

EVALUACION AGRONOMICA DE ALGUNAS ASOCIACIONES GRAMINEA-LEGUMINOSA  
PARA EL TROPICO HUMEDO

*Tesis de Grado de Magister Scientiae*

*Leonidas da C. Schalcher Valle*

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA  
Centro de Enseñanza e Investigación  
Departamento de Zootecnia  
Turrialba, Costa Rica  
Agosto, 1969

1916



EVALUACION AGRONOMICA DE ALGUNAS ASOCIACIONES  
GRAMINEA-LEGUMINOSA PARA EL TROPICO HUMEDO

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados como  
requisito parcial para optar al grado de

Magister Scientiae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

Permiso para su publicación, reproducción total o  
parcial, debe ser obtenido en dicho Instituto

APROBADA:

*Oliver W. Deaton*

Consejero

Oliver Deaton, Ph.D.

*Karel Vohnout*

Comité

Karel Vohnout, Ph.D.

*Hans W. Fassbender*

Comité

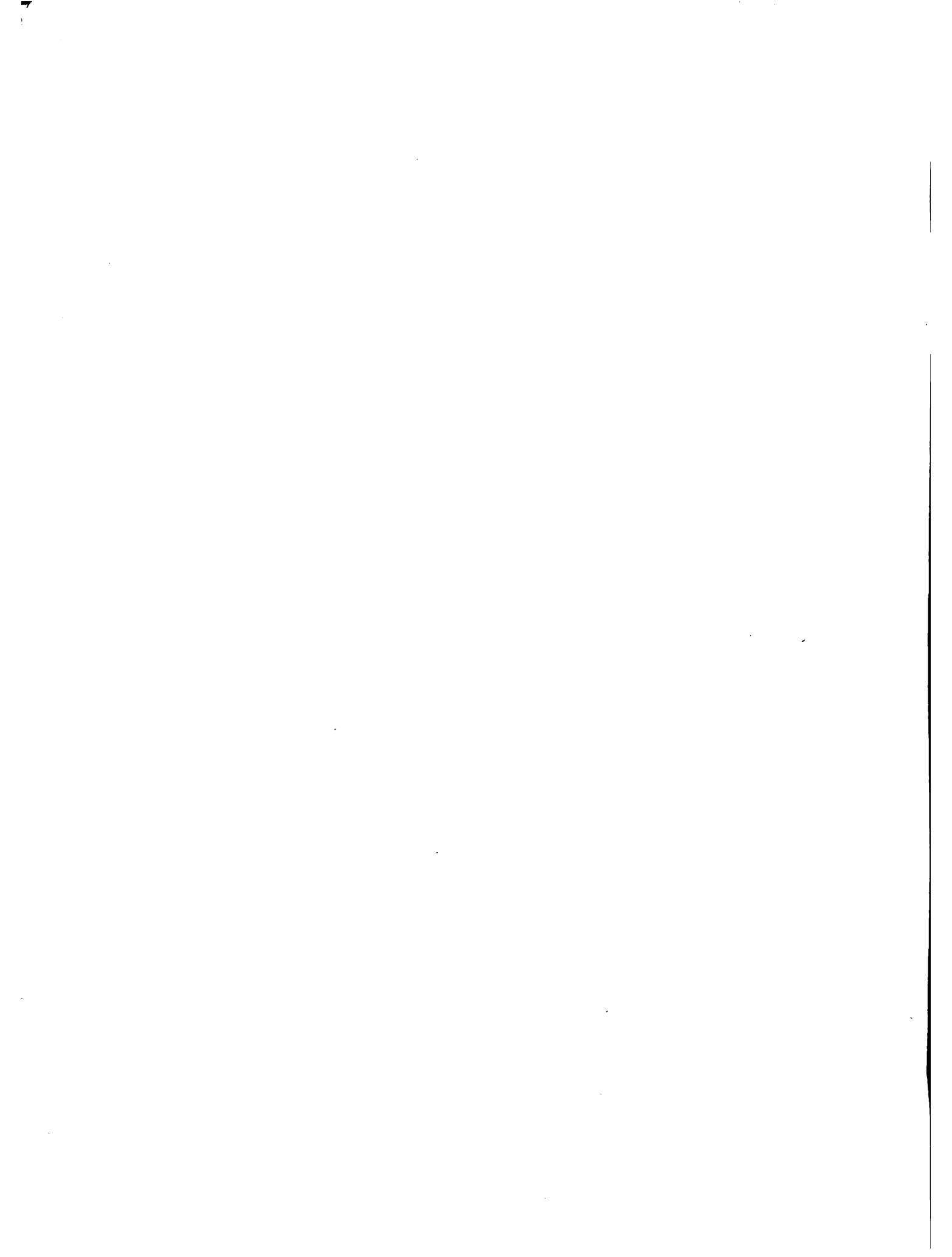
Hans W. Fassbender, Ph.D.

*Arturo Sánchez Durón*

Comité

Arturo Sánchez Durón, M.S.

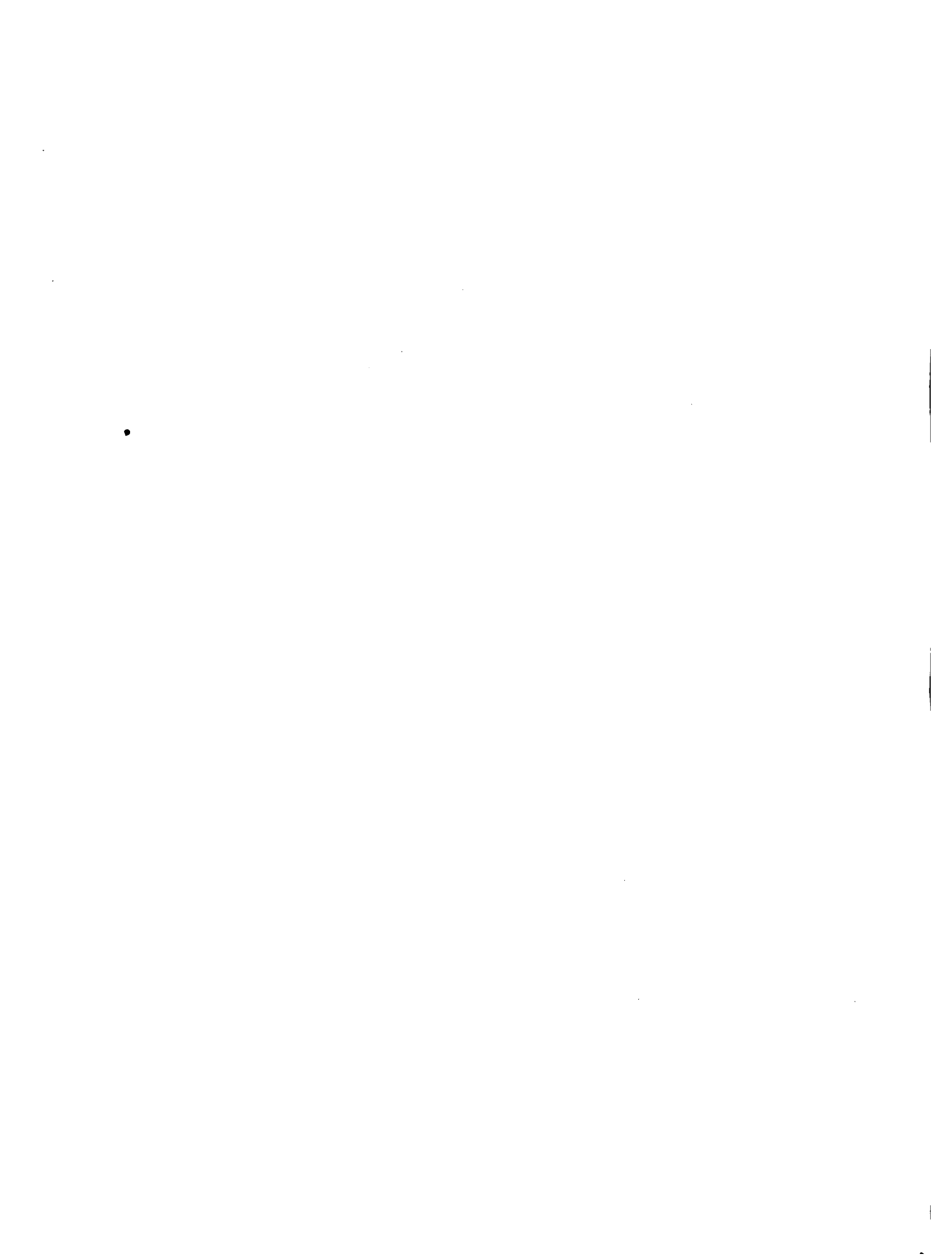
Agosto, 1969



A mi abuela

A mi esposa

A mi hijo y hermanos



AGRADECIMIENTOS

El autor quiere expresar sus sinceros agradecimientos:

Al IRI Research Institute, por la beca y atenciones dispensadas durante el tiempo que duraron los estudios de post-grade.

A su Consejero Principal Dr. Oliver Deaton y a su ex Consejero Principal Dr. John Blydenstein, por la acertada orientación y estrecha colaboración prestada en el planeamiento y desarrollo del presente trabajo de tesis.

A los miembros de su comité Dr. Karel Vohnout, Dr. Hans Fassbender e Ingeniero Arturo Sánchez Durón por sus acertados consejos.

Al Dr. Gilberto Páez por la preciosa y criteriosa intervención en el análisis estadístico del presente trabajo.

Al personal de campo y ayudantes de laboratorio por la contribución prestada a la realización de este estudio.

Y de manera especial a los compañeros del Departamento de Zootecnia.





## BIOGRAFIA

El autor nació en Coroatá, Maranhão, Brasil, el 22 de agosto de 1938. Realizó sus estudios primarios en la Escuela João Pessoa, de la misma ciudad. Hizo sus estudios secundarios en los Colegios Teixeira Mendes y São Luiz en São Luiz, Maranhão. En 1962 ingresó a la Escuela Nacional de Agronomía de la Universidad Rural de Brasil, Río de Janeiro, de donde egresó en 1965 con el título de Ingeniero Agrónomo.

Trabajó en la Sección de Agrostología del Instituto de Investigación y Experimentación Agropecuaria Centro Sur (IPEACS) del Ministerio de Agricultura hasta setiembre de 1967, fecha en que ingresó como estudiante graduado en el Departamento de Zootecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA en Turrialba, Costa Rica, obteniendo el grado de Magister Scientiae en agosto de 1969.



## CONTENIDO

	<u>Página</u>
LISTA DE CUADROS Y FIGURA .....	viii
1. INTRODUCCION .....	1
2. REVISION DE LITERATURA .....	2
2.1. Características generales de las leguminosas en estudio .....	2
2.1.1. <u>Stylosanthes gracilis</u> .....	2
2.1.2. <u>Teramnus uncinatum</u> .....	3
2.1.3. <u>Phaseolus atropurpureus</u> .....	4
2.1.4. <u>Desmodium intortum</u> .....	5
2.2. Contribución de las leguminosas al rendimiento de una pastura asociada .....	6 ✓
2.2.1. Producción de materia seca total de la mezcla ...	6
2.2.2. Producción de materia seca de las gramíneas .....	8
2.2.3. Contenido de proteína de las gramíneas .....	9
2.3. Producción de materia seca de las leguminosas .....	10
2.4. Composición botánica .....	12
2.5. Incremento del nitrógeno del suelo debido a la fijación simbiótica .....	13 ✓
3. MATERIALES Y METODOS .....	15
3.1. Localización del estudio .....	15
3.1.1. Clima .....	15
3.1.2. Características del suelo .....	17
3.2. Preparación del suelo .....	17
3.3. Fertilización .....	18
3.4. Tratamientos .....	18
3.4.1. Métodos de siembra .....	18
3.5. Datos colectados .....	20
3.5.1. Corte de las parcelas .....	20
3.5.2. Determinación de la composición botánica .....	20
3.5.3. Determinación de materia seca .....	20
3.5.4. Determinación de materia seca total .....	21
3.5.5. Determinación del contenido de proteína .....	21



	<u>Página</u>
3.6. Diseño experimental y análisis estadístico .....	21
4. RESULTADOS Y DISCUSION .....	23
4.1. Producción de materia seca de la mezcla (gramínea + leguminosa) .....	23
4.2. Producción de materia seca de la parte gramínea ...	28
4.3. Producción de materia seca de las leguminosas .....	30
4.4. Contenido de proteína de las gramíneas .....	33
4.5. Composición botánica .....	39
CONCLUSIONES .....	42
RESUMEN .....	44
SUMMARY .....	46
LITERATURA CITADA .....	48
APENDICE .....	54



