano

VACAS	PERIODOS			a - 2b + c	Suma
	a (HB)	b (PI)	c (HB)		
	1.	200	150	210	+ 110
VACA I	2.	220	70	150	+ 230
	3.	120	170	160	- 60 + 280
		(PI)	(HB)	(PI)	
	1.	160	210	170	- 90
VACA II	2.	180	170	130	- 30
	3.	120	230	220	- 120 - 240

Las sumas de las diferencias individuales obtenidas (+ 280 y - 240 en el Cuadro No. 4) parecían indicar la existencia de diferencias significativas en el tiempo que ambos animales emplearon comiendo. Al proseguirse el análisis se obtuvo un valor de F igual a 6.36 que no es significativo para 1 y 4 grados de libertad. Las diferencias estuvieron, sin embargo, muy cerca de alcanzar significación. (F = 7.71 significativa al nivel de 5%, 1 y 4 grados de libertad).

**ENSAYO DE COMPARACION ENTRE EL PASTOREO
EN LOTES DE PASTO IMPERIAL Y POTREROS
MIXTOS DE LA ZONA DE TURRIALBA**

MATERIALES Y METODOS

A. Tipo de pastoreo y forrajes usados

Los lotes de Imperial utilizados en esta experiencia, fueron establecidos en la plantación del Departamento de Industria Animal ya descrita en las anteriores experiencias. Al comenzar el experimento, el pasto se encontraba en variados estados de crecimiento y presentaba algunos sectores donde el forraje era de aspecto inferior debido prebablemente a deficiencias del suelo y a exceso de humedad. Por este motivo, los lotes se determinaron diariamente con una cerca eléctrica, no teniendo medida fija sino variando de acuerdo con la cantidad y calidad de forraje verde que proporcionara esa sección de terreno, y calculando las necesidades de los animales en 24 horas.

Los potreros usados como comparación estaban formados en su mayor parte de pasto Pangola (Digitaria procumbens), pasto Gordura (Melinis minutiflora), un pasto conocido localmente como Gamalote (Paspalum fasciculatum). Igualmente se encontraban algunas gramíneas naturales principalmente Paspalum sp., en general se puede decir que eran potreros representativos de la zona de Turrialba.

Además del forraje obtenido por los animales durante las horas de pastoreo, estos recibían un suplemento de concentrado que se les administraba proporcionalmente a la leche producida a razón de un kilo de concentrado por cada

cuatro kilos de leche corregida al 4% de grasa, estas cantidades se ajustaban semanalmente, o sea tres veces por período según el método recomendado por Lucas (51). También se suministraba, en el establo pasto Imperial como forraje de "corte" procurando que los animales recibieran este forraje en las cantidades máximas que quisieran consumir.

B. Selección del Ganado Utilizado

La selección de los animales que formaron parte de este experimento fué llevada a cabo bajo los mismos principios que rigieron en las experiencias descritas anteriormente en esta tesis.

Ya nos hemos referido también al tipo de ganado que forma el hato lechero del Instituto. Animales de las mismas características fueron utilizados en esta experiencia.

Los grupos de cinco animales cada uno, quedaron constituidos en la siguiente manera:

GRUPO I	Promedio de Producción de 7 días previos
Apuesta	8.8 Kg.
Elba	7.0
Perla	4.4
Mensajera	7.0
Azucena	<u>9.3</u>
Total	36.5 Kg.

GRUPO II	Promedio de Producción de 7 días previos
Linefia	7.9 Kg.
Criolla IV	8.6
Alda	8.0
Paulina	6.2
Mansita	<u>5.9</u>
Total	36.6 Kg.

C. Diseño Experimental

Se utilizó el sistema de doble reversión de Brandt (3), ya descrito anteriormente, analizándose la producción de leche por períodos, corregida al 4% de grasa según los factores de Gaines y Davinson (25). También se analizó la cantidad de grasa butirométrica producida durante los tres períodos experimentales.

RESULTADOS

A. Análisis de variancia de la leche corregida al 4%

Todos los datos analizados corresponden a la producción de sólo 4 vacas por grupo. La pérdida de dos animales en el experimento se debió a que una vaca del Grupo I bajó de producción anormalmente después de haber sido cargada al comenzar el ensayo; esto obligó a eliminar un animal del grupo contrario, eligiéndose una vaca sobre la cual no existían datos de producciones anteriores y que además había demostrado una curva de lactancia anormal durante el experimento. Con la eliminación de estos dos animales, la producción obtenida por grupos demostró que las 8 vacas que se tomaron en cuenta para el análisis mantuvieron muy uniforme su producción durante los 4 periodos experimentales.

CUADRO No. 5

Kilos de Leche Corregida Producidos por los dos Grupos Durante los tres Períodos. Dos Tipos de Pastoreo: (P) En Potreros Representativos de la Zona. (PI) En Lotes de Pasto Imperial

GRUPO	VACAS	PERIODOS			a - 2b + c	Suma
		a (P)	b (PI)	c (P)		
I	Apuesta	145.8	145.8	93.7	- 28.9	
	Elba	137.3	129.6	143.6	+ 21.7	
	Mensajera	113.3	109.7	118.9	+ 12.8	
	Azucena	185.4	199.9	184.3	- 30.1	- 24.5
II		(PI)	(P)	(PI)		
	Limeña	143.0	122.0	117.4	+ 16.4	
	Alda	166.8	173.2	156.2	- 23.4	
	Paulina	127.1	130.3	112.2	- 21.3	
	Mansita	97.0	104.3	75.6	- 36.0	- 64.3

Las sumas de las diferencias individuales que se obtienen al analizar la producción de leche corregida al 4% de grasa (al margen derecho del Cuadro No. 5) indican claramente que no existieron diferencias significativas en la producción obtenida bajo ambos tipos de pastoreo.

B. Análisis de variancia de la producción de grasa butirométrica.

CUADRO No. 6

Kilos de Grasa Butirométrica Producidos por los dos Grupos Durante los tres Periodos. Dos Tipos de Pastoreo: (P) En Potreros Representativos de la Zona. (PI) En Lotes de Pasto Imperial

GRUPO	VACAS	PERIODOS			a - 2b + c	Suma
		a (P)	b (PI)	c (P)		
I	Apuesta	1.13	6.78	4.09	- 2.34	
	Elba	5.77	5.53	6.25	+ .96	
	Mensajera	4.78	4.81	5.63	+ .79	
	Azucena	8.00	9.09	8.29	- 1.89	- 2.48
		(PI)	(P)	(PI)		
II	Limeña	6.06	6.78	5.19	- 2.31	
	Alda	7.34	5.53	6.98	+ 3.26	
	Paulina	5.53	4.81	4.91	+ .82	
	Mansita	4.17	9.09	3.21	-10.80	- 9.03

Como puede verse por las sumas de las diferencias obtenidas que se expresan en el cuadro No. 6, tampoco resultaron diferencias significativas al analizar la producción de grasa en kilos obtenida bajo los dos tipos de pastoreo. Es interesante notar (Tabla No. 9) que el porcentaje de grasa en la leche aumentó en los dos grupos conforme avanzaba el experimento.

TABLA No. 8

Producción Total de Leche corregida al 4% de Grasa; por Grupo, y según Tipo de Potreraje; Promedio de Producción por Vaca por día.

Producción Total	<u>Tipo de Patoreo</u>		
	<u>Lotes Imperial</u>	<u>Potreros</u>	<u>Total</u>
Grupo I	585.0 Kg.	1,145.5 Kg.	1,730.5 Kg.
Grupo II	<u>995.3</u>	<u>529.8</u>	<u>1,525.1</u>
Total	1,580.3 Kg.	1,675.3 Kg.	3,255.6 Kg.