## LISTA DE CUADROS Y FIGURA

Cuadro N <sup>o</sup>		<u>Página</u>
1	Producción promedio (gr/4 m <sup>2</sup> /mes) de materia seca de leguminosas, gramíneas y mezclas (gramínea + leguminosa) .....	24
2	Análisis de variancia para materia seca de la mezcla (gramínea + leguminosa) y de parte correspondiente a gramínea .....	25
3	Análisis de variancia para materia seca de leguminosas y composición botánica .....	31
4	Promedios de producción de materia seca de leguminosas (gr/4 m <sup>2</sup> /mes).....	32
5	Por ciento promedio de proteína de las gramíneas .....	34
6	Análisis de variancia para el por ciento de proteína de gramíneas .....	35
7	Por ciento de proteína de la parte gramínea en las diferentes mezclas .....	37
8	Composición botánica en términos de porcentaje de materia verde de las gramíneas para todos los tratamientos .....	39
Figura N <sup>o</sup>		
1	Condiciones climáticas durante el estudio ...	16





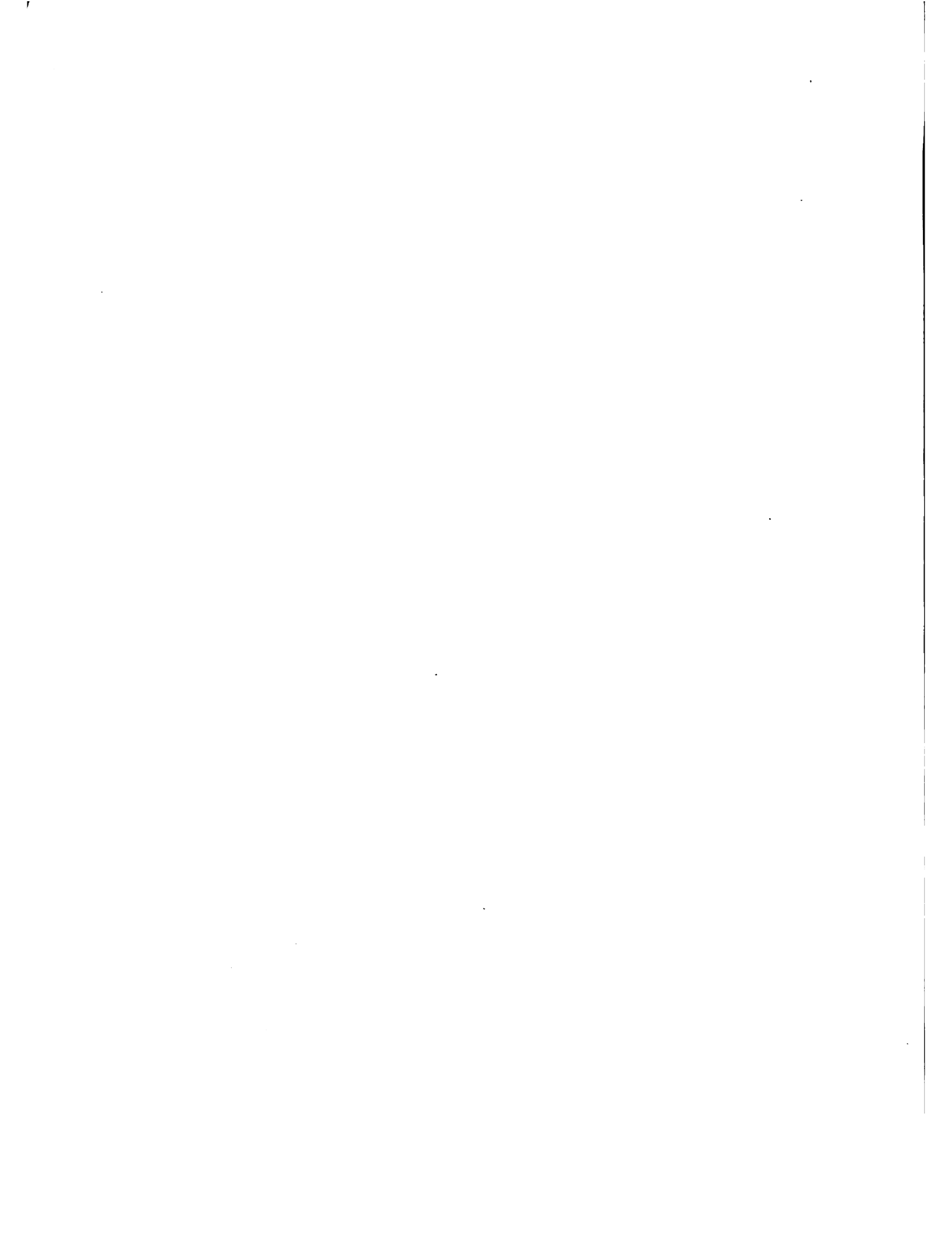
## 1. INTRODUCCION

Frecuentemente el bajo contenido de nitrógeno del suelo es uno de los principales factores que limitan la productividad de una pastura de gramíneas en las regiones tropicales. Las leguminosas, por su capacidad de fijar nitrógeno por medio de bacterias simbióticas existentes en sus raíces, pueden ser de gran importancia en la producción animal de estas regiones. Además de poder provocar el aumento de producción de las gramíneas cuando se las siembra asociadas, por el incremento del nitrógeno en el suelo, permiten también la obtención de una dieta más rica en proteínas y minerales. Estas ventajas son más notables si se considera que tanto los suplementos proteicos que se administran a los animales en forma de concentrados, como los fertilizantes nitrogenados usados para aumentar la productividad de los pastizales, significan gastos adicionales.

Muchas son las informaciones existentes sobre los beneficios de la mezcla leguminosa-gramínea en zonas templadas. No ocurre lo mismo en las regiones tropicales, existiendo por esto el interrogante sobre las especies de leguminosas más convenientes y sobre su contribución al mejoramiento de la producción y calidad de las gramíneas cuando se siembran asociadas.

Los aspectos arriba señalados motivaron la presente investigación, incluyéndose los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de las leguminosas sobre la producción total de la mezcla (gramínea-leguminosa) y de sus partes.
2. Evaluar la influencia de la leguminosa en la composición proteica de la gramínea.
3. Determinar la composición botánica de las mezclas.



## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Características generales de las leguminosas en estudio

#### 2.1.1. Stylosanthes gracilis

Esta leguminosa se encuentra distribuida en varios países de América, Africa y Asia. En Brasil se extiende desde las fronteras con las Guayanas hasta São Paulo y Mato Grosso, siendo más común en los estados del norte, mientras que en Argentina llega hasta Córdoba y norte de la provincia de Buenos Aires (13, 21, 44). Es una especie perenne de tallos pubescentes que alcanzan a desarrellar hasta 60 centímetros de longitud. Presenta una gran tolerancia a los diferentes tipos de suelo y clima, prosperando bien en lugares donde la precipitación anual es de 2.500 milímetros, pero puede sobrevivir en áreas con una precipitación de solo 650 milímetros, aunque en estas condiciones su desarrollo es lento (25, 27, 41, 51). Algunos investigadores (44, 58) informan que Stylosanthes es una leguminosa muy resistente a la sequía, pero Carré (15) encontró que el contenido de agua del suelo es un factor importante en el desarrollo de esta especie. En estudios realizados en Brasil (44) y Malaya (58) esta leguminosa presentó una reducción en la producción cuando fue sembrada en áreas con excesiva humedad.

En Ceilán (45) esta especie es considerada como muy resistente al pastoreo y ha sido usada también como heno y abono verde. Debido a su alto contenido de proteína y a su capacidad de mezclarse con un gran número de gramíneas, esta especie está considerada como de



importancia en esta región. Es una leguminosa de fácil nodulación, vigorosa y agresiva (27), pudiendo ser utilizada a partir del cuarto mes y por un período óptimo de tres a seis años (58); generalmente después del sexto año de cultivo empieza a declinar la producción. Produce una gran cantidad de semillas, pero tiene la desventaja de presentar una maduración muy desigual, lo que dificulta su recolección (61). Tiene gran capacidad para acumular nutrimentos en sus tejidos, en especial calcio y fósforo, aunque éstos se encuentren en pequeñas cantidades en el suelo (1, 14).

#### 2.1.2. Teramnus uncinatus

El género Teramnus pertenece a la subfamilia Papilionoidea y a la tribu Phaseolea; los representantes de este género son originarios de las regiones tropicales, siendo seis las especies conocidas (13, 61). Dentro de éstas, Teramnus uncinatus es la más empleada como f<sup>e</sup>rrajera. En general, esta leguminosa se encuentra vegetando en estado nativo prácticamente en todos los países de América del Sur y Central. En Brasil se distribuye en los estados del Norte y Centro del país, mientras que en Costa Rica se encuentra presente desde la meseta central hasta la costa del Pacífico, mostrando una adaptación desde el nivel del mar hasta 1600 metros de altitud (44, 46).

Es una planta anual, frondosa, palatable y nutritiva cuando tierna, pero que tiene la desventaja de ser dominada cuando se siembra asociada con gramíneas de rápido desarrollo y hábito cespitoso; por este motivo su empleo es recomendado con gramíneas que crecen en macollas. Es una enredadera de hábito rastrero y trepador. Se



adapta a condiciones de fertilidad del suelo muy variables, prefiriendo suelos de regular contenido de agua, aunque es resistente a la sequía (44, 46, 61). En Costa Rica la nodulación de esta leguminosa es espontánea en prácticamente todos los tipos de suelos (46). Según Otero (44) la producción de semillas es abundante, pero presenta una baja germinación debido a su tegumento que es duro y muy poco permeable. El mismo autor informa que el índice de germinación encontrado fue del 23%, por lo que recomienda se haga algún tratamiento en las semillas, antes de la siembra.

### 2.1.3. Phaseolus atropurpureus

El género Phaseolus comprende de 150 a 200 especies que se distribuyen desde las regiones templadas hasta las tropicales. Varias especies están presentes en las pasturas naturales de América del Sur y Central. Dentro de éstas la más importante como leguminosa forrajera es Phaseolus atropurpureus que se encuentra distribuida desde el sur de Texas hasta Colombia, Argentina, Perú y probablemente en los demás países (37, 44).

Esta leguminosa fue introducida en Australia con material procedente de México, también fueron hechas introducciones en Uganda y Estados Unidos en 1961 y 1962 respectivamente (27, 31, 37).

Phaseolus atropurpureus es una planta perenne, enredadora, con tallos glaucos y de abundante follaje. Se desarrolla bien en los climas cálidos y de manera extraordinaria en los suelos de buen drenaje (4, 37). Hutten (32) informa que bajo las condiciones climáticas de Australia, esta especie presenta un crecimiento muy lento du-





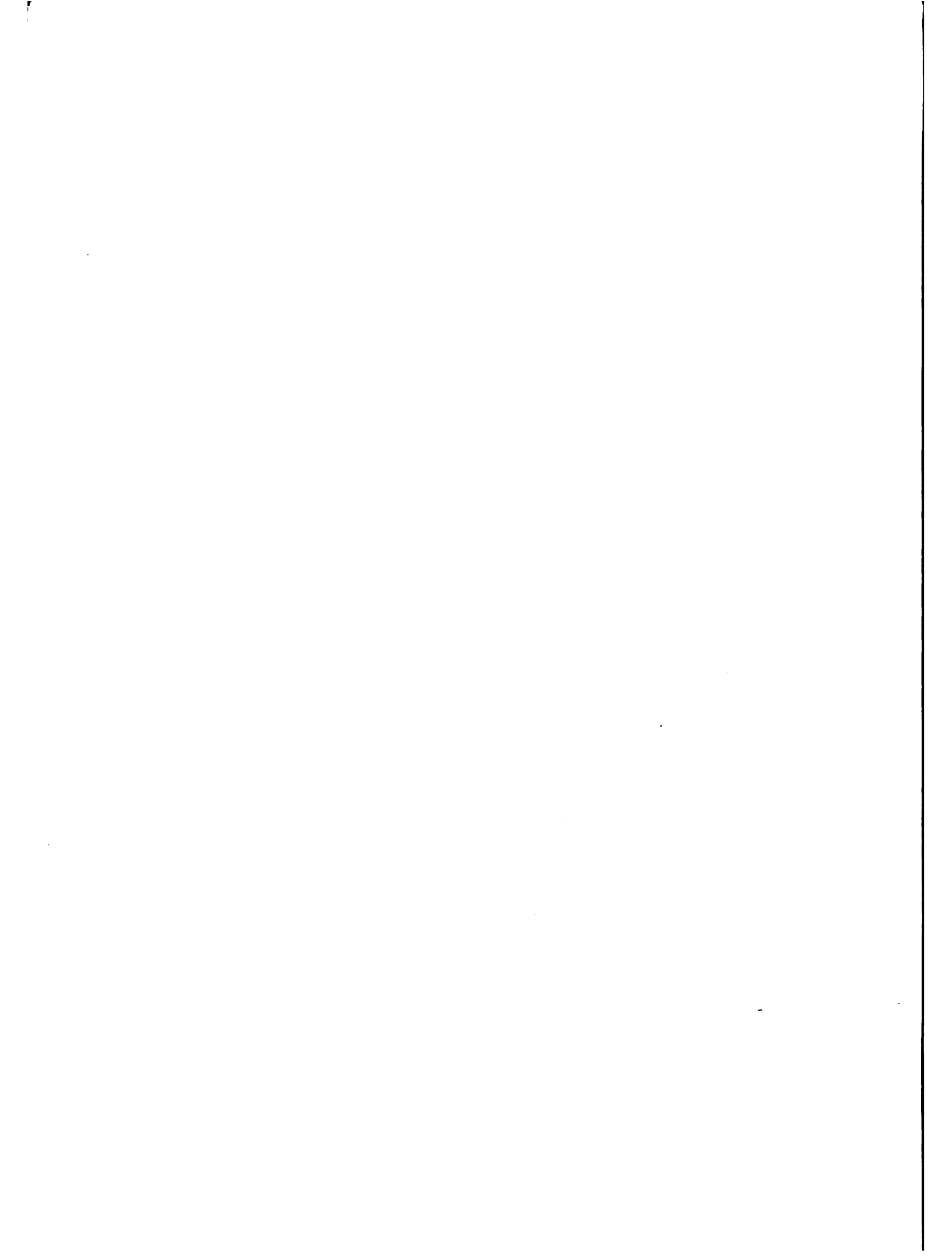
rante la primavera y al final del otoño, debiendo ser esta la razón por la cual no siempre compete con gramíneas agresivas como Setaria sphacelata. En Uganda, y Florida esta leguminosa es considerada como un elemento importante en el mejoramiento de los pastizales, donde en mezclas, ha mostrado gran capacidad de competir con las gramíneas acompañantes (27, 37).

#### 2.1.4. Desmodium intortum

Esta leguminosa está clasificada dentro del género Desmodium, subfamilia Hedisarea (4). Las especies de este género son originarias de América Central y del Sur, donde casi siempre son encontradas vegetando en las praderas naturales (49, 55).

Desmodium intortum en Costa Rica se encuentra desde el nivel del mar hasta 1800 metros de altitud, mientras que en Hawái su empleo es recomendado para altitudes inferiores a 1000 metros (46, 64). En este lugar fue introducida en 1947 empleando material proveniente de diferentes áreas de América Latina, mientras que en Australia su introducción es más reciente (17, 55).

Es una especie perenne, herbácea, de tallos elongados y postrados, presenta buena producción de semillas, pero éstas son de germinación muy lenta. Se adapta a un amplio rango de suelos, pero se establece mejor en aquellos de mediana humedad, donde presenta un desarrollo rápido, es vigorosa y con abundante follaje (4, 46). Según Horrel (27) y Younge (65) Desmodium intortum es muy productiva y palatable, siendo consumida por el ganado tanto en mezcla como cuando es sembrada pura; sin embargo, los animales requieren algún tiempo



para acostumbrarse.

Presenta un alto requerimiento con relación al contenido de fósforo del suelo. Younge (65) afirma que una de las razones por la cual esta leguminosa ha tenido poco valor en las pasturas, es debido a que los suelos son relativamente pobres en fósforo. El mismo autor en un experimento encontró que la producción de la leguminosa fue muy baja cuando se sembró sin fósforo, pero adicionando fertilizante en forma adecuada, fue capaz de competir con gramíneas agresivas como Digitaria decumbens.

## 2.2. Contribución de las leguminosas al rendimiento de una pastura asociada

### 2.2.1. Producción de materia seca total de la mezcla

El empleo de leguminosas forrajeras con gramíneas es una forma por la cual se puede aumentar la producción de materia seca de una pradera. Estudios realizados con leguminosas tropicales (35, 56, 63) demuestran que la asociación de leguminosas y gramíneas es más productiva que la gramínea o la leguminosa sembrada separadamente. Bryan (11) en Australia encontró que la producción de materia seca de Paspalum plicatulum sembrada pura fue de 1200 libras por acre, mientras que la producción de la mezcla de esta gramínea con Desmodium uncinatum fue de 1950 libras por acre. Además apunta que este incremento de la mezcla fue debido a la producción de la leguminosa. Resultados similares fueron encontrados en Colombia por Lotero (38) quien informa que la producción de una mezcla Brachiaria nutica-



Pueraria phaseoloides fue de 2930 kilogramos por hectárea, pero que el rendimiento de la gramínea cuando se sembró sola no alcanzó 2000 kilogramos por hectárea. En Rhodesia (53) la producción de materia seca de una pradera nativa de Hyparrhenia spp. fue de 2090 libras por acre cuando se sembró pura, al ser incluidas Stylosanthes gracilis y Glycine javanica la producción total de las mezclas alcanzó a 4.630 y 3340 libras por acre respectivamente.

Hay evidencias de que la producción de materia seca de una mezcla gramínea-leguminosa está influenciada por la edad de la pastura. Smith (52) al comparar la producción de Chloris gayana en siembra pura y en mezcla con varias leguminosas, encontró que en el primer año la producción de materia seca de la gramínea pura fue mayor que la de las mezclas, pero que en el segundo y tercer año las mezclas fueron más productivas que la gramínea pura.

Otro factor importante con relación a la producción de una mezcla es la aplicación de fósforo. Horrel y Court (29) comparando la producción de materia seca de Chloris gayana sembrada sola y de la mezcla de esta gramínea con Stylosanthes gracilis con y sin empleo de fósforo, encontraron que la producción total de la mezcla fue dos veces mayor que la de la gramínea pura, sin fertilización; sin embargo, cuando se fertilizó, la producción de la mezcla fue tres veces mayor. Según estos autores, no hubo aumento en el rendimiento de la gramínea debido a la fertilización, pero sí en la producción de la leguminosa que presentó un gran incremento.



### 2.2.2. Producción de materia seca de las gramíneas

Al comparar el rendimiento de una mezcla gramínea-leguminosa con el de una gramínea pura se debe tener en cuenta que el rendimiento de la mezcla está constituido por la contribución real de la leguminosa, más el incremento que experimenta la gramínea como resultado de la transferencia de nitrógeno desde la leguminosa. Las leguminosas, por medio de bacterias existentes en sus raíces, constituyen una manera accesible de aumentar el rendimiento de las gramíneas acompañantes (6). Walsh (59) en condiciones tropicales, reporta que el nitrógeno fijado por las leguminosas es aprovechable en las asociaciones con gramíneas y que éstas crecen más vigorosas y presentan una mayor aceptación por parte del ganado que las pastorea. En Florida, Kretshmer (37) informa que el rendimiento de una pradera pura de Digitaria decumbens, que fue de 2.000 kilogramos por hectárea, se pudo elevar hasta 3.500 kilogramos por hectárea con sólo incluir Phaseolus atropurpureus en la siembra y proveer de suficiente cantidad de fósforo, para permitir un crecimiento vigoroso de la leguminosa. Contrastando con esto, Singh y Chatterjee (51) encontraron que hubo una disminución en la producción de materia seca de Paspalum polystachyum cuando se incluyó en la siembra Stylosanthes gracilis. En este estudio, la producción de la gramínea pura fue de 5200 kilogramos por hectárea al año, mientras que en mezcla alcanzó solo a 4750 kilogramos por hectárea.

Horrel (28) encontró que la contribución de Stylosanthes gracilis sobre la producción de materia seca de Panicum maximum varió de





año a año. Fue mínima en el primer año y máxima en el tercero y cuarto año. A pesar de no haber alcanzado diferencias estadísticas, hubo una fuerte tendencia de esta leguminosa a aumentar el rendimiento de la gramínea; el mismo autor cita que la producción de la gramínea declinó con la edad, pero que la presencia de Stylosanthes gracilis hizo que este efecto fuera menor.

De los resultados que obtuvieron Horrel y Newhouse (30) calcularon que una pastura de Hyparrhenia spp. debe ser fertilizada con 150 libras de nitrógeno por hectárea al año para producir la misma cantidad de materia seca que la gramínea sembrada en mezcla con Stylosanthes gracilis. Con una mezcla de Paspalum plicatulum-Phaseolus atropurpureus el rendimiento de la gramínea fue equivalente a la de una pastura pura que recibió 90 libras de nitrógeno por acre al año (35).

### 2.2.3. Contenido de proteína en las gramíneas

El empleo de mezclas gramíneas-leguminosas produce una elevación del porcentaje de proteína de la gramínea y consecuentemente una mayor producción por unidad de superficie de la misma. Smith (53) y Witney (63) encontraron que las gramíneas en mezclas con leguminosas presentan mayor porcentaje de proteína que la gramínea cuando se siembra pura. Fernando (23), en un estudio realizado en Ceilán, informa que el contenido de proteína para Brachiaria brizantha fue de 5,99% cuando esta gramínea crecía sola, pero que este valor subió a 7,38% cuando se cultivó en el mismo suelo en mezcla con Centrosema pubescens. Resultado similar fue encontrado en Florida, en un experimento que tuvo una duración de cuatro años (37). En



esta experiencia, el contenido de proteína fue de (4,7%) para Digitaria decumbens sembrada sola, mientras que en mezcla con Phaseolus atropurpureus la gramínea presentó 7,1% de proteína. Warnke (60) difiere en opinión de los trabajos anteriores, afirmando que al sembrar Pennisetum purpureum sola y en mezcla con cinco leguminosas, no encontró diferencia en el contenido proteico de la gramínea en las mezclas en relación a la gramínea pura.

La magnitud de los efectos de una leguminosa sobre el contenido de proteína de la gramínea, varía de acuerdo con la especie de gramínea y con las condiciones climáticas. Así, Birch (5) halló un mayor contenido de proteína tanto para Pennisetum purpureum, Tripsacum laxum y Panicum maximum en mezcla con Desmodium uncinatum, pero que el aumento de proteína fue mayor para Pennisetum purpureum que para las otras gramíneas. Dicho autor evidencia además que el mayor efecto de la leguminosa sobre el porcentaje de proteína de las gramíneas ocurrió durante el inicio de la estación húmeda.

Jones (35), en base al rendimiento de proteína cruda expresa que el Paspalum plicatulum sembrado puro necesitó la incorporación de 170 kilogramos de nitrógeno por hectárea para igualar la producción a la obtenida cuando se sembró en asociación con Phaseolus atropurpureus.

### 2.3. Producción de materia seca de las leguminosas

La producción de materia seca de las leguminosas varía de acuerdo con las especies. Whitney (63) en un estudio en que comparó la producción de tres leguminosas asociadas con Pennisetum purpureum y



Digitaria decumbens, menciona que el rendimiento promedio de las leguminosas fue de 3500, 6720 y 16.710 libras por acre para Desmodium canum, Centrosema pubescens y Desmodium uncinatum respectivamente; también observó que la diferencia de producción estuvo relacionada con la mayor capacidad de la leguminosa en competir con las gramíneas.

El rendimiento de materia seca de una leguminosa es menor cuando se encuentra en asociación. Tewari (56) al comparar la producción de Stylosanthes gracilis y Centrosema pubescens sembradas solas y en mezcla con Panicum maximum, dice que las producciones fueron de 2350 kilogramos por acre para Centrosema pubescens y 8500 kilogramos por acre para Stylosanthes gracilis sembradas puras, mientras en mezcla con esa gramínea los rendimientos fueron de 1340 y 7920 kilogramos por acre respectivamente. Resultado similar fue reportado por Smith (52), quien encontró que la producción de Stylosanthes gracilis fue un 50% menor en mezcla que cuando se sembró pura.

La fertilización fosfatada es de suma importancia en los cultivos con leguminosas. Según de Alba (18) muchas son las áreas en América Latina que presentan deficiencia de este elemento. Se atribuyen los éxitos de las asociaciones leguminosa-gramínea, en las regiones templadas de Chile, Argentina, Uruguay y Brasil, a la fertilización del suelo con abonos fosfatados (3). Grof (24), estudiando el efecto del fósforo en el establecimiento de Centrosema pubescens, Pueraria phaseoloides y Stylosanthes gracilis en macetas y parcelas, encontró alta exigencia de este elemento en todos los tipos de suelo utilizados, especialmente en la fase inicial de crecimiento de las legumino



sas. En Turrialba, Costa Rica, Rojas et al. (47) encontraron que el abonamiento con fosfato benefició grandemente el rendimiento de la leguminosa, llegando casi a duplicar la producción cuando se aplicaron 435 kilogramos por hectárea de superfosfato.

#### 2.4. Composición botánica

La población de plantas, resultante de sembrar gramíneas y leguminosas, es dinámica; la ocurrencia de una especie dada puede ser disminuida o aumentada, dependiendo esto del crecimiento relativo de cada especie y factores ambientales impuestos o naturales. La competencia genérica entre gramíneas y leguminosas y la de plantas con distintas adaptaciones, se debe especialmente al suelo, clima y proporciones de semillas; sin embargo, en todo momento está determinada por la distribución de la lluvia, que favorece algunas especies determinadas o inhibe a otras poco tolerantes a una humedad excesiva (36).