Producción Promedio vaca/día			
Grupo I	6.9 Kg.	6.8 Kg.	6.8 Kg.
Grupo II	5.9	6.3	6.1
Promedio	6.4	6.5	6.4

Porcentajes de Grasa Butirométrica por Grupos y por Periodos

TABLA No. 9

Períodos	<u>% de Grasa</u>		
	a	b	c
Grupo I	4.9	5.4	5.3
Grupo II	4.5	5.2	5.5
% Promedio para dos grupos	4.7	5.3	5.4

DISCUSSION

DISCUSION

Se ha pensado que existen varios factores similares que pueden haber influenciado en común los resultados de las experiencias anteriormente descritas. Es indudable que, por ejemplo, a pesar de haberse llevado a cabo observaciones de dos animales durante el experimento de comparación Imperial - hoja de Banano, no se puede determinar la cantidad de forraje que los animales obtuvieron durante las horas de pastoreo ni es posible determinar la influencia que otros factores, como las condiciones atmosféricas, pudieron tener sobre los resultados obtenidos en las experiencias.

Es lógico pensar, también, que la diferencia de especies forrajeras y el cambio de potreros durante el experimento pudieron tener influencia en los resultados experimentales. Esta teoría resultaría cierta sobre todo en el caso del experimento de comparación entre pastoreo en potreros mixtos y en lotes de Imperial, donde sólo uno de los grupos era el que tenía acceso a distintos potreros con diferentes especies, mientras que el otro se mantenía continuamente en pequeños lotes. Se notaba, por ejemplo, que muchas veces los animales pisoteaban el Imperial el cual tenía la tendencia a "quebrarse" y quedaba marchito en el suelo perdiéndose gran cantidad de forraje. Por esta razón y por haberse observado posteriormente que la cepa de Imperial no se recupera, sino que su crecimiento es grandemente retardado, al ser pastoreada

se ha determinado que este tipo de pastoreo no es recomendable en esta zona.

El hecho que no se obtuvieran diferencias significativas en la producción de leche y grasa en los dos ensayos de alimentación, parece indicar a simple vista que los forrajes comparados tienen un mismo valor para la producción lechera, surge entonces la incógnita de si los alimentos utilizados poseen el mismo grado de eficiencia, o si por el contrario, son igualmente deficientes para la nutrición de animales en lactancia. Al examinarse los datos de producción tomados en cuenta en las experiencias, se observa que estos se comparan muy favorablemente con los anotados a través de varios años en la lechería del Instituto.

Se ha observado, en el experimento comparativo del valor del pasto Imperial y la hoja de Banano, una gran diferencia en el consumo de alimentos. Es indudable la mayor aceptación del pasto Imperial, forraje habitual del hato lechero del Instituto, observándose también que la preferencia por este alimento incrementaba notablemente al proporcionarse forraje proveniente de lotes fertilizados.

Los datos obtenidos indican un consumo mucho mayor de pasto Imperial que de otros forrajes con que se ha experimentado anteriormente en Turrialba. García (28) en 1950 comparando el valor alimenticio de tres forrajes menciona que los animales consumieron un promedio diario de 43,28 lbs. (19,6 kg.)

de pasto Elefante y 42.32 lbs. (19.2 kg.) de "cogollo" de caña de azúcar, comparados con el promedio de 30 Kg. de P.I. ingeridos diariamente por animal durante la presente experiencia (34.8 Kg. cuando se administraba el pasto fertilizado). Estas diferencias en el consumo pueden explicarse por saberse que tanto el pasto Elefante como el "cogollo" de caña proporcionan un forraje más fibroso y duro que el pasto Imperial que en cambio posee tallos tiernos y jugosos aún después de florecer.

Por otro lado, el consumo promedio de hoja de banano fué en nuestro experimento de 3.2 Kg., o sea una cantidad mucho menor que las 39.82 lbs. (18.1 Kg.) que indica García en su experiencia. Aún considerando que las vacas usadas en los ensayos de 1950 pasaban 11 horas diarias en el establo y las nuestras sólo se estabulaban durante 6 horas, las diferencias en el consumo de forraje son desproporcionadas.

Ya se ha visto que el menor número de horas de estabulación no tendieron a disminuir el consumo de pasto Imperial con relación a los forrajes utilizados por García. Por el contrario, se ha mostrado que existió un mayor consumo de Imperial, debido, sin duda, a la gran preferencia que los animales tienen por este forraje. No es lógico, entonces, creer que la escasa cantidad de hoja de banano consumida en esta experiencia se debió únicamente a la reducción de las horas pasadas en el establo.

Existen varios factores que pueden servir para explicar las diferencias en el consumo de hoja de Banano, observadas en ambos experimentos:

1. Que el forraje proporcionado en nuestra experiencia haya sido de calidad inferior al utilizado por García.
2. Que la hoja de Banano sea más aceptada por el ganado con fuerte proporción de sangre Zebú.
3. Que las condiciones de potreraje durante ambas experiencias hayan sido distintas.

Examinado cada uno de estos factores encontramos que podemos casi descartar los dos primeros. La hoja de banano, durante ambos experimentos, provenía esencialmente de los mismos lugares y con seguridad, de las mismas variedades de la especie. Fué cortada y escogida, teniendo en mente los mismos principios de selección. No existe pues base para creer que existieron diferencias de importancia en este tipo de forraje utilizado en los dos ensayos. La creencia de que este forraje es aceptado únicamente por animales del tipo "Maizol" como los utilizados en 1950, no parece tampoco lógica. French (24) ha mencionado que en muchas regiones del mundo las hojas de banano son usadas con éxito para el alimento del ganado. Por otro lado, en nuestra experiencia se utilizaron 4 vacas media sangre Pardo Suizo-"Maizol", y otros 4 animales que provenían de una región de Honduras donde el ganado se ve

obligado, durante los largos meses de sequía, a proporcionarse alimentos de calidad muy inferior a la hoja de Banano. No es lógico, por lo tanto, pensar que el tipo de ganado que formó parte de ambos ensayos fué la causa de las diferencias de consumo encontradas.

Por otro lado, si se consideran las condiciones de potreraje existentes durante los dos experimentos, se encontrará que los potreros utilizados por García estaban formados en su mayoría por pastos naturales de bajo valor nutritivo, y sólo durante las horas de la noche los animales tenían acceso a un potrero mejorado donde existía cierta proporción de pasto Gordura (Melisis minutiflora). En nuestra experiencia, por el contrario, los animales pastaron durante las horas del día y de la noche en potreros mejorados de pasto Guinea (Panicum maximum) y pasto Gordura (Melisis minutiflora) siendo cambiados de lugar cuando se advertía que el forraje podía comenzar a escasear. Se puede, en esta forma, afirmar que nuestros potreros eran superiores a los que se utilizaron en 1950.

Si bien las conclusiones anteriores nos hacen pensar que el escaso consumo de hoja de banano se debió al hecho de que los animales encontraron en los potreros una fuente de alimentos más aceptables, hay también que pensar, que la leche producida durante el experimento se debió al forraje consumido durante las horas de pastoreo y no a los 3.2 Kg. de hoja ingeridos

en las horas de estabulación.

Entonces, si encontramos que los animales que consumían un promedio de 30 Kg. de pasto Imperial en el establo produjeron una cantidad de leche igual a la obtenida de animales que se proporcionaron casi la totalidad de sus alimentos en el potrero, nos preguntamos, cuál es el valor del pasto Imperial, o en realidad, de cualquier otro forraje suplementario de este tipo cuando existen condiciones favorables de pastoreo. No puede darse una respuesta categórica a esta pregunta contándose con tan pocos estudios al respecto. Pero si se puede adelantar que bajo las condiciones en que se llevó a cabo el experimento el uso de forrajes de corte como complemento del pastoreo no tuvo ningunas ventajas y por el contrario resultó en gastos innecesarios aportados por el mantenimiento y coste de los pastizales.

Es nuestra opinión que los aumentos de peso registrados bajo la ración del pasto Imperial (promedio de 14.8 Kg. por animal en 63 días) no justifican el costo de establecer, mantener y cosechar un pastizal bajo las condiciones existentes en Turrialba, siempre que los potreros sean buenos.

A este respecto se debe mencionar que en los últimos años se ha venido observando en el Instituto un incremento en el promedio de producción de leche por vaca que puede sólo atribuirse al mejoramiento gradual de los potreros. Existen todavía muchas especies indeseables y los terrenos de pastoreo

no han sido fertilizados esperándose que con la iniciación del program de mejoramiento que ha sido planeado se descubra una gran potencialidad de mejoramiento en los potreros.

Es interesante notar el concepto expresado por Hancock (34) que relaciona forraje abundante, de buena calidad con períodos cortos de pastoreo y rumia y forraje abundante pero de mala calidad con períodos cortos de pastoreo pero largos de rumia. Siguiendo el mismo concepto, Hancock, explica que en potreros de forrajes de calidades mixtas generalmente se observan períodos largos de pastoreo y rumia. De estos conceptos se concluye que en potreros de especies de variado valor forrajero el animal pierde mucho tiempo al tratar de escoger su alimento, y a la vez se observa que el bajo coeficiente de digestibilidad de los forrajes pobres tiende a alargar el proceso de la rumia.

Las observaciones del comportamiento de los animales durante las horas de pastoreo se efectuaron para comprobar si las vacas que consumían menor cantidad de forraje en el establo empleaban mayor tiempo comiendo en el potrero. Se hace muy difícil apreciar que importancia puedan tener observaciones efectuadas en sólo dos animales, es indiscutible que los caracteres de individualidad tienen que haber influenciado grandemente en los resultados obtenidos. Por otro lado, existió una diferencia de 6 horas (en el total de 72 horas consideradas) que indica que los animales bajo la ración de hoja

de banano comieron mayor tiempo en el potrero y si bien no se encontró significación en la diferencia, esto puede deberse, en gran parte, a la escasez de grados de libertad en el ensayo.

Hancock (33) ha observado que en climas templados los animales prefieren comer en el potrero durante las horas del día. Estas observaciones fueron corroboradas por Johnstone - Wallace y Kennedy (44) al encontrar que el 60% del tiempo que los animales emplean comiendo corresponde a las horas de luz solar. En contraste otros autores (59, 67) trabajando en regiones tropicales, afirman que las temperaturas elevadas tienen influencia en los hábitos de los animales en pastoreo, y que bajo condiciones de alta temperatura los animales emplean un mayor número de horas en la noche para obtener sus alimentos en el potrero.

En nuestro experimento se observó que el tiempo empleado comiendo durante el período de pastoreo corresponde en un 53% a las horas del día.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

A. Comparación del Valor Forrajero del Pasto Imperial y la hoja de Banano

1. No se encontraron diferencias significativas al analizar la producción de leche corregida y grasa butirométrica bajo ambas raciones.
2. 2,351. Kg. de leche corregida y 94.02 Kg. de grasa butirométrica fueron producidos cuando se suministró el pasto Imperial.
2,319.5 Kg. de leche corregida y 91.85 Kg. de grasa se obtuvieron bajo la ración de hoja de Banano.
3. Diferencias significativas al nivel de 5% se obtuvieron al analizar los aumentos y pérdidas de peso registrados bajo ambas raciones. Los animales aumentaron de peso al recibir la ración de pasto Imperial y perdieron de peso al ser alimentados con la hoja de Banano.
4. Se encontraron diferencias altamente significativas en el consumo de alimentos. Los animales ingirieron un promedio de 30 Kg. diarios de pasto Imperial y sólo 3.2 Kg. diarios de hoja de Banano.
5. Se ha comprobado que la cantidad de alimentos consumidos durante las horas de estabulación no afectó la producción de leche, habiendo quedado demostrado que la necesidad de utilizar forrajes de "corte" es grandemente disminuída al mejorarse las condiciones de potreraje.

B. Observaciones del Comportamiento de los Animales en el J

Potrero

1. No se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas al analizar el tiempo que los animales pasaron comiendo en el potrero bajo ambas raciones.
2. Si se encontró que los animales empleaban 6 horas más comiendo en el potrero cuando se hallaban bajo la ración de hoja de banano.
3. Se observó que un 5% del tiempo que los animales emplearon en comer correspondió a las horas de día.

C. Ensayo de Comparación entre el Pastoreo en Lotes de Pasto Imperial y Potreros Mixtos de la Zona de Turrialba ✓

1. No se obtuvieron diferencias significativas en la producción de leche y grasa bajo ambos tipos de pastoreo.
2. Durante los períodos de pastoreo en lotes de pasto Imperial se obtuvieron un total de 1,580.3 Kg. de leche corregida y 69.60 Kg. de grasa butirométrica. Durante los períodos de pastoreo en potreros mixtos un total de 1,675.3 Kg. de leche corregida y 66.15 Kg. de grasa fueron producidos.
3. En observaciones efectuadas posteriormente a este ensayo se ha constatado que la cepa de Imperial no se recupera después de pastoreada y que crece muy lentamente al haber sido pisoteada por el ganado. En estas condiciones no puede competir con las hierbas que invaden rápidamente la pastera. Estos factores convierten este tipo de pastoreo en anti-económico y no recomendable bajo las condiciones de Turrialba.

**ESTUDIO DEL EFECTO DE FERTILIZANTES EN EL
RENDIMIENTO DEL PASTO IMPERIAL**

MATERIALES Y METODOS

A. Localización y Descripción del Suelo

Ya se ha descrito, anteriormente, en los experimentos de alimentación, la plantación de pasto Imperial del Departamento de Industria Animal del Instituto. Sólo queda por decir que para la presente experiencia se escogió una zona de esta plantación que presentaba caracteres de uniformidad. Se tropezó con la dificultad de que el pastizal no era del todo uniforme sino que variaba en aspecto general, probablemente debido a condiciones del suelo, humedad o edad de las cepas. Por esta razón, el espacio disponible para llevar a cabo la experiencia fué limitado.

Con el fin de describir el suelo de los bloques comprendidos en la experiencia se tomaron muestras con broca hasta 48 pulgadas de profundidad. La descripción del suelo es la siguiente:

- 0 - 6" : Franco limoso de color marrón claro.
- 6 - 12" : Limo arcilloso de color marrón claro.
- 12 - 18" : Limo arcilloso con materia arenosa gruesa parcialmente descompuesta, color marrón.
- 18 - 24" : Limo arcilloso con partículas de arena, color marrón.
- 24 - 30" : Franco arenoso de textura muy fina y color marrón.

30 - 36" : Franco limoso de color marrón.

36 - 42" : Arena gruesa, nivel de agua.

42 - 48" : Grava gruesa.

Se tomaron 8 muestras distribuidas en toda el area experimental determinándose que el pH del suelo oscilaba entre 4.1 y 4.2 (determinación potenciometro). Igualmente por medio de las "Pruebas Rápidas de Purdue" (Purdue Quick Method) (74) se determinó que el contenido de ácido fosfórico soluble en el suelo era "bajo" (aproximadamente entre 30 y 35 lbs. por acre) y que el contenido de Potasio soluble era "muy bajo" (menor de 50 lbs. por acre) observándose un contenido muy escaso de materia orgánica.

B. Fertilizantes Utilizados

Como el objeto de este experimento era encontrar el fertilizante o mezcla de fertilizantes que ocasionara máximos rendimientos de pasto Imperial, se utilizaron fertilizantes químicos, orgánicos, y correctores del pH del suelo.

Las aplicaciones fueron:

1. Sulfato de amonia 26% a razón de 290 Kg. de nitrógeno por hectárea^{1/} (1.136 Kg. de fertilizante por ha.) o sea 4.5 Kg de sulfato de amonia por parcela de 40 m.². Este tratamiento fué distribuido en 5 aplicaciones de 0.90 Kg. cada una.

^{1/} Originalmente calculado como 200 lbs. por acre, se aplicaron sólo 260 lbs. por acre.