La tendencia actual es al uso de mezclas simples de una gramínea con una leguminosa, que son más fáciles de manejar y sostener en producción. Whyte (62), informa que en las regiones tropicales más húmedas se ha encontrado relativamente fácil establecer mezclas de leguminosa-gramíneas. Este autor sostiene que en Puerto Rico, mezclas de Pueraria phaseoloides con Pennisetum purpureum, Brachiaria nutica o Panicum maximum se utilizan con éxito, pero si no hay pastoreo o éste es tan leve que la defoliación es escasa, la gramínea tenderá a dominar y a dar sombra a la leguminosa lo que traerá como consecuencia una disminución en el crecimiento de la misma, pudiendo



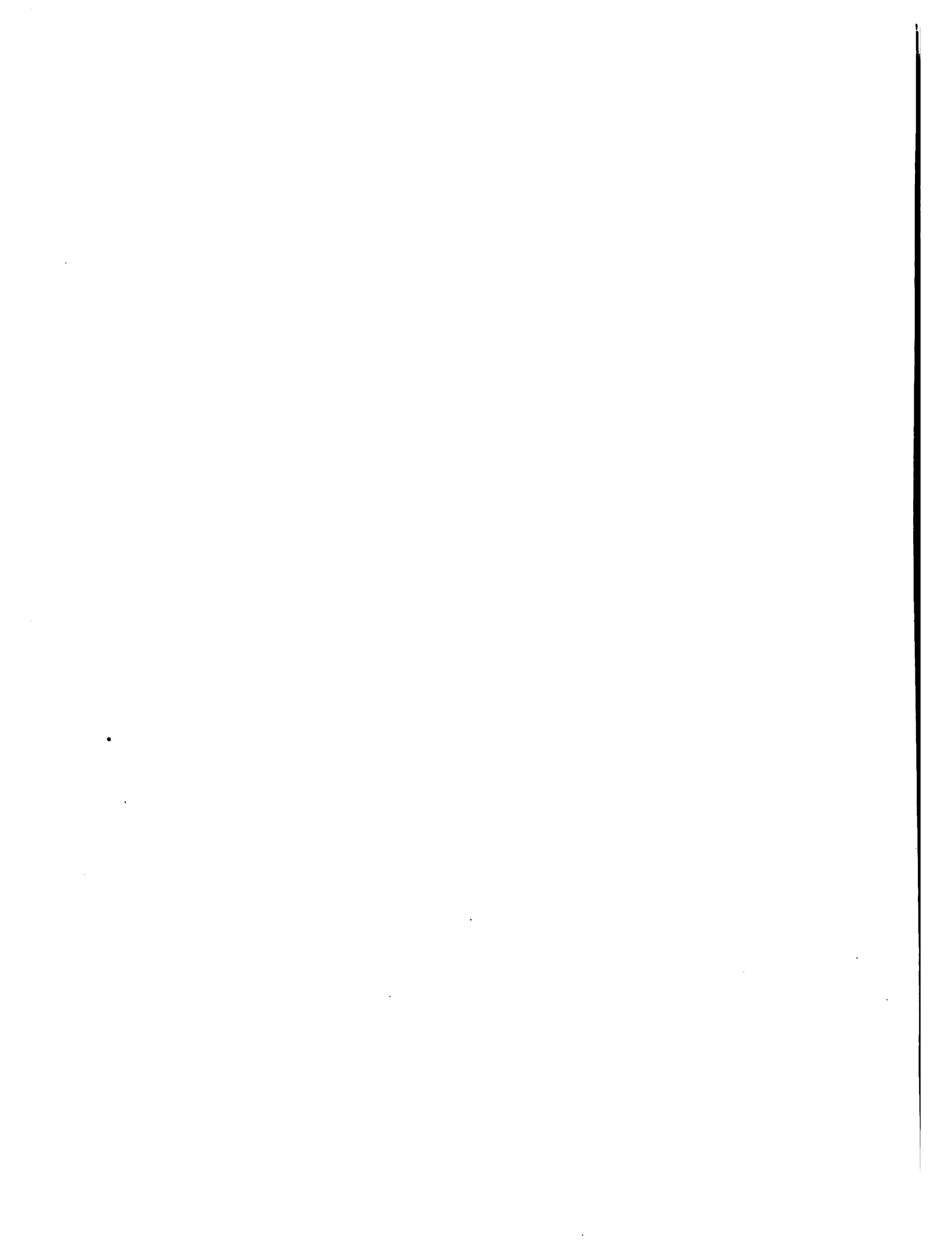


llegar a eliminarla en forma total de la mezcla.

Bajo pastoreo, un exceso de leguminosa en la pradera puede traer consigo algunos problemas, como por ejemplo el meteerismo. Jackobs (33), afirma que este problema no es común cuando se pastorean mezclas con por lo menos un 40% de gramínea. Rey y Matta (46), sostienen que en una mezcla es muy importante el manejo, y que éste debe ser tal que posibilite un porcentaje de 30 a 40% de la leguminosa. Zabelle (66), dice que la composición de una mezcla no es de decisiva importancia en la formación de pastizales cultivados de alta productividad, y demuestra además, que al cabo de un cierto número de años y bajo ciertas condiciones, la composición botánica tiende a un equilibrio. Bryan (10), encontró que en una mezcla de Paspalum plicatulum y Desmodium intortum, la leguminosa representaba solo 18% de la asociación en el primer año, pero en el tercer año este valor subió al 49% del total. En un experimento con una asociación de Panicum coloratum-Desmodium sandwiensis, Naveh (43) menciona que la leguminosa representó del 40 al 50% de la mezcla.

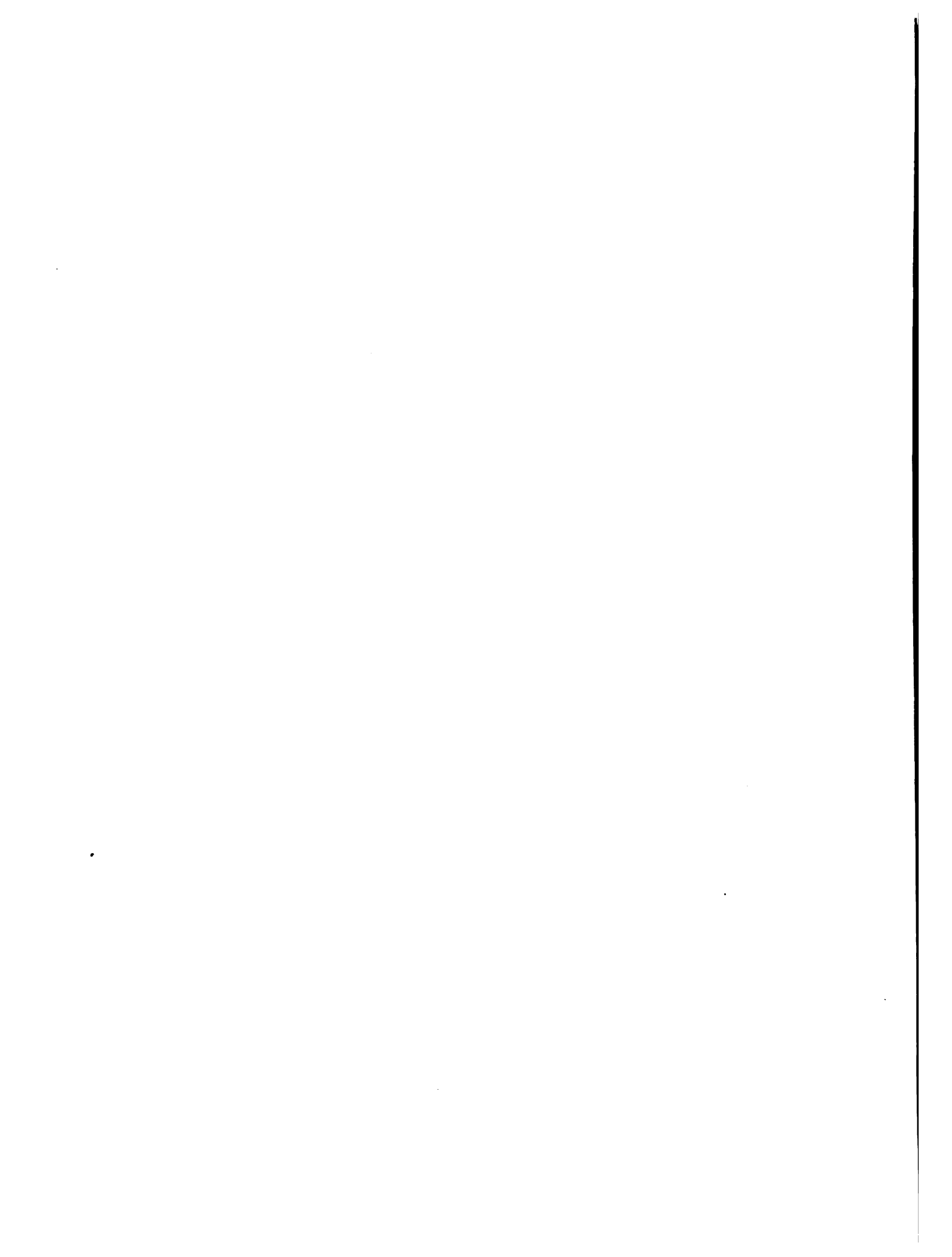
## 2.5/ Incremento del nitrógeno del suelo debido a la fijación simbiótica

El papel de las leguminosas forrajeras en cuanto a su capacidad de fijar nitrógeno es bien conocido y aceptado en las regiones templadas, pero en zonas tropicales y subtropicales, no se ha prestado a las leguminosas mucha atención. Resultados obtenidos indican que las especies tropicales pueden ser tan importantes como especies de



las regiones templadas (8).

La cantidad de nitrógeno fijado por las leguminosas es muy variada y está en dependencia del tipo de leguminosa, de las condiciones del suelo, de la eficiencia fijadora del rizobium y finalmente de un suplemento adecuado de nutrimentos (20). Moore (40), en Nigeria, encontró que en un período de cinco años, una parcela cultivada con una mezcla de Cynodon plectostachyus-Centrosema pubescens, había superado en 112 kilogramos de nitrógeno por hectárea al año la parcela cultivada solo con la gramínea. Bajo las condiciones de Queensland (7), en un trabajo cuya duración fue de 16 años, se encontró que la cantidad de nitrógeno fijada por Centrosema pubescens en mezcla con Panicum maximum, fue de sólo 92 libras por acre al año; mientras que valores de 100 y 150 libras de nitrógeno por acre han sido reportados para Desmodium uncinatum y Glycine javanica, respectivamente en Australia (9) y Kenia (6). ✓



### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Localización del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en los terrenos del Centro de Enseñanza e Investigación del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, en Turrialba, Costa Rica, durante el período comprendido entre junio de 1968 y abril de 1969.

El valle de Turrialba está situado a  $9^{\circ}53'$  de latitud norte y  $83^{\circ}39'$  de longitud oeste, a una altitud de 605 metros sobre el nivel del mar. Presenta una topografía compuesta de superficies planas y onduladas.

##### 3.1.1. Clima

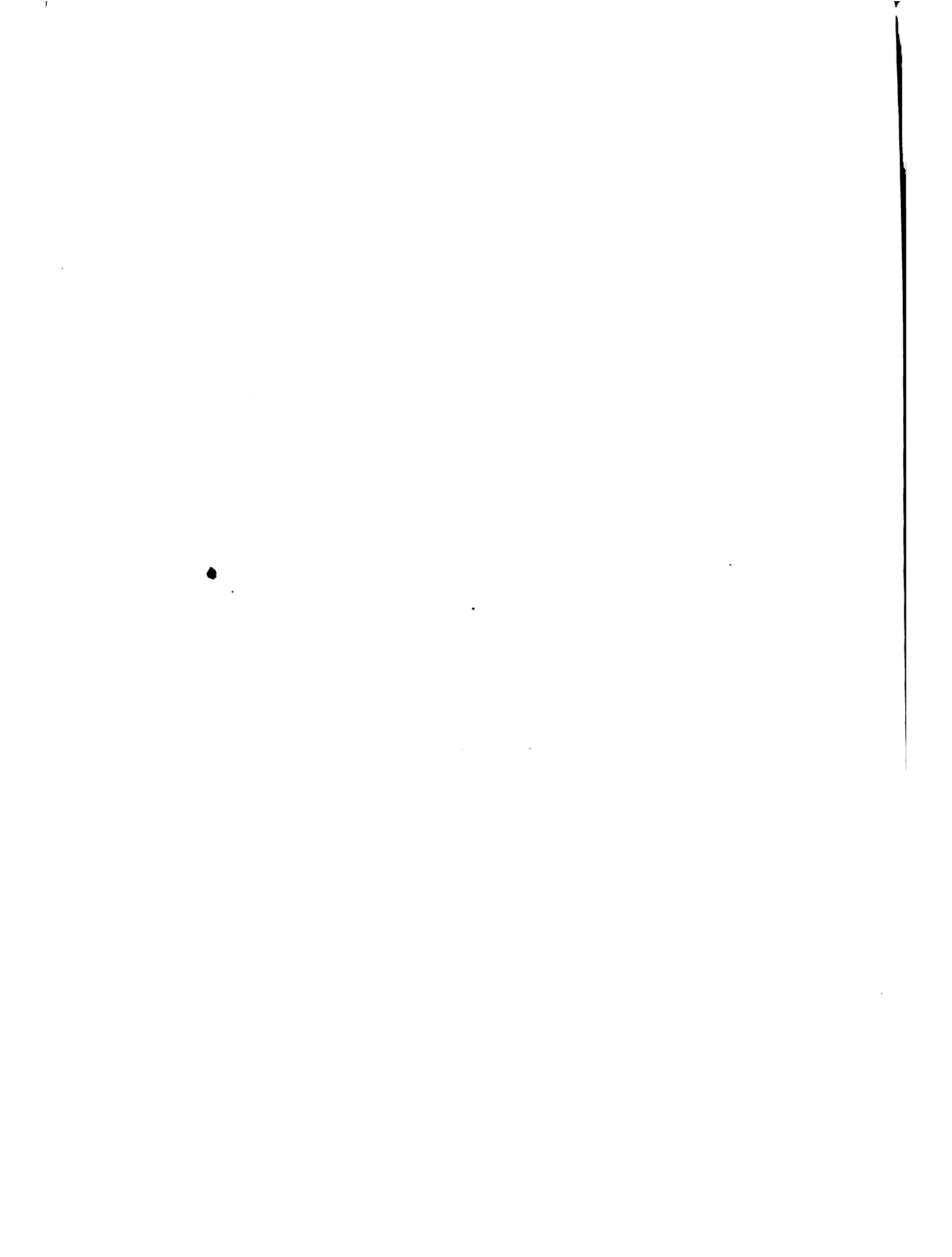
El clima de Turrialba según Budowski y Schreuder (12) presenta las características siguientes:

La precipitación promedio anual es de 2.581 mm, siendo el mes de diciembre el más lluvioso con 335 mm, y los de menores precipitaciones los meses de marzo y abril, con un promedio mensual de 79 mm y 119 mm, respectivamente.