2. Superfosfato 47% a razón de 165 Kg. de P_2O_5 por hectárea^{1/} (352 Kg. de fertilizante por ha.) o sea 1.4 Kg. de fertilizante por parcela de 40 m.².
3. Muriato de Potasio 60% a razón de 334 Kg. de K_2O por hectárea^{2/} (557 Kg. de fertilizante por ha.) o sea 2.2 Kg. de fertilizante por parcela de 40 m.².
4. Estiércol que fué aplicado fresco a razón de 50,000 Kg. por hectárea^{3/} o sean 4,800 Kg. por bloque de 960 m.². (Cada bloque contenía 16 parcelas).
5. Cal agrícola (óxido de calcio) a razón de 6,682 Kg. por hectárea^{4/} o sea 321 Kg. por sub-bloque de 480 m.². (Cada sub-bloque formado por 8 parcelas)

El precio de los fertilizantes utilizados fué el siguiente:

(45 Kg.) 100 lbs. Sulfato de Amonia :	¢ 37.50
(45 Kg.) 100 lbs. Superfosfato 47% :	26.50
(45 Kg.) 100 lbs. Muriato de Potasio:	30.00
1 tonelada Cal :	60.00

1/ 147 lbs. por acre

2/ 297 lbs. por acre

3/ 22.4 toneladas por acre

4/ 3 toneladas por acre (valor neutralizador 110%)

C. Distribución de los Tratamientos en el Campo

Se formaron dos repeticiones divididas cada una en dos bloques y cuatro sub-bloques. Un Bloque de cada repetición fué tratado con estiércol y dos sub-bloques por repetición recibieron la aplicación de cal.

Cada sub-bloque se compuso de ocho parcelas de 40 m. cuadrados^{1/} tratadas con N, P, K, y sus respectivas combinaciones, estos tratamientos se distribuyeron al azar.

Un total de 2 repeticiones, 4 bloques, 8 sub-bloques y 64 parcelas quedaron constituidas en esta forma. En el diagrama No. 1 se puede apreciar la distribución de los tratamientos en el campo experimental.

D. Datos de Rendimiento Obtenidos

Cada parcela constaba de tres surcos, el fertilizante fué aplicado en ambos lados del surco central que fué el único considerado en el experimento. Con el fin de evitar el efecto de la poca uniformidad en el número de cepas por parcela, se decidió no cosechar la totalidad del forraje producido, sino sólo 3 metros distribuidos al azar dentro del surco. Se evitaba cosechar el forraje de lugares donde, por causas ajenas a la experiencia, existieran "claros" entre las cepas, así como también el primer y último metro de cada parcela para eliminar el posible efecto de tratamientos vecinos que pudieran haber sido lavados con la lluvia.

^{1/} Las parcelas habían sido originalmente calculadas de 60 m.², en la práctica sólo 40 m.² fueron tratados.

El forraje fué cortado dos veces, la primera, cuando el pasto tenía 4 meses de crecimiento y la segunda, cuando sólo tenía 3 meses, esto se debió, principalmente, a la premura de obtener los datos finales. A pesar de la diferencia en edades del pasto, no se observó una variación aparente en el tamaño del forraje en ambos cortes.

Los tres metros cortados en cada surco fueron pesados con una balanza de mano y expresados en kilos. Se sumaron los datos obtenidos, en las mismas parcelas, en el primer y segundo corte. No considerándose las dos cosechas por separado en el análisis.

RESULTADOS

Se determinaron los rendimientos de forraje por hectarea calculando que en cada cosecha se cortaron tres metros cuadrados por parcela. Estos promedios de rendimiento, segun tratamiento, estan expresados enseguida.

Promedios de Rendimiento en Kilos por Hectarea:
(promedio de dos cortes)

TABLA No. 10

Tratamiento	Rendimiento	Tratamiento	Rendimiento
Testigo:	33.300 Kg.	Nitrogeno:	68.000 Kg.
Fosforo:	33.600 "	Nitr.Fosf.:	82.600 "
Potasio:	48.300 "'	Nitr.Potas.:	100.300 "
Fosf.Potas.:	61.300 "	Nitr.Fosf.Potas.:	116.300 "

En las fotografias que se incluyen en las paginas siguientes pueden apreciarse los efectos de los distintos tratamientos. Como puede observarse las parcelas tratadas con Nitrogeno tuvieron un crecimiento mucho mayor que aquellas que recibieron otros tratamientos. Una gran diferencia en el color del forraje tambien se observo en las parcelas fertilizadas con Sulfato de Amonia, en estas el pasto presentaba un color verde oscuro muy distinto al color amarillento que se observaba en las parcelas que no recibieron fertili-

zante nitrogenado.

En el Cuadro No. 7 de la pagina siguiente se presenta el analisis de variancia del experimento. Como puede verse se obtuvieron efectos altamente significativos con las aplicaciones de Nitrogeno, Fosforo y Potasio. Igualmente la interacción Fertilizantes x Estiercol aumentó significativamente el rendimiento al nivel del 1%. El efecto combinado de Nitrogeno y Potasio alcanzó significación solo al nivel del 5%. Los demas tratamientos no afectaron significativamente los rendimientos de forraje, aunque si se observa un valor de F bastante elevado para los cuadrados del tratamiento de estiercol. En contraste, es muy aparente, que la aplicación de cal no influyó en lo mas minimo a incrementar los rendimientos de pasto, lo cual era en parte esperado debido al tiempo que tarda este material en incorporarse al suelo.

Todos los calculos efectuados en el analisis se encuentran resumidos en el apendice de esta Tesis.

Los costos de las aplicaciones por hectarea y de cada 100 Kg. de aumento de rendimiento sobre el testigo han sido calculadas y se expresan en la tabla No. 11. El precio de la cal fue de \$60.00 por tonelada pero no se ha tomado en cuenta por considerarse que los efectos de este material son a largo plazo.

El estiercol fue producido en la finca, el costo de aplicación se ha calculado en \$57.50 por hectarea, sueldo de dos trabajadores durante 5 días de trabajo.

CUADRO No. 7

Analisis de Variancia

<u>Origen</u>	<u>G.L.</u>	<u>S.C.</u>	<u>C.M.</u>	<u>F.</u>	<u>F.T.</u>	
Estiercol	1	495.06	495.06	53.2	161	4052
Repeticiones	1	91.68	91.68	9.9		
Error (A) Est. x Reps.	1	9.30	9.30			
Cal	1	2.03	2.03	.05	18.5	98.5
Est. x Cal	1	163.84	163.84	4.3		
Error (B)	2	75.90	37.95			
N	1	3696.64	3696.64	201.34**	4.20	7.64
P	1	143.40	143.40	7.81**		
K	1	842.45	842.45	45.88**		
NP	1	41.60	41.60	2.27		
NK	1	113.42	113.42	6.18*		
PK	1	7.70	7.70	.42		
NPK	1	3.61	3.61	.20		
Fert. x Est.	7	474.09	67.73	3.69**	2.36	3.36
Fert. x Cal	7	74.18	10.60	.58		
Fert.Est.Cal	7	118.46	16.92	.92		
Error (C)	28	514.12	10.36			
Total S.C.	63	6867.48				

TAULA No. 11

Costo del Fertilizante Aplicado por Hectarea y de cada 100 Kg. de Aumento de Rendimiento sobre el testigo. (en Kg. y \$)

Tratamiento	Rendimiento Total por hectarea	Costo Total por hectarea	Kilos de Aumento sobre el testigo	Costo de 100 Kg. de aumento
Testigo	33,300	0	0	0
P	33,600	205.37	300	68.45
K	48,300	367.50	14.000	2.60
PK	61,300	572.87	28.000	2.04
N	68,000	937.50	34.700	2.70
NP	82,600	1,142.87	49.300	2.32
NK	100,300	1,305.00	67.000	1.94
NPK	116,300	1,510.37	83.000	1.81



Forma en que se
pesaban las muestras
en el campo.

Los efectos del Ni-
trógeno se observan
en la parcela No.58.
La parcela de la de-
recha no fué tratada.





Se pueden apreciar los efectos del tratamiento NPK en la parcela de la derecha. La parcela No.60 recibió solo la aplicación de Potasio.

La parcela No.41 recibió el tratamiento NPK, el lote de la derecha no fue tratado.





El desarrollo del
pasto obtenido con
la aplicación del tra-
tamiento NK puede apre-
ciarse en la parcela
No.40. El pasto de la
izquierda recibió la
aplicación de NP.

La diferencia en
crecimiento y color
del pasto en la par-
cela No.53 se deben
a la aplicación de
NPK. La parcela No.52,
encambio, solo fué
fertilizada con
Potasio.





En ambas fotos se observa el crecimiento obtenido con aplicaciones de NK (parcela No.45) y PK (parcela de la derecha).



DISCUSION

Algunos factores extraños pueden haber afectado los rendimientos de forraje obtenidos en esta experiencia. Es por ejemplo, evidente que no existía uniformidad entre el número de cepas existentes en cada surco. Por defectos en la siembra o por fallas de las prácticas de conservación empleadas se encontraban numerosos "claros" entre las cepas que ocasionaban, en los surcos donde ocurrían, rendimientos mucho más bajos que los obtenidos en surcos que presentaban aspecto uniforme y que tenían un número mucho mayor de cepas. Este efecto de la poca uniformidad fué eliminado, por lo menos en gran parte, con el sistema de cosechar solamente tres metros de cada parcela evitando los espacios desprovistos de crecimiento.

Otro factor que puede haber afectado el crecimiento del pasto, sobre todo del cosechado en el primer corte, es el haber utilizado esta misma plantación, semanas antes de iniciar esta experiencia, para el experimento de Comparación entre el Pastoreo en Lotes de Imperial y Potreros Mixtos que ya ha sido descrita. Como se explicó anteriormente el pisoteo de los animales dañó bastante las cepas de Imperial retardando el crecimiento del pasto y permitiendo que el terreno fuera invadido por una diversidad de hierbas. Es lógico pensar, que gran parte del daño fué causado por ser el pasto muy poco vigoroso, dado a

la escasa fertilidad del suelo, de ahí a que se observará que después de varias semanas de haberse aplicado los fertilizantes el grado de crecimiento del forraje aumentó considerablemente.

La lluvia puede ser considerado como un factor decisivo en el crecimiento del pasto. Kok (49) en el Brasil, y Esquivel (21) en Costa Rica, han expresado que el rendimiento de pasto Imperial es más elevado en los meses de lluvia. Aunque la zona de Turrialba no es afectada por prolongadas sequías como son otras zonas tropicales si se ha observado que durante algunos meses relativamente secos el crecimiento de algunas plantas es retardado.

Durante los meses en que se realizó esta experiencia la precipitación alcanzó un promedio mensual de 6.0 pulgadas correspondiendo un promedio de 8.4" mensuales a los cuatro meses anteriores a la primera cosecha y 3.7" mensuales a los tres meses transcurridos entre el primer y segundo corte, en este tiempo los meses de Marzo y Abril sólo tuvieron un promedio de 1.5 pulgadas de precipitación. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en los dos cortes indican que la producción de forraje fué mayor durante la segunda cosecha (667 Kg.) que durante la primera (613 Kg.) a pesar de la diferencia en edades entre el pasto de ambos cortes. Es difícil pensar que la escasa precipitación de los meses de Marzo y Abril no afectó en nada el crecimiento del forraje. Se observaba, por ejemplo, que el pasto de potreros

adyacentes se tornaba amarillento y secan en esos meses, aparentemente deteniendo su crecimiento.

Pueden haber varios factores que expliquen el mayor rendimiento del segundo corte:

1. Que el promedio de la precipitación mensual de los primeros meses (8.47) sea excesivo y haya dañado el crecimiento del pasto.
2. Que las cepas se hubieran recuperado con el tiempo de los daños causados por el pastoreo y
3. Que la mayor temperatura y los días más largos registrados durante los meses de Marzo, Abril y Mayo afectarán el crecimiento del forraje.

Podía creerse también que los fertilizantes aplicados se hubieran incorporado debidamente al suelo después de algunos meses, y que la fertilidad que ocasionaron causó un aumento de vigor en el segundo corte, sin embargo, el hecho de haberse obtenido incrementos de rendimiento paralelos en las parcelas fertilizadas y en los testigos hacen dudar seriamente de esta hipótesis.

Los aumentos muy significativos de rendimiento (nivel de 1%) obtenidos con las aplicaciones de Nitrógeno, Potasio y Fósforo confirmaron la necesidad de abonar estos terrenos tal como se había observado en el análisis del suelo que indicaba un contenido muy bajo de estos elementos. Es

indiscutible que el efecto de la aplicación de nitrógeno fué mucho mayor que el de otros tratamientos pues en las parcelas que recibieron aplicaciones de sólo sulfato de amonia se obtuvo un rendimiento 8% más elevado que en las parcelas abonadas con Muriato de Potasio y 49% mayor que en las parcelas que recibieron la aplicación de Superfosfato. A la vez el rendimiento fué 102% más elevado que en el testigo. Igualmente se lograron incrementos significativos (al nivel de 5%) al analizar el efecto de la interacción Nitrógeno x Potasio. No se obtuvieron aumentos significativos de rendimiento con las interacciones Nitrógeno x Fósforo, Fósforo x Potasio, y Nitrógeno x Fósforo x Potasio lo cual demuestra que los rendimientos obtenidos en las parcelas tratadas con estas combinaciones, se debieron principalmente a la acción de los fertilizantes por separado, y no al efecto de la interacción.

Las aplicaciones de estiércol no resultaron en aumentos significativos, pero sí se observa que el rendimiento total de los bloques que recibieron estiércol (729.5 Kg.) fué muy superior al de los bloques que no se fertilizaron con este material (551.5 Kg.) y el hecho de que no se obtuviera significación puede muy bien deberse a que sólo habían 1 x 1 grados de libertad para la comparación (se requería un valor de F de 161, valor obtenido : 53.2). Para fines prácticos, sobre todo aplicables en fincas ganaderas donde

el estiércol es producido en abundancia, puede decirse que aplicaciones de este material son muy beneficiosas para el crecimiento del pasto.

Las aplicaciones de cal no tuvieron efecto en el rendimiento de forraje ya que probablemente este material no se incorporó al suelo en el tiempo relativamente corto que duró la experiencia (7 meses). Hay que considerar que este tratamiento fué hecho bajo condiciones adversas ya que por ser imposible remover el suelo del campo experimental, la cal tuvo que ser aplicada en la superficie. Se espera que en el futuro cuando este material tenga efecto sobre la reacción del suelo se observen efectos beneficiosos en el crecimiento del pasto. Culbertson y Carvajalino (15) indican que el crecimiento del pasto Imperial es más intensivo en suelos de reacción casi neutra, o sea, con un pH entre 6 y 7.

Las interacciones Fertilizantes x cal y Fertilizantes x Estiércol x Cal no causaron tampoco diferencias de rendimiento significativas. La interacción Fertilizantes x Estiércol, por el contrario, sí produjo aumentos de rendimiento estadísticamente significativos, apreciándose que en todas las parcelas donde los fertilizantes actuaron en combinación con el estiércol se obtuvo rendimientos más altos que en las parcelas donde se habían aplicado solamente fertilizantes químicos.

Sobre el aspecto económico de esta experiencia puede

decirse que el tratamiento que dió los resultados más favorables fué el de la mezcla completa de NPK. Se ha determinado que con este tratamiento se obtuvieron incrementos en el rendimiento del pasto de 35% sobre el testigo y que estos aumentos costaron a razón de 1.81 colones por cada 100 kg. En contraste, la aplicación de fósforo como único fertilizante dió los resultados más pobres aumentando el rendimiento en sólo 0.5% y calculando el costo de cada 100 Kg. de aumento en 68.45 colones.

CONCLUSIONES

1. Se obtuvieron aumentos de rendimiento altamente significativos cuando se aplicaron por hectarea, 640 lbs. de Nitrógeno, 364 lbs. de P_2O_5 , y 735 lbs. de K_2O .
2. No se logró significación al analizar el efecto de las interacciones de NP, PK, y NPK., sin embargo, la interacción NK resultó significativa al nivel del 5%.
3. Dado probablemente, al corto tiempo que duró el experimento (7 meses), no se pudieron notar los efectos de la aplicación de tres toneladas de cal por acre.
4. Los efectos de la aplicación de estiércol no fueron estadísticamente significativos, sin embargo, la producción de los lotes abonados con este material fué mayor que la de los lotes que no recibieron el tratamiento. Esto hace pensar que no se logró significación debido al escaso número de grados de libertad para la comparación.
5. Las interacciones Fertilizantes x Cal, y Fertilizantes x Cal x Estiércol, no fueron estadísticamente significativas.

6. Se obtuvo significación al nivel del 1% al analizar los efectos de la interacción Fertilizantes x Estiércol.
7. Fué determinado que los mayores rendimientos se lograban al aplicar la combinación de NPK y que a la vez los aumentos obtenidos con este tratamiento eran los más económicos.