El promedio anual de temperatura es de  $22,5^{\circ}\text{C}$  y en general el clima de Turrialba no muestra cambios notables en la temperatura durante el año.

Prácticamente todo el año existe un alto porcentaje de humedad, que en promedio corresponde al 88%. La evaporación diaria es aproximadamente de 3,71 mm y la iluminación media es de 4,38 horas de sol.

Los datos meteorológicos para los meses comprendidos en el presente estudio se presentan en la figura 1.



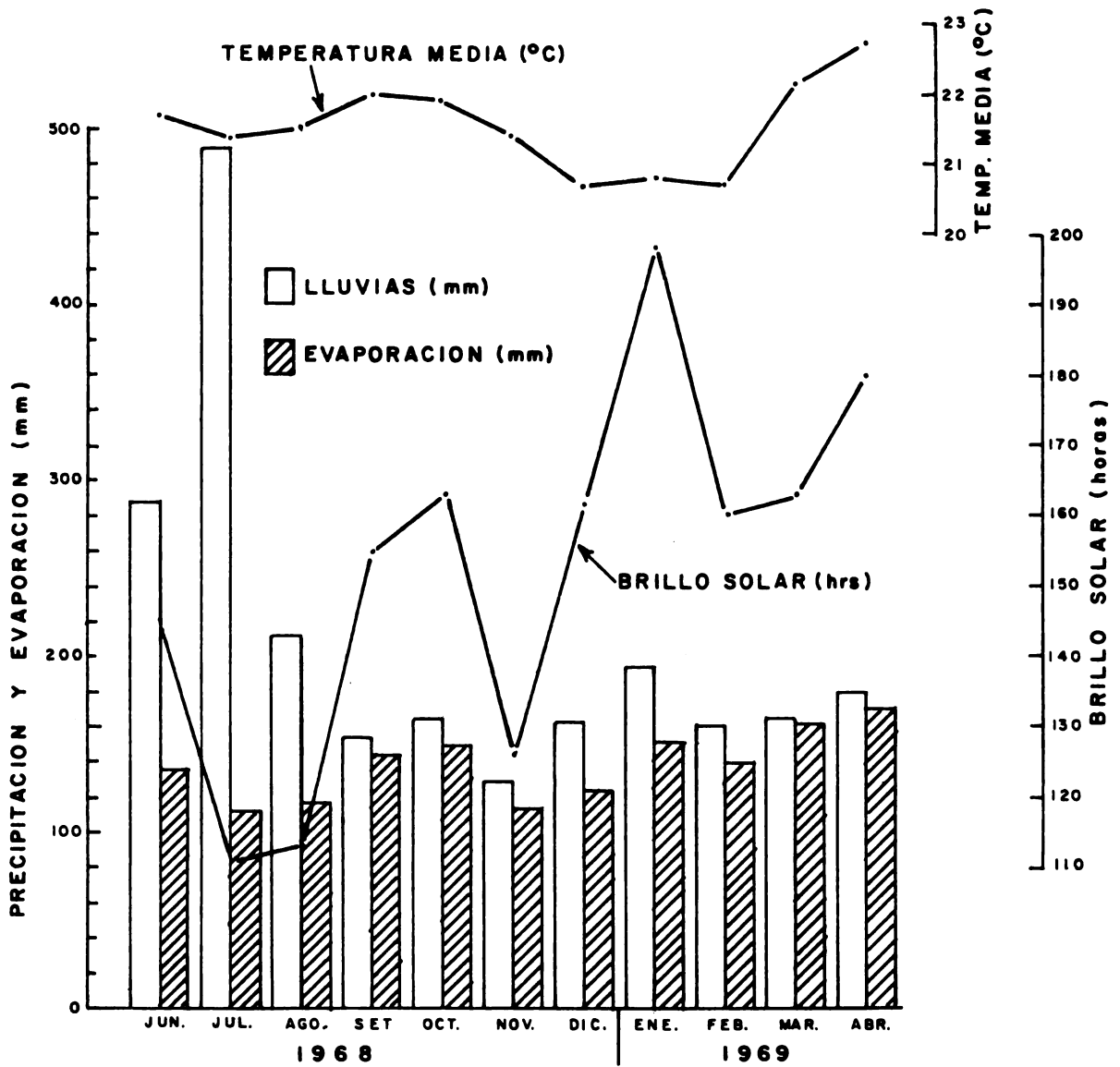


FIG. 1.- CONDICIONES CLIMATICAS DURANTE EL ESTUDIO (Datos de la estación meteorológica del I.I.C.A.)





### 3.1.2. Características del suelo

Según Hardy (26), el suelo en que se realizó este estudio pertenece a la serie Instituto Arcilloso, cuyo perfil (19) tiene las características siguientes:

Horizonte A. 0-20 cm: pardo oscuro en húmedo y pardo grisáceo en seco, con manchas rojizas y negras, arcilloso, ligeramente ácido. Es plástico y adhesivo en húmedo y duro en seco. Su permeabilidad es de media a lenta y su contenido de materia orgánica varía de alto a mediano.

Horizonte B. 20 -100 cm: arcilloso con grava, grisáceo con manchas amarillentas, rojizas y negras, típicas del mal drenaje. Es muy plástico y adhesivo en húmedo y muy duro en seco. Su permeabilidad es de lenta a muy lenta.

Horizonte C. de 100 cm e más: sedimento arenoso-arcilloso, con piezas pequeñas redondas y moderadamente conectadas entre sí. Es de color pardo. Este perfil varía en cuanto al espesor de los primeros horizontes.

### 3.2. Preparación del suelo

El experimento se estableció en el Jardín de Introducción de Plantas Forrajeras del Departamento de Zootecnia. La referida área había sido sembrada dos años antes con pasto pangola (Digitaria decumbens), pero en ciertas partes se notaban manchas de gramalote (Paspalum fasciculatum Willd). En el mes de abril de 1968 se inició



la preparación del suelo, mediante labores normales de arado y rastreada en una superficie de 2.400 m<sup>2</sup>.

### 3.3. Fertilización

Después de la preparación del suelo, se hizo el trazado de los bloques y calles. El área experimental fue abonada en cobertura el 9/6/68. Los fertilizantes fueron distribuidos a mano, habiendo empleado después una rastra de discos para una mejor incorporación de los mismos al suelo.

Las cantidades y tipos de fertilizantes aplicados fueron:

<u>Fuente de fertilizantes</u>	<u>% de elemento</u>	<u>Kg/Ha</u>
Superfosfato Triple	46,0 P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	400
Sulfato de Hierro	36,0 Fe	20

### 3.4. Tratamientos

Los 20 tratamientos resultaron de todas las combinaciones posibles entre las leguminosas y gramíneas indicadas abajo. Se utilizaron como testigos las gramíneas solas, o sea, sin combinaciones.

Las leguminosas utilizadas fueron: Desmodium intortum, Stylosanthes gracilis, Teramnus uncinatum, Phaseolus atropurpureus y las gramíneas: Panicum maximum, Brachiaria ruziziensis, Cynodon plectostachyus y Setaria sphacelata.

#### 3.4.1. Método de siembra

El experimento se inició el día 25 de junio de 1968.



La gramínea P. maximum se propagó por medio de cepas, mientras que para C. plectostachyus, S. sphacelata y B. ruziziensis, se emplearon tallos. Las cepas de P. maximum fueron sacadas con pala mientras que los tallos fueron cortados con machete. Todo el material utilizado en la propagación de las gramíneas tenía de tres a cuatro meses de edad.

Las leguminosas fueron sembradas por medio de semillas que se escarificaron antes de la siembra.

Las densidades de siembra de las leguminosas fueron:

<u>Especie</u>	<u>Kg de semilla por Ha</u>
<u>Stylosanthes gracilis</u>	3
<u>Desmodium intortum</u>	3
<u>Teramnus uncinatum</u>	10
<u>Phaseolus atropurpureus</u>	6

Las cepas de P. maximum fueron colocadas en hoyos situados en líneas distanciadas 80 cm entre sí, dejándose entre planta y planta una distancia de 50 cm. Los tallos de las otras especies fueron distribuidos en surcos de aproximadamente 15 cm de profundidad y separados entre sí 80 cm, que se cubrieron posteriormente con tierra.

En el mismo día fueron distribuidas las semillas de las leguminosas en surcos de 1 a 2 cm de profundidad intercalados en las hileras de las gramíneas.

Cada unidad experimental constó de 7 hileras de una sola especie



de gramínea y 6 surcos con la leguminosa, según el tratamiento correspondiente. Las parcelas testigo tenían solamente las hileras de gramínea.

### 3.5. Datos colectados

#### 3.5.1. Corte de las parcelas

Las fechas de corte fueron: 25/10/68, 24/1/69 y 25/4/69. De los 30 metros cuadrados de la parcela total se tomaron cuatro metros cuadrados de parcela efectiva, con el fin de eliminar el efecto de borde. La cosecha del forraje de cada unidad se realizó con machete a una altura con respecto al suelo de aproximadamente 10 cm.

#### 3.5.2. Determinación de la composición botánica

Todo el material cortado correspondiente a la parcela efectiva fue separado a mano en dos fracciones: a) leguminosa y b) gramínea, que fueron pesados en una báscula de reloj.

#### 3.5.3. Determinación de materia seca

En cada parcela, del material cortado y separado, se extrajeron muestras individuales de la gramínea y de la leguminosa (si el tratamiento la incluía). Cada muestra constó de 7 a 9 tomas al azar y pesando un total de aproximadamente 400 gramos; seguidamente, fueron puestas en bolsas de polietileno, debidamente identificadas y luego llevadas al laboratorio. Se pesaron 200 gramos de muestra en bandejas y se colocaron en una estufa de ventilación forzada a la tempera





tura de 100°C durante el período de ocho horas. El material utilizado para la determinación del porcentaje de materia seca, fue después molido en un molino Willey con criba de 1 mm de diámetro.

#### 3.5.4. Determinación de materia seca total

Con los datos de la composición botánica (peso verde) y los porcentajes de materia seca, se calculó la producción de materia seca total de la mezcla y de cada componente de la misma.

#### 3.5.5. Determinación del contenido de proteína

Se determinó el contenido de proteína de las gramíneas para el segundo y tercer corte, multiplicando por el factor 6,25 el contenido de nitrógeno obtenido mediante el método micro Kjeldahl, según normas de la AOAC (2).

#### 3.6. Diseño experimental y análisis estadístico

Se empleó un diseño experimental de bloques al azar (16) con cuatro repeticiones y un total de 20 tratamientos distribuidos en unidades experimentales de 6 metros de largo por 5 metros de ancho.

El análisis estadístico se basó esencialmente en un modelo de parcelas sub-sub divididas donde los tratamientos en parcelas grandes constituyeron gramíneas de acuerdo al diseño experimental utilizado y las sub parcelas contenían las leguminosas y su respectivo testigo. La sub-sub parcela está generada por el tiempo, es decir los cortes sucesivos. En vista de que el error correspondiente a tratamientos en parcelas grandes no difería significativamente del



error detectado en las sub parcelas, se decidió combinar estos dos errores. El modelo matemático simplificado se describe a continuación:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \delta_{ijk}$$

donde:

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta correspondiente al tratamiento "i" en la repetición "j" y el corte "k"

$\mu$  = media general

$\alpha_i$  = efecto del tratamiento "i"

$\beta_j$  = efecto de repetición "j"

$\epsilon_{ij}$  = componente aleatorio correspondiente a las parcelas grandes

$\gamma_k$  = efecto del corte "k"

$(\alpha\gamma)_{ik}$  = efecto de la interacción tratamiento "i" en el corte "k"

$\delta_{ijk}$  = componente aleatorio correspondiente a la parcela pequeña.