APENDICE

Cálculos del Análisis

Experimento Factorial de Parcelas Divididas

Factor de Corrección: $\frac{(1281)^2}{64} : 25640.02$

Suma Total de Cuadrados: $(33.1)^2 + (29.5)^2 + \dots + (7.2)^2 : 6867.48$

Suma de Cuadrados estiércol x no-estiércol:

$\frac{(729.5) + (551.5)^2}{32} - F.C. : 495.06$

Suma de cuadrados por repeticiones:

$\frac{(602.2)^2 + (678.8)^2}{32} - F.C. : 91.68$

Bloques enteros:

$\frac{(339.5)^2 + (262.7)^2 + (390)^2 + (288.8)^2}{16} - F.C. : 596.10$

Error (A):

$596.10 - (495.06 + 91.68) : 9.30$

$F = 495.06/9.30 = 53.2$

Suma de cuadrados de cal x no-cal:

$\frac{(646.2)^2 + (634)^2}{32} - F.C. : 2.03$

Estimate of σ^2

$$\frac{(123.6 + 129.4)^2 + (172.2 + 221)^2 + (169 + 167.3)^2 + (139.1 + 159.4)^2}{16} - F.C. ; 660.94$$

$$660.94 - (495.06 + 2.03) ; 163.84$$

Error (B) :

$$\frac{(306.4)^2 + (328.4)^2 + (295)^2 + (350.4)^2}{16} - F.C. ; 110.31$$

$$110.31 - (2.03 + 91.68) ; 16.60$$

$$\frac{(172.2)^2 + (221)^2 + (167.3)^2 + (169)^2 + (123.6)^2 + (129.4)^2 + (139.1)^2 + (159.4)^2}{8} - F.C. ; 837.81$$

$$837.81 - (495.06 + 2.03 + 91.68 + 9.30 + 163.84 + 16.6) ; 59.30$$

$$16.60 + 59.30 ; 75.90 ; \text{Error B.}$$

$$F = 2.03/75.90 = .05$$

CUADRO No. 8

Suma de Cuadrados de los Tratamientos

Rendimientos Totales por Tratamientos

	Testigo	N	P	NP	K	NK	PK	NPK	Suma
	80.1	163.7	81.8	198.8	107.5	241.3	127.9	279.9	Total
Total	†	†	†	†	†	†	†	†	1281.0
N	-	†	-	†	-	†	-	†	$(486.4)^2/64$ † 3696.64
P	-	-	†	†	-	-	†	†	$(95.8)^2/64$ † 143.40
K	-	-	-	-	†	†	†	†	$(232.2)^2/64$ † 842.45
NP	†	-	-	†	†	-	-	†	$(51.6)^2/64$ † 41.60
NK	†	-	†	-	-	†	-	†	$(85.2)^2/64$ † 113.42
PK	†	†	-	-	-	-	†	†	$(22.2)^2/64$ † 7.70
NPK	-	†	†	-	†	-	†	†	$(-15.2)^2/64$ † 3.61

Suma de Cuadrados de Fertilizantes x Estiércol

	<u>Estiércol</u>	<u>No-estiércol</u>
O	(45.2) ²	(34.9) ²
N	(108.6) ²	(55.1) ²
P	(46.1) ²	(35.7) ²
K	(59.1) ²	(48.4) ²
NP	(131.8) ²	(67.0) ²
NK	(124.0) ²	(117.3) ²
PK	(72.2) ²	(55.7) ²
NPK	(142.5) ²	(137.4) ² - F.C. † 5,817.97

$$5,817.97 - (4,848.82 + 495.06) \div 474.09 \text{ (S.C.)}$$

$$\text{(C.M.)} = 474.09/7 \div 67.73$$

Suma de Cuadrados de Fertilizantes x Cal

	<u>Cal</u>	<u>No-cal</u>
O	(42.2) ²	(37.9) ²
N	(28.0) ²	(85.7) ²
P	(43.6) ²	(38.2) ²
K	(50.6) ²	(56.9) ²
NP	(97.1) ²	(101.7) ²
NK	(124.6) ²	(116.7) ²
PK	(73.2) ²	(54.7) ²
NPK	(136.9) ²	(143.0) ² - F.C. † 4,925.03

$$4,925.03 - (4,848.82 + 2.03) \div 74.18 \text{ (S.C.)}$$

$$\text{(C.M.)} = 74.18/7 = 10.60$$

Suma de Cuadrados de la Interacción Fertilizantes x Estiércol
x Cal

		<u>Cal</u>	<u>No-cal</u>
O	Estiércol	(27.4) ²	(17.8) ²
	No-estiércol	(14.8) ²	(20.1) ²
N	Estiércol	(54.9) ²	(53.7) ²
	No-estiércol	(23.1) ²	(32.0) ²
P	Estiércol	(27.4) ²	(18.7) ²
	No-estiércol	(16.2) ²	(19.5) ²
K	Estiércol	(28.2) ²	(30.9) ²
	No-estiércol	(22.4) ²	(26.0) ²
NP	Estiércol	(62.8) ²	(69.0) ²
	No-estiercol	(34.3) ²	(32.7) ²
NK	Estiércol	(70.5) ²	(53.5) ²
	No-estiércol	(54.1) ²	(63.2) ²
PK	Estiércol	(46.6) ²	(25.6) ²
	No-estiércol	(26.6) ²	(29.1) ²
NPK	Estiércol	(75.4) ²	(67.1) ²
	No-estiércol	(61.5) ²	(75.9) ² - F.C. : 6,176.48

$$6,176.48 - (4,848.82 + 495.06 + 2.03) : 830.57$$

$$830.57 - (74.18 + 474.09 + 163.84) : 118.46$$

Suma de Cuadrados Fertilizantes x Estiércol x Cal; 118.46 (S.C.)

$$(C.M.) = 118.46/7 : 16.92$$

Error C; (S.C.)

$$6,867.48 - 6,353.36 : 514.12$$

Error C; (C.M.)

$$514.12/28 : 18.36$$

Cálculos de los Valores de F Obtenidos.

Nitrógeno:	3,696.64/18.36	: 201.34 ⁰⁰
Fósforo:	143.40/18.36	: 7.81 ⁰⁰
Potasio:	842.45/18.36	: 45.88 ⁰⁰
Nitr. Fosf:	41.60/18.36	: 2.27
Nitr. Potas.:	113.42/18.36	: 6.18 ⁰
Fosf. Potas.:	7.70/18.36	: 0.42
Nitr. Fosf. Potas.:	3.61/18.36	: 0.20
Fert. Estiércol:	67.73/18.36	: 3.69 ⁰⁰
Fert. Cal:	10.60/18.36	: 0.58
Fert. Estiércol Cal:	19.92/18.36	: 0.92

SUMMARY AND CONCLUSIONS

Summary and Conclusions

Two double-reversal experiments were carried out to test the feeding value of Imperial grass, Axonopus scoparius (Flugge) Hitch. In the first trial the values of Imperial grass and banana leaves were compared. The milk production of two groups of 5 cows was measured during 3 experimental periods. The animals within each group, were chosen as similar as possible according to their milk production. The cows were milked twice a day, and daily records of production and feed consumption were kept. After weekly Babcock tests were run, the milk yields were corrected to a 4% butterfat content. The cows received a supplement of sugar cane Molasses as well as a concentrate adjusted according to Lucas' method of equalized feeding (51). During 6 hours daily the animals were kept in the barn; the rest of the day and night they were turned out to graze in pastures composed mainly of Molasses grass (Melinis minutiflora) and Guinea grass (Panicum maximun).

No significant differences in the milk or fat production were obtained. The animals fed the ration of banana leaves lost weight during the trial; on the other hand, animals eating Imperial grass had significant increases in weight. It was found that the daily consumption of Imperial grass per cow was 10 times greater than the daily consumption of banana leaves; it was thought that the

animals fed the banana leaves were obtaining their feed in the pasture. One animal from each group was selected and followed for 24 hours once in each experimental period. It was found that cows on the banana leaves spent greater time grazing in pasture than cows feeding on the Imperial grass. Although the differences in minutes spent grazing were not statistically significant, this was possibly due to the limited number of degrees of freedom in the analysis. It should be emphasized that the importance of having improved pastures is such that animals obtaining almost all their feed from grazing were able to produce as much milk as animals eating an average of 30 Kg. (66 Lbs.) of green roughage at milking time.