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los objetivos de la investigación los resultados han sido presentados y discutidos en el siguiente orden: 1) producción de materia seca de la mezcla y de sus partes; 2) contenido de proteína de la gramínea y 3) composición botánica.

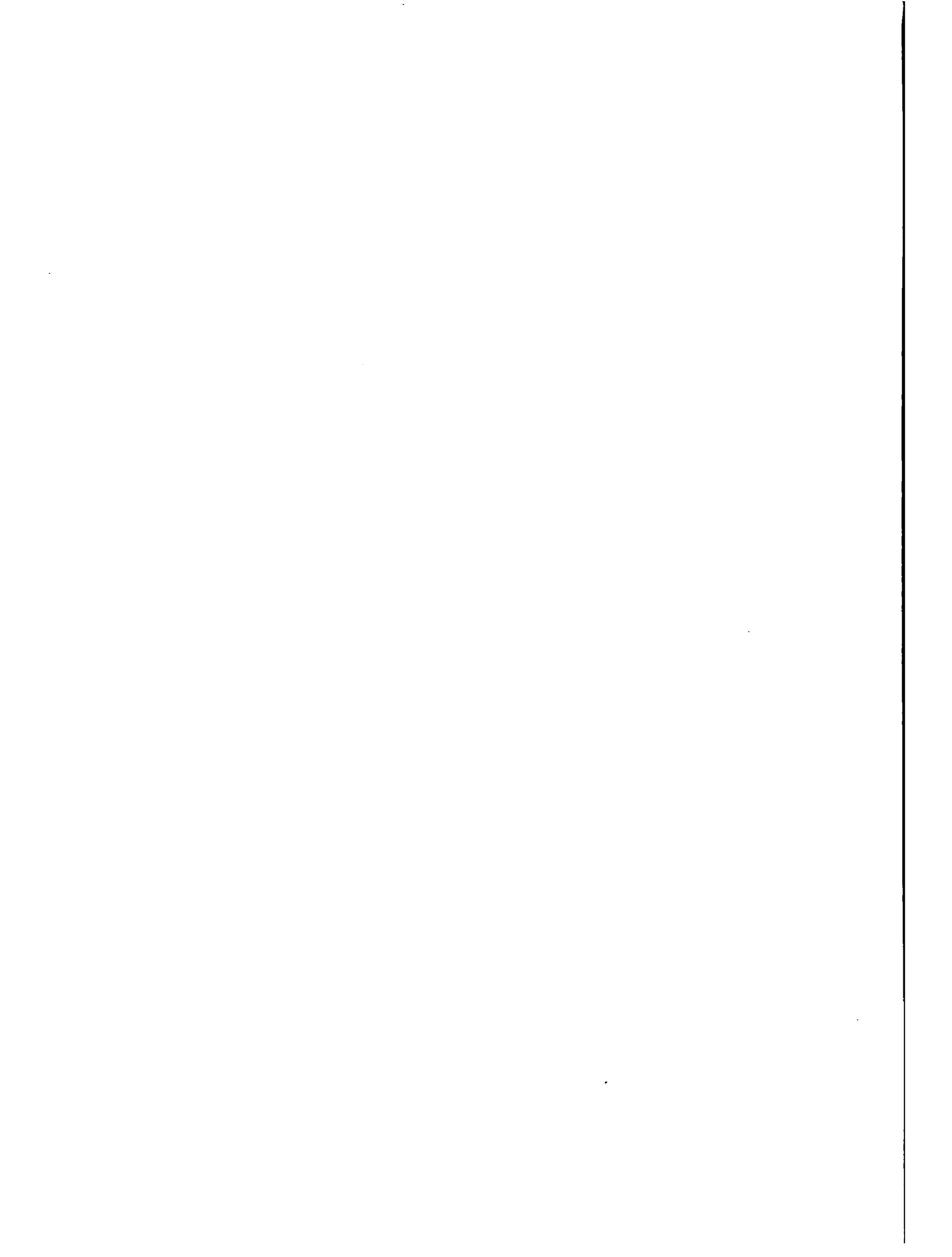
##### 4.1. Producción de materia seca de la mezcla (gramínea + leguminosa)

En el cuadro 1 se han resumido los resultados del presente estudio correspondiente a los promedios de producción de materia seca de leguminosas y gramíneas individuales y de las mezclas (gramínea + leguminosa).

En el cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de variancia para producción de materia seca de la mezcla y de gramínea.

La producción de materia seca varió considerablemente para los diferentes tratamientos. Los promedios de los tratamientos oscilaron entre 135 y 595 gr/4 m<sup>2</sup>/mes para C. plectostachyus y para la mezcla S. sphacelata - S. gracilis respectivamente.

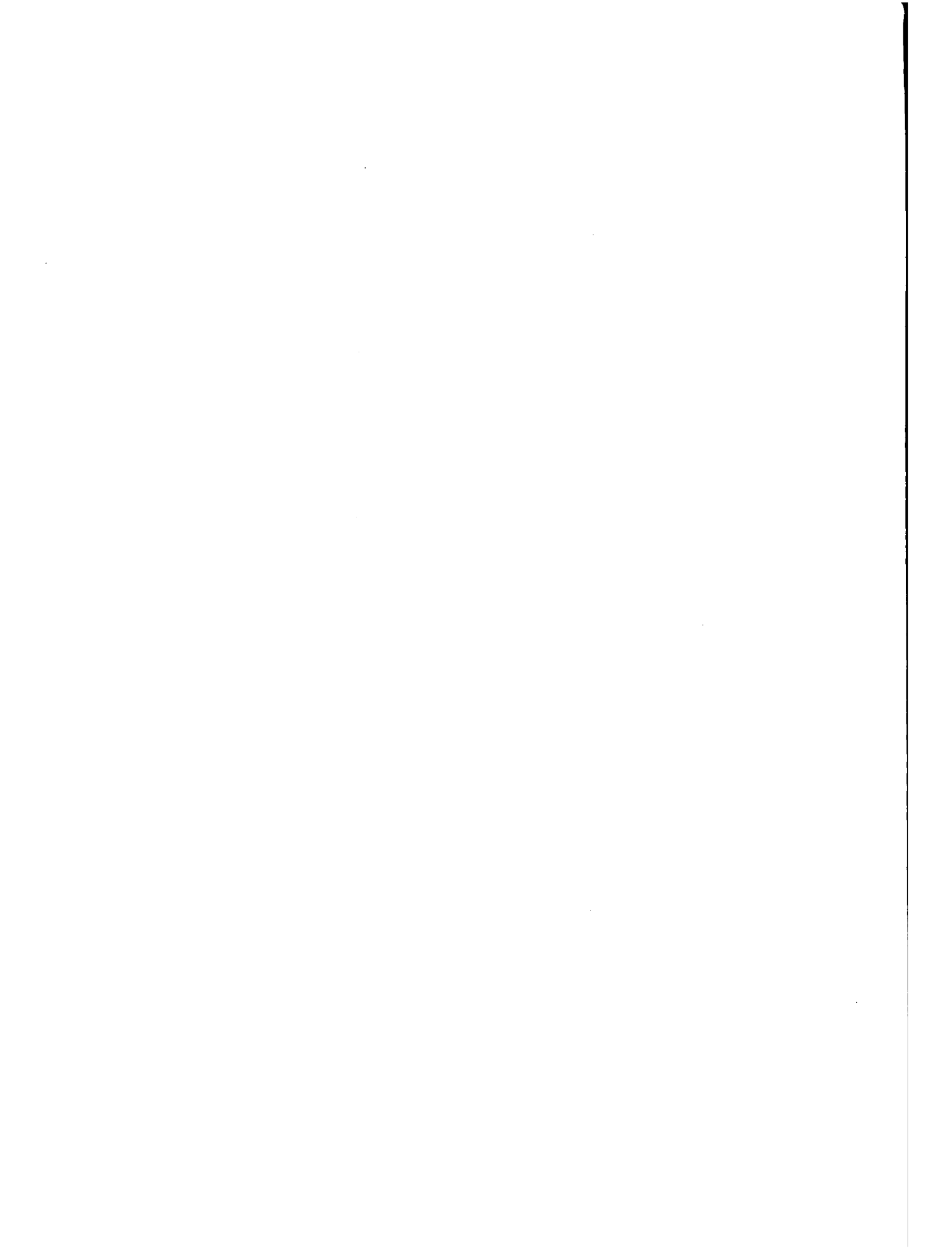
Comparando la gramínea pura con la mezcla (gramínea + leguminosa), se puede apreciar que hubo diferencias muy marcadas ( $P < ,01$ ) con relación a la producción de materia seca. Como se observa en el cuadro 2, el promedio para gramíneas puras fue de 178 y para mezclas de 431 gr/4 m<sup>2</sup>/mes. Resultados similares fueron descritos por Smith (53) y Tewari (56) quienes observaron también que un mayor rendimiento de forraje podría ser obtenido por medio de mezclas en comparación



Cuadro 1. Producción promedio\* (gr/4 m<sup>2</sup>/mes) de materia seca de leguminosas, gramíneas y mezclas (gramínea + leguminosa).

Tratamientos	MS Leguminosa	MS Gramínea	MS Mezcla (G + L)
Brac. + Styl.	260	233	493
Brac. + Ter.	73	220	293
Brac. + Des.	134	235	369
Brac. + Phas.	155	207	362
Set. + Styl.	235	364	599
Set. + Ter.	94	304	398
Set. + Des.	218	316	534
Set. + Phas.	206	238	444
Pan. + Styl.	213	319	532
Pan. + Ter.	59	337	396
Pan. + Des.	174	309	483
Pan. + Phas.	179	305	484
Cyn. + Styl.	231	296	527
Cyn. + Ter.	56	163	219
Cyn. + Des.	159	215	374
Cyn. + Phas.	129	257	388
$\bar{X}$	161	270	431
Brac. pura	-	136	136
Set. pura	-	200	200
Pan. pura	-	241	241
Cyn. pura	-	135	135
$\bar{X}$	-	178	178

\* Promedios de tres cortes.





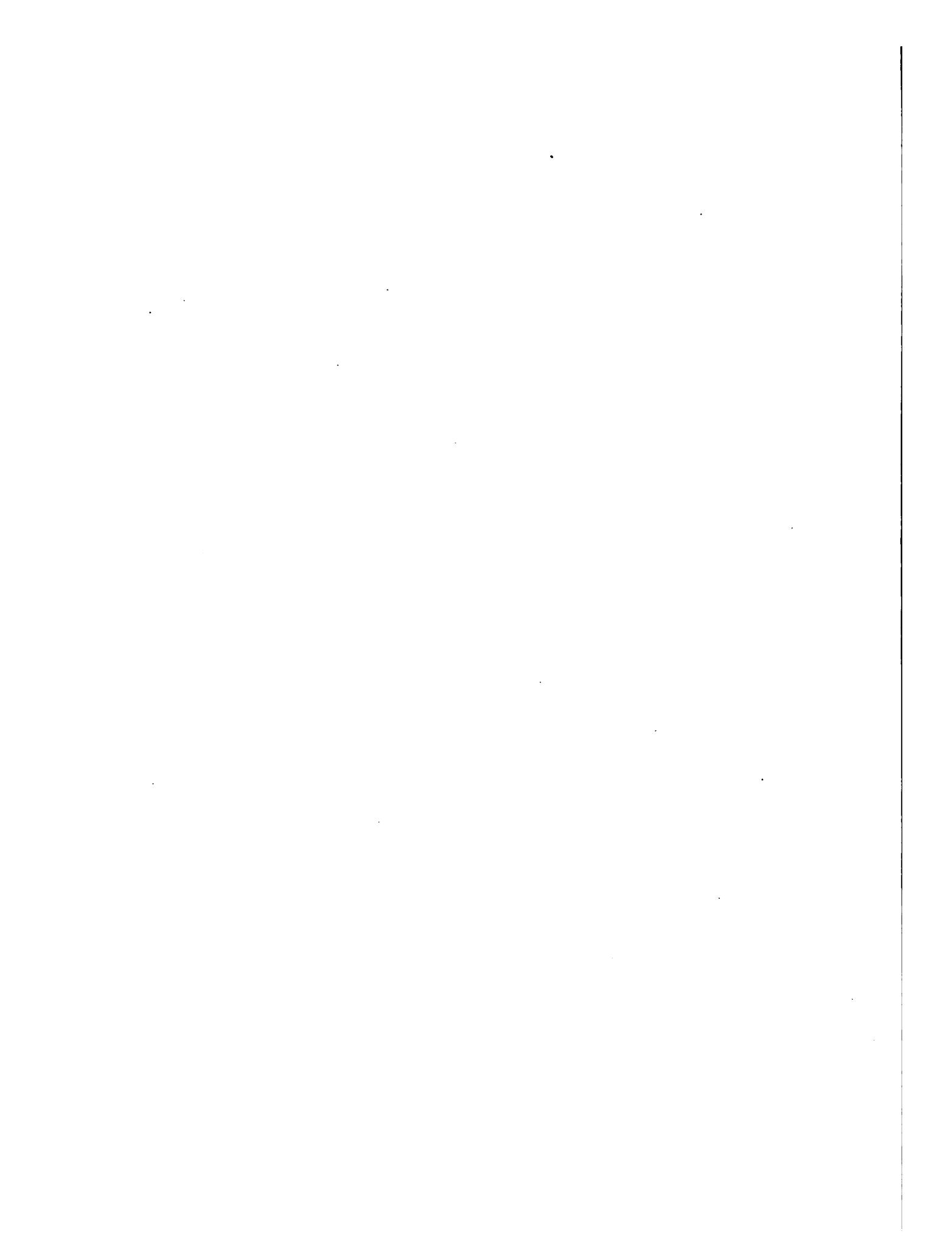
**Cuadro 2. Análisis de variancia para materia seca de la mezcla (gramínea + leguminosa) y de la parte correspondiente a gramínea.**

F. V.	G L	Mezcla (G+L) CM	Gramíneas CM
Repeticiones	3	555.907 **	858.760 **
Tratamientos	19	208.078 **	52.626 **
Gram. pura vs. en mezcla	1	2.325.424 **	332.196 **
Entre gramíneas puras	3	35.948 NS	32.503 NS
Entre mezclas	15	101.747 NS	38.013 **
Gramíneas	3	147.845 *	112.003 **
Leguminosas	3	297.123 **	33.098 NS
Interacción G x L	9	21.256 NS	14.988 NS
Error a	57	46.635	15.665
Corte	2	83.172**	471.314**
Corte x tratamiento	38	92.112 **	50.963 NS
Corte x gram. pura vs. en mezcla	2	12.368 NS	15.907 NS
Corte x gram. pura	6	28.691 **	32.423 NS
Corte x mezcla	30	110.113 **	57.005 **
Error b	120	5.313	19.329
<b>TOTAL</b>	<b>239</b>		

\* Indica diferencias significativas al nivel de  $P \leq ,05$ .

\*\* Indica diferencias significativas al nivel de  $P \leq ,01$ .

NS No significativo.



con gramíneas puras. Este aumento se debe principalmente a la producción de la leguminosa. Sin embargo, las leguminosas pueden también tener influencia en la producción de la gramínea asociada, debido a su capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, el cual puede posteriormente ser utilizado por la gramínea (61).

Siguiendo con el detalle del análisis (cuadro 2) se nota que no hubo diferencias significativas entre los promedios de materia seca correspondientes a las gramíneas puras. Lo mismo se puede decir con relación a los tratamientos combinados. Sin embargo, es posible distinguir una tendencia a una mayor producción para S. sphacelata y P. maximum, entre las gramíneas puras y para S. sphacelata - S. gracilis y P. maximum - S. gracilis entre las mezclas. De acuerdo con lo informado por Jones (35) y Bryan y Shaw (11) quienes trabajaron con varias mezclas leguminosas-gramíneas, se encontró diferencias en la producción de materia seca dentro de las mezclas.

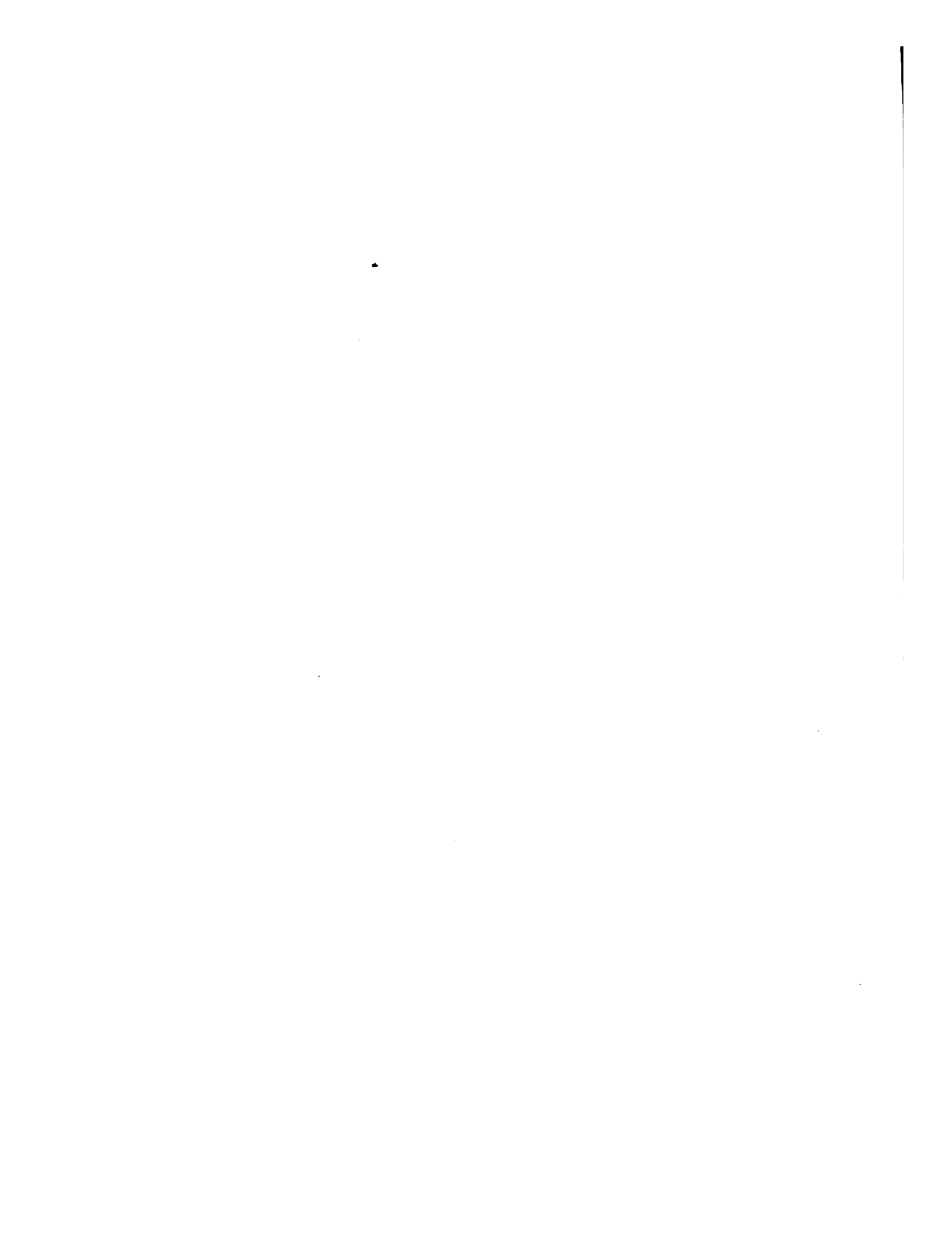
Desglosando la fuente de variación para tratamientos combinados en sus componentes (cuadro 2) se encontró diferencias ( $P \leq ,05$ ) entre las gramíneas. La misma tendencia se observó al comparar las leguminosas, aunque la diferencia se acentuó ( $P < ,01$ ). Es posible que las diferencias entre las gramíneas, sean debidas a una mayor o menor eficiencia entre las leguminosas en fijar el nitrógeno o entre las gramíneas en aprovechar el nitrógeno disponible. Este resultado concuerda con un trabajo realizado por Horrel (20), quien informó que al mezclar leguminosas y gramíneas, encontró diferencias entre la producción de las gramíneas. No se encontró diferencias significativas para la interacción G x L.



También se pueden notar diferencias grandes ( $P < ,01$ ) en la producción de materia seca en los diferentes cortes. Es así como el contenido de materia seca disminuyó del promedio de  $412 \text{ gr}/4 \text{ m}^2/\text{mes}$  en el primer corte a  $385$  y  $344 \text{ gr}/4 \text{ m}^2/\text{mes}$  en el segundo y tercer corte respectivamente (cuadro 1 del apéndice). Comparando estos resultados con los de la figura 1, se puede ver que existe una estrecha relación entre la distribución de las lluvias y la producción de materia seca de la mezcla. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos en Turrialba por Jiménez (34) quien informe que la producción total de varias mezclas gramínea-leguminosa fue mayor en los meses de mayor precipitación.

Considerando la interacción corte x tratamiento (cuadro 2) se encuentran diferencias altamente significativas ( $P > ,01$ ). Nótese por ejemplo que en el primer corte la mayor producción correspondió a la mezcla C. plectostachys - S. sphacelata con  $644 \text{ gr}/4 \text{ m}^2/\text{mes}$  y la menor al testigo S. sphacelata con  $133 \text{ gr}/4 \text{ m}^2/\text{mes}$ , mientras que en el tercer corte, la primera bajó su rendimiento y en cambio la mezcla S. sphacelata - P. atropurpureus de escasa producción anterior fue la que más produjo, con  $628 \text{ gr}/4 \text{ m}^2/\text{mes}$ , ocupando el último lugar el testigo B. ruziziensis con una producción de  $51 \text{ gr}/4 \text{ m}^2/\text{mes}$ , o sea prácticamente 5 veces menor que en el primer corte (cuadro 1 del apéndice).

Las interacciones corte x gramínea pura y corte x mezcla fueron altamente significativas ( $P < ,01$ ). Esto indica que las diferentes gramíneas y mezclas responden de manera distinta según los cortes.



Sin embargo, el efecto de la interacción corte x gramínea pura, versus mezcla, no fue detectable.

#### 4.2. Producción de materia seca de la parte gramínea

La producción de materia seca de las gramíneas, se estudió tomando la producción correspondiente a la fracción gramínea de las mezclas y de los testigos. Los valores que se presentan en los cuadros 1 y 2 muestran que la producción de materia seca de las gramíneas difieren de manera significativa ( $P < ,01$ ) para los distintos tratamientos. Los promedios variaron de 135 gr/4 m<sup>2</sup>/mes para C. plectostachyus (testigo) a 364 gr/4 m<sup>2</sup>/mes para S. sphacelata en mezcla con S. gracilis (Cuadro 1).

Comparando los rendimientos promedios de gramíneas puras versus las mismas gramíneas en mezclas, se detectaron diferencias muy grandes ( $P < ,01$ ) entre los dos grupos. En el cuadro 2 se puede observar que el promedio de producción de materia seca para gramínea pura fue de 178 gr/4 m<sup>2</sup>/mes, mientras que para la producción de las gramíneas en mezcla, éste fue de 270 gr/4 m<sup>2</sup>/mes. Comparando la producción de materia seca de las gramíneas sembradas en mezclas con respecto a la de las mismas especies pero en siembras puras, se constató que S. sphacelata y C. plectostachyus fueron las que presentaron mayores diferencias. Estas diferencias de producción de materia seca entre las gramíneas en siembras puras o en mezclas con las leguminosas, implica que las leguminosas fueron capaces de fijar y de transferir nitrógeno a las gramíneas acompañantes. Es sabido que





las leguminosas cuando nedian eficientemente, son capaces de fijar y transferir nitrógeno a la gramínea (8, 61). Estos resultados coinciden con los encontrados por Horrel y Newhouse (30), Jones (35) y Krethmer (37) quienes observaron que la producción de materia seca de la gramínea fue incrementada cuando se cultivó en mezcla con leguminosas.

En la misma forma que en el análisis de la materia seca de la mezcla la producción de ésta entre gramíneas puras, no presentan diferencias significativas. Sin embargo, entre gramíneas combinadas, se detectaron diferencias marcadas ( $P < ,01$ ). Es así que los promedios oscilaron de 163 a 364 gr/4 m<sup>2</sup>/mes para C. plectostachyus en mezcla con T. uncinatum y para S. sphacelata asociada con S. gracilis respectivamente (Cuadro 1). De acuerdo a estos resultados se puede deducir que las leguminosas actuaron de manera distinta con relación al aumento de producción de las gramíneas. Resultados similares fueron encontrados por Whitney (63) y Jones (35), quienes informan que hubo diferencias entre las leguminosas con relación al incremento de materia seca de las gramíneas acompañantes.

Al considerar la interacción gramínea por leguminosa, no se detectaron diferencias. Sin embargo, la producción promedio de materia seca varió considerablemente ( $P < ,01$ ) con los cortes. La producción promedio disminuyó de 332 gr/4 m<sup>2</sup>/mes en el primer corte hasta 243 y 179 gr/4 m<sup>2</sup>/mes en el segundo y tercer corte respectivamente (cuadro 2 del apéndice). Este hecho indica que las respuestas de las gramíneas no fueron iguales en los diferentes cortes. La posible



explicación para este fenómeno es que los rendimientos de materia seca fueron influenciados por las condiciones climáticas, siendo probablemente la lluvia el factor más limitante en este estudio. Estos resultados están de acuerdo con otros trabajos realizados en Turrialba (34, 39, 42), que determinaron que hay un efecto notable de la estación del año sobre la productividad de algunos pastos.

Para la producción de materia seca de la gramínea, los efectos de las interacciones corte x tratamiento, corte x gramínea sola versus mezcla, corte x gramínea sola y corte x mezcla no fueron significativas.