The second trial was conducted to compare the milk production of cows grazing in small plots of Imperial grass with that of those in pastures of mixed grasses, which are typical of this area. Two groups of 4 cows were selected in the manner described for trial No. 1. Milk production was corrected to a 4% butterfat content.

No significant increases in the production of milk or butterfat were obtained. Observations made after the trial showed that the clumps of Imperial grass are damaged by the trampling and grazing of cattle, growth is retarded, and weeds invade the grass plots. These factors make this

type of grazing impractical under local conditions.

A factorial experiment to study the effects of fertilizer applications on the yields of Imperial grass was conducted. Applications of 290 Kg. of Nitrogen (Sulfate of ammonia), 334 Kg. of K_2O (Potassium muriate), 165 Kg. of P_2O_5 (Superfosfate 47%), 7.5 tons of lime, and 50 tons of barn yard manure per hectare were made. All possible combinations between these fertilizers were applied. The experimental field was divided in such way that 2 replications, 4 blocks, 8 sub-blocks, and 64 plots were established. The distribution of the treatments on the field can be seen in Diagrams Nos. 1 and 2. Each plot had an area of 40 square meters and included 3 rows of grass. The center row was the only one considered in the experiment. The fodder was harvested in three different sections, one meter long, in the row. These sections were selected at random, but avoiding places with "open spaces" between the plants. This method of harvesting eliminated the effect of non-uniform plots caused by deficient planting or cultivating prior to the time of the experiment.

Highly significant increases (1% level) in yield were obtained with applications of N, P, and K while only slightly significant (5% level) increases were found with the effect of the NK interaction. The interactions NP,

PK, and NPK did not result in statistically significant differences in yield. The effect of lime did not show any differences in the yield data; it is believed that this was due to the short duration of the experiment in relation to the time that lime takes to be incorporated into the soil. No statistically significant increases of yield were obtained with applications of manure; however, yields under this treatment were much higher than in the plots where this material was not applied. The possibility of not having obtained significance in this treatment because of the limited number of degrees of freedom in the comparison has been considered. The interaction Fertilizer x Manure resulted in highly significant increases (1% level) of grass production; on the other hand no significance showed in the analysis of the interactions Fertilizers x Lime, and Fertilizers x Manure x Lime.

The cost of applications per hectare as well as the cost per 100 Kg. increase in yield over the check plots were determined. The least economical treatment was found to be potash (₱68.45 per each 100 Kg. increased); while the most economical increases were obtained with the NPK treatment, each 100 Kg. increased costs by ₱1.81.

LITERATURA CITADA

LITERATURA CITADA

1. Alberts, H. W. The forage resources of Latin America: Peru. Great Britain. Imperial Bureau of Pastures and Field Crops Bulletin 37. 1947. 24 p.
2. Axtmayer, J. H. Ansejo, C. F. and Cook, D. M. The nutritive values of some forage crops of Puerto Rico. Puerto Rico. University. Journal of Agriculture. 22(2):95-121. 1938.
3. Black, George, Washington, D. C. Axonopus micay. Personal communication. 1953.
4. Bonnet, J. A. Effect of lime and phosphorous on the yield of four leguminosae in two acid soils of Puerto Rico. Puerto Rico. University. Journal of Agriculture. 24(2):47-56. 1945.
5. Brandt, A. E. Tests of significance in reversal or switch-back trials. Iowa Agricultural Experiment Station Research Bulletin. 234:60-87. 1938.
6. Brasil. Ministerio da Agricultura. Seccao de Agrostologia. O capim Venezuela ou pasto Imperial, Axonopus scoparius (Flugge) Hitch. Revista de Producao Animal. 1:56-63.
7. _____ Ministerio da Agricultura. Seccao de Agrostologia. Informacoes sobre algumas plantas forrageiras. 32 ed. Rio de Janeiro, 1933. 60 p.
8. Castaño, J. J., Chinchiná, Colombia. Información sobre el Axonopus micay. Comunicación personal. 1953.
9. _____ Observaciones sobre la intensidad de la Gomosis del pasto Imperial en la hacienda Naranjal. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia. Boletín Informativo. 12:8. 1950.
10. Caribbean Research Council. Grasses and grassland management in the Caribbean. Caribbean Commission Crop Inquiry Series no.2. 1946. 68 p.
11. Chung, H. L. and Lum, R. K. Report of the Agronomy Division. Hawaii Agricultural Experiment Station Report 1929:28-32. 1930.

12. Cochran, W.G. and Cox, G. M. Experimental designs. New York, John Wiley & Sons. 1950. 454 p.
13. Coetzee, P. J. S. The Pennisetum grasses. Farming in South Africa 23(273):811. 1948.
14. Crampton, E. W. and Finlayson, D. A. Pastures studies VII. The effect of fertilization on the nutritive values of pasture grass. Empire Journal of experimental Agriculture 3(12):331-345. 1935.
15. Culbertson, R. E. y Carvajalino, L. J. Plantas forrajeras y su utilización en Colombia. Bogotá, Caja de Crédito Agrario, Industrial y Minero, 1945. 147 p.
16. De Alba, Jorge. Informe sobre la producción ganadera en Honduras. Tegucigalpa, Banco Nacional de Fomento, 1951. 50 p.
17. _____ Manual de alimentación del ganado. Unión Panamericana, Publicación Agrícola 149-150-151. 1945. 76 p.
18. Duckworth, John. The fodder grass consumption of tropical dairy cows. Tropical Agriculture 26(1-6):24-27. 1949.
19. Ellis, T. O. A preliminary survey of the yields, composition and fertilizer responses of fodder grasses. Jamaica Department of Agriculture Bulletin 41. 1950. 33 p.
20. _____ and Burrowes, W. D. Results of experiments on yield, composition and responses to fertilizers of Napier grass and Guinea grass in Jamaica. Jamaica Department of Agriculture Bulletin 43. 1950. 42 p.
21. Esquivel, G. R. Estudio sobre la ganadería en su aspecto económico e intensivo. Instituto de Defensa del Café de Costa Rica. Revista 16:368-384. 1946.
22. Faulkner, O. T. and Paterson, D. D. The yields of perennial fodder grasses in Malaya and its implications. Tropical Agriculture 19(3):51-53. 1942.

23. Forbes, R. M. and Garrigus, W. P. Some relationships between chemical composition, nutritive value, and intake of forages grazed by steers and wethers. *Journal of Animal Science* 9(3):354-362. 1950.
24. French, M. H. The value of banana trees in the nutrition of stock. Tanganyika Department of Veterinary Science and Animal Husbandry Annual Report 1938. 28-36. 1938.
25. Gaines, W. L. and Davidson, F. A. Relation between percentage fat content and yield of milk; correction of milk yield for fat content. *Illinois Agricultural Experiment Station Bulletin* 245:577-621. 1923.
26. Garcés O., Carlos. La gomosis de los pastos Imperial (*Axonopus scoparius*) y Micay (*Axonopus micay*) en Colombia. En Asamblea Latinoamericana de Fitoparasitología, 1ª, México, D.F., 1950. México, Oficina de Estudios Especiales, Folleto Miscelaneo no. 4:110-117. 1951.
27. García, Hernán. Valor comparativo de las hojas de banano, puntas de caña de azúcar y pasto Elefante para producción de leche. Tesis sin publicar. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1950. 93 p.
28. García-Molinari, O. Alimentos para el ganado lechero: los pastos. *Revista de Agricultura de Puerto Rico* 41(1-2):91-123. 1950.
29. Georgi, C. D. V., Lucy, A. B. and Taik, G. L. A manurial experiment with Merker and Napier grass. *Malayan Agricultural Journal* 29(8):304-321. 1941. (Original not available for examination; abstracted in *Herbage Abstracts* 12(1):9. 1942.)
30. Greenstreet, V. R. and Greig, J. L. Manurial experiments with Guinea grass at Serdang. *Malayan Agricultural Journal* 21(11):543-557. 1933.
31. Guayadeen, K. D. A promising fodder-Guatemala grass, *Tropical Agriculture* 28(1-6):76-79. 1951.
32. Hall, T. D., Meredith, D. and Altona, R. E. Production from grassland in South Africa: Fertilizer treatments and livestock gains on veld. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 18(69):8-18. 1950.

33. Hancock, John. Grazing behaviour of cattle. Animal Breeding Abstracts. 21(1):1-13. 1953.
34. _____ Grazing habits of dairy cows in New Zealand. Empire Journal of Experimental Agriculture 18(72):249-263. 1950.
35. Harrison, E. Digestibility trials on green fodders; experiments conducted at the Imperial College of Tropical Agriculture 1931-1941. Tropical Agriculture 79(8):147-150.
36. Henke, L. A. & others. Animal husbandry. Hawaii Agricultural Experiment Station Report 1940:8-31. 1941.
37. _____ & others. Animal husbandry. Hawaii Agricultural Experiment Station Biennial Report 1944-1946:31-40. 1947.
38. _____ & others. Dairy cattle feeding experiments, beef cattle feeding experiments. Hawaii Agricultural Experiment Station Report 1938:65-71. 1939.
39. _____ Roughages for dairy cows in Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin 92. 1943. 29 p.
40. Hitchcock, A. S. The grasses of British Guiana. United States National Herbarium. Contributions 22(6):471. 29 p.
41. _____ The grasses of Central America. United States National Herbarium. Contributions 24(9):626. 1930.
42. _____ The grasses of Ecuador, Perú and Bolivia. United States National Herbarium. Contributions 24(8):433. 1927.
43. Hodgson, H. E. and Reed, O. E. Manual de lechería para la America Tropical. Washington, D. C., U. S. Government Printing Office, n.d. 370 p. (U. S. State Department Publication TC-280)
44. Johnstone-Wallace, D. B. and Kennedy, Keith. Grazing management practices and their relationship to the behaviour and grazing habits of cattle. Journal of Agricultural Science 34(4):190-197. 1944.

45. Keeping, G. S. A review of fodder grass investigations. Malayan Agricultural Journal 34(2):65-75. 1951.
46. Kennan, T. C. The improved West African Napier fodders. Rhodesia Agricultural Journal 49(4):221-228. 1952.
47. Kohnke, H. and Vestal, C. M. The effect of nitrogen fertilization on the feeding value of corn. Soil Science Society of America. Proceedings 13:299-302. 1948.
48. Kok, E. A. Prados e capineiras. Boletim de Industria Animal 6(4):206. 1943.
49. _____ e Guaragna, R. N. Estudo sobre silos do tipo trincheira. Boletim de Industria Animal 4(3-4):151-173.
50. Ledger, H. P. The effect of lime on a Chloris gayana ley. East African Agricultural Journal 16(1):43-46. 1950.
51. Lucas, H. L. A method of equalized feeding for studies with dairy cows. Journal of Dairy Science 26(11):1011-1022. 1943.
52. McWilliams, A. P. and Duckworth, J. The preparation of Elefant grass silage and its feeding value for tropical dairy cattle. Tropical Agriculture 26(1-6):16-23.
53. Morrison, Frank B. Feeds and feeding; a handbook for the student and the stockman. 21st ed. Ithaca, N. Y., Morrison Publishing Co., 1949. 1207 p.
54. Paterson, D. C. The cropping qualities of certain tropical fodder grasses. Empire Journal of Experimental Agriculture 4(13):6-16. 1936.
55. _____ The cultivation of perennial fodder grasses in Trinidad. Tropical Agriculture 16(3):55-57. 1939.
56. _____ Further experiments with cultivated tropical fodder crops. Empire Journal of Experimental Agriculture 6(24):323-340. 1938.
57. _____ The growth and utilization of fodder grasses in Trinidad. Tropical Agriculture 13(4):98-103. 1936.

69. Sherwood, E. G. P. Highland fertilizer scheme, Kenya. Provisional summary of results of application of fertilizers to grass; colloquium on grassland research. East African Agricultural Journal 15(4):211-212. 1950.
70. Smith, J. L., Kapp, L. C. and Potts, R. C. The effects of fertilizer treatments upon yield and composition of wheat forage. Soil Science Society of American. Proceedings 14:241-245. 1949.
71. Snedecor, G. W. Métodos de estadística, su aplicación a experimentos de agricultura y biología. Traducido de la 4a. edición en inglés por Antonio E. Marino. Buenos Aires, Acme Agency, 1948. 557 p.
72. Starr, M. P. y Garcés, C. O. El agente causal de la Gomosis bacterial del pasto Imperial en Colombia. Medellín, Colombia. Facultad de Agronomía. Revista 11(38-39):73-83. 1950.
73. Sullivan, J. T. and Wilkins, H. L. What makes a nutrition forage. U. S. Department of Agriculture Yearbook 1948:285-289. 1948.
74. Thornton, S. F., Conner, S. D. and Fraser, R. R. The use of rapid chemical tests on soils and plants as aids in determining fertilizer needs. Indiana Agricultural Experiment Station Circular no. 204, rev. 1939. 16 p.
75. Vandecaveye, S. C. and Baker, G. O. Chemical composition of certain forage crops as affected by fertilizers and soil types. Journal of Agricultural Research 68(5):191-220. 1944.
76. Weinmann, H. Effects of certain minor elements on Paspalum dilatatum grown in Merandellas sandveld ulei. South African Journal of Science 48:25-26. 1951. (Original not available for examination; abstracted in Soils and Fertilizers 15(3):215. 1952).
77. Wilsie, C. P. and Takahashi, M. Napier grass (Pennisetum purpureum): a pasture and green forage crop for Hawaii. Hawaii Agricultural Experiment Station Bulletin 72. 1934. 17 p.

58. Paterson, D. D. The growth, yield and composition of certain tropical fodders. *Journal of Agricultural Science* 25(3):369-394. 1935.
59. Payne, W. J., Laing, W. I. and Raizoka, E. N. Grazing behaviour of dairy cattle in the tropics. *Nature* 167(4250):610-611. 1951.
60. Quate, Graham, S. Beef production in Guatemala. *Agriculture in the Americas* 7(8-9):103-106. 1947.
61. Rivera Brenes, L. F., Marchan, J. and Cabrera, J. I. The utilization of grasses, legumes and other forage crops for cattle feeding in Puerto Rico. Puerto Rico. University. *Journal of Agriculture* 34(4):309-315. 1950.
62. Robinson, J. B. D. The feeding of dairy cows in Barbados. II. *Tropical Agriculture* 28(1-6):57-62. 1951.
63. Rose, C. J. The economics of fertilizing natural veld, as shown by dairy animals. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 20(77):35-42. 1952.
64. Roseveare, G. M. The grasslands of Latin America. Great Britain Imperial Bureau of Pastures and Field Crops Bulletin 36. 1948.
65. Royer, A. E. The effects of the amounts of available plant nutrients present in the soil upon the composition of crops. Unpublished thesis. Urbana. University of Illinois, 1951. 78 p.
66. Salgado, J. C. Problemas do vale do Paraiba: forragens para o inverno, sua producao na Estacao Experimental de Producao Animal em Pindamonhangaba. *Revista de Industria Animal* 2(3):104-108. 1939.
67. Seath, D. M. and Miller, G. D. Effect of warm weather on grazing performance of milking cows. *Journal of Dairy Science* 29(4):199-206. 1946.
68. Shealy, A. L., Kirk, W. G. and Crown, R. M. Comparative feeding values of silages made from Napier grass, sorghum and sugar cane. Florida Agricultural Experiment Station Bulletin 358. 1941. 18 p.

78. Work. S. H. and Smith, L. R. The livestock industry of Nicaragua. U. S. Office of Foreign Agricultural Relations Foreign Agricultural Report no. 12. 1946. 49 p.
79. Wright, Norman C. Report on the development of cattle breeding and milk production in Ceylon. Great Britain. Colonial Office Eastern no. 179. 1945. 71 p.