#### 4.3. Producción de materia seca de las leguminosas

En esta sección se considera la variación de materia seca de las leguminosas, según las diferentes mezclas (gramínea + leguminosa). Los promedios de producción de materia seca para leguminosa, son presentados en el cuadro 1, y en el 3 se dan los resultados del análisis de variancia para materia seca de leguminosas y composición botánica de la mezcla. En dicho cuadro, en la primera columna de cuadrados medios, se observan las diferentes fuentes de variación que actuaron sobre la materia seca de las leguminosas y que se separaron para el detalle de su análisis.

Al considerar la producción de materia seca, se puede observar que no hubo diferencias entre los tratamientos. Los promedios presentan un rango que oscila de 56 a 260 gr/4 m<sup>2</sup>/mes, para T. uncinatum en mezcla con C. plectostachyus y para S. gracilis con B. ruziziensis



Cuadro 3. Análisis de variancia para materia seca de leguminosas y composición botánica.

F. V.	G L	MS Legum. CM	Comp. Bot. CM
Repeticiones	3	39.267 NS	1.752 **
Tratamientos	15	51.689 NS	1.140 **
Gramíneas	3	19.459 NS	907 NS
Leguminosas	3	219.227 **	3.809 **
Interacción G x L	9	6.586 NS	256 NS
Error a	45	39.231	329
Corte	2	191.155 **	7.737 **
Corte x tratamiento	30	39.447 **	109 NS
Corte x Gramínea	6	3.535 *	175 NS
Corte x Leguminosa	6	174.151 **	201 NS
Corte x Interacción G x L	18	6.511 **	135 NS
Error b	97	1.580	119
<b>TOTAL</b>	<b>191</b>		

\* Indica diferencias significativas al nivel de  $P \leq ,05$ .

\*\* Indica diferencias significativas al nivel de  $P \leq ,01$ .

NS No significativo.

respectivamente (cuadro 1). Sin embargo, al comparar los promedios de cada leguminosa, éstos difieren marcadamente ( $P < ,01$ ). En el cuadro 4 se puede observar que S. gracilis tuvo un rendimiento de



235 gr/4 m<sup>2</sup>/mes, mientras que T. uncinatum rindió sólo 71 gr/4 m<sup>2</sup>/mes.

Cuadro 4. Promedios de producción de materia seca de leguminosas (gr/4 m<sup>2</sup>/mes).

	<u>S. gracilis</u>	<u>T. uncinatum</u>	<u>D. intortum</u>	<u>P. atropurpureus</u>
Promedios	235	71	171	166

La diferencias en el rendimiento de materia seca entre las leguminosas, posiblemente pueda ser explicada como debida a las características propias de cada especie. Este resultado concuerda en general con lo encontrado por numerosos autores (22, 56, 63), en el sentido de que el rendimiento entre leguminosas difiere según la especie. La baja producción de T. uncinatum en mezclas ha sido comprobada en trabajos realizados anteriormente en Costa Rica (46).

No hubo interacción significativa para gramíneas x leguminosas en los rendimientos de materia seca de leguminosa. Sin embargo, igual que lo ocurrido para producción de materia seca de la mezcla y de gramínea, el efecto del corte hizo variar en forma notoria la producción. Es así como el rendimiento de materia seca aumentó del promedio de 100 gr/4 m<sup>2</sup>/mes en el primer corte hasta 182 y 201 gr/4 m<sup>2</sup>/mes en el segundo y tercer corte respectivamente. Es posible que la baja producción de las leguminosas en el primer corte, sea debida a un lento desarrollo de las mismas en los primeros meses, ya que las





leguminosas fueron sembradas por semillas, mientras que las gramíneas lo fueron por material vegetativo. Estos resultados están de acuerdo con lo encontrado por Bryan (10), quien informa que la producción de la leguminosa en mezcla se incrementó con el tiempo. El aumento de producción en los cortes siguientes puede ser debido también a un mejor aprovechamiento por las leguminosas del fósforo. Esta afirmación se basa en otras investigaciones (24, 47) en las cuales han sido obtenidos mayores rendimientos con la aplicación de abonos fosfatados.

Los efectos de la interacción corte x tratamiento fueron altamente significativos ( $P < ,01$ ). Por ejemplo, en el primer corte, el menor rendimiento lo obtuve D. intortum asociado con B. ruziziensis, con 22 gr/4 m<sup>2</sup>/mes, mientras que la mayor producción fue obtenida por S. gracilis con 270 gr/4 m<sup>2</sup>/mes (cuadro 3 del apéndice). Ya al tercer corte, se produjo una inversión de esa situación, pues D. intortum obtuvo 189 gr/4 m<sup>2</sup>/mes, sobrepasando el rendimiento de 130 gr/4 m<sup>2</sup>/mes obtenido en el mismo corte por S. gracilis.

En el análisis estadístico la interacción corte x gramínea fue significativa al nivel  $P < ,05\%$ , mientras que las interacciones corte x leguminosa y corte x interacción gramínea x leguminosa fueron altamente significativas ( $P \leq ,01$ ).

#### 4.4. Contenido de proteína de las gramíneas

En los cuadros 5 y 6 se presentan los valores promedios obtenidos para porcentaje de proteína de las gramíneas y los resultados del análisis de variancia para esta variable de respuesta.



Cuadro 5. Per ciento promedio\* de proteína de las gramíneas.

Tratamiento	Proteína por ciento
Brac. + Styl.	5,96
Brac. + Ter.	5,27
Brac. + Desm.	5,72
Brac. + Phas.	6,11
Set. + Styl.	5,04
Set. + Ter.	4,96
Set. + Desm.	5,22
Set. + Phas.	4,60
Pan. + Styl.	5,27
Pan. + Ter.	4,87
Pan. + Desm.	5,35
Pan. + Phas.	5,20
Cyn. + Styl.	4,81
Cyn. + Ter.	4,34
Cyn. + Desm.	4,97
Cyn. + Phas.	4,58
$\bar{X}$	5,14
Brac. pura	4,62
Set. pura	4,46
Pan. pura	4,69
Cyn. pura	4,40
$\bar{X}$	4,54

\* Promedios de dos cortes.



Cuadro 6. Análisis de variancia para el por ciento de proteína de gramínea.

F. V.	G L	Porcentaje de Proteína de CM
Repeticiones	3	2,39 **
Tratamientos	19	1,99 **
Gram. pura vs. gram. en mezcla	1	9,12 **
Entre gramíneas puras	3	0,15 NS
Entre gramíneas en mezcla	15	1,88 **
Gramínea	3	6,85 **
Leguminosa	3	1,37 **
Interacción G x L	9	0,40 NS
Error a	57	0,24
Corte	1	18,37 **
Corte x Tratamiento	19	0,41 NS
Corte x gram. pura vs. en mezcla	1	0,02 NS
Corte x gram. pura	3	0,32 NS
Corte x gram. en mezcla	15	0,46 NS
Error b	60	0,27
<b>TOTAL</b>	<b>159</b>	

\* Indica diferencias significativas al nivel de  $P \leq ,05$ .

\*\* Indica diferencias significativas al nivel de  $P \leq ,01$ .

NS No significativo.



En el análisis de los valores promedios de proteína se puede apreciar que el contenido de ésta en las gramíneas, en los diferentes tratamientos, presentan diferencias altamente significativas ( $P < ,01$ ). Los promedios oscilaron de 4,40 a 6,11% de proteína para C. plectostachyus solo (testigo) y para B. ruziziensis asociada con P. atropurpureus respectivamente.

Las gramíneas en mezcla presentaron mayor porcentaje de proteína que las gramíneas puras, aquellas con un promedio de 5,14% y éstas con 4,54% respectivamente, siendo esta diferencia altamente significativa ( $P < ,01$ ). Pese a existir estas diferencias, los valores hallados pueden considerarse bajos (18, 44, 57). El aumento del contenido de proteína de las gramíneas tropicales es uno de los factores que se deben considerar para incrementar la producción ganadera. Los resultados en este estudio muestran que las leguminosas aumentaron el contenido proteico de las gramíneas acompañantes, cuando fue comparado al de las gramíneas sembradas puras. Este mayor contenido de proteína en las gramíneas asociadas puede ser atribuido sin duda a un efectivo mecanismo de transferencia de nitrógeno de las leguminosas. Estos resultados concuerdan con los encontrados por varios investigadores (5, 23, 37, 53), quienes informan de un mayor contenido de proteína en las gramíneas sembradas en mezclas con leguminosas.

Los resultados porcentuales de los análisis de proteína de las gramíneas en las diferentes asociaciones, son expuestos en el cuadro 7.





Cuadro 7. Per ciento de proteína\* de la parte gramínea en las diferentes mezclas.

	Styl.	Teran.	Desn.	Phas.	Promedio
Brac.	5,93	5,27	5,72	6,11	5,77
Set.	5,04	4,96	5,22	4,60	4,71
Pan.	5,27	4,87	5,27	5,20	5,15
Cyn.	4,81	4,34	4,97	4,58	4,67
Promedios	5,27	4,86	5,30	5,12	

\* Promedio de dos cortes.

Analizando los promedios porcentuales de proteína, para las gramíneas con las cuatro leguminosas en el cuadro 6 se puede observar que éstas presentan diferencias marcadas ( $P < ,01$ ). Los promedios fueron más elevados para B. ruziziensis y P. maximum, con 5,77% y 5,15% respectivamente (cuadro 7). La diferencia en el contenido de proteína de las gramíneas, puede ser explicada como debida a la capacidad de cada especie en aprovechar el nitrógeno puesto a disposición por las leguminosas. Estos resultados están de acuerdo con lo establecido por Birch (5) según el cual, los efectos de una leguminosa en el contenido proteico de la gramínea varían de acuerdo con la especie.

Las leguminosas presentan diferencias marcadas ( $P < ,01$ ) en cuanto al aumento de proteína de las gramíneas. Así, los pastos



cuando fueron sembrados con T. uncinatum presentaron un porcentaje más bajo que cuando se sembraron en mezcla con las otras leguminosas. La explicación para este fenómeno fue la ausencia de nodulación en T. uncinatum, lo que se comprobó cuando después del segundo y tercer cortes, se sacaron plantas de cada especie de leguminosa para observar la existencia de nódulos en las raíces. En estas observaciones no fue evidenciada la presencia de nódulos en dicha leguminosa. Por otra parte, la tendencia de S. gracilis, D. intortum y P. atropurpureus en incrementar el contenido proteico de la gramínea acompañante es señalada por varios trabajos (35, 37, 63).

El contenido de proteína varió significativamente ( $P < ,01$ ) con los cortes, de tal manera que los porcentajes promedios para cada uno de los cortes fueron 5,36% y 4,68% para el primer y segundo corte respectivamente (cuadro 4 del apéndice). De los promedios se puede observar que el menor contenido de proteína correspondió al segundo corte. Estos resultados están de acuerdo con lo establecido por Wilsie (64), según el cual el contenido de proteína en las gramíneas disminuye al aumentar el número de cortes. Por otro lado, varios autores (18, 39, 48) inferman que existe un notable efecto de la estación del año sobre el rendimiento de proteína de los pastos.

Las interacciones corte x tratamiento, corte x gramínea pura versus en mezcla, corte x gramínea pura y corte x gramínea en mezcla, no mostraron diferencias estadísticas notables.



#### 4.5. Composición botánica

La composición botánica se estudió tomando como base la producción total de materia verde (gramínea + leguminosa) y se expresó el componente gramínea en por ciento del total.

Los porcentajes promedios para gramínea se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Composición botánica\* en términos de porcentaje de materia verde de las gramíneas para todos los tratamientos.

Tratamientos	Gramínea por ciento
Brac. + Styl.	48
Brac. + Ter.	72
Brac. + Desm.	57
Brac. + Phas.	53
Set. + Styl.	62
Set. + Ter.	78
Set. + Desm.	58
Set. + Phas.	57
Pan. + Styl.	62
Pan. + Ter.	86
Pan. + Desm.	59
Pan. + Phas.	64
Cyn. + Styl.	52
Cyn. + Ter.	64
Cyn. + Desm.	54
Cyn. + Phas.	60

\* Promedios de tres cortes.



En la comparación de los tratamientos se detectó diferencias altamente significantes ( $P < ,01$ ) (cuadro 4). Los porcentajes promedios para gramíneas oscilaron de 48 a 78% para B. ruziziensis asociada con S. gracilis y para S. sphacelata con T. uncinatum respectivamente.

Al considerar el porcentaje promedio de las gramíneas en las diferentes mezclas no se detectaron diferencias estadísticas, lo mismo se puede decir con relación a la interacción gramínea x leguminosa.

Finalmente al estudiar el efecto de las leguminosas, hubo diferencias altamente significativas ( $P < ,01$ ) entre las mismas con relación a la composición botánica. Es así que el porcentaje más alto fue para las gramíneas asociadas con T. uncinatum con 71%, mientras que con las otras leguminosas, los promedios fueron 56%, 57% y 58% para las gramíneas en mezcla con S. gracilis, D. intortum y P. atropurpureus respectivamente (cuadro 5 del apéndice). En el presente trabajo S. gracilis presentó un mayor porcentaje que las demás especies, desde el primer corte y tendió a permanecer relativamente estable en los cortes siguientes. Por otro lado, D. intortum y P. atropurpureus que tuvieron un bajo porcentaje en el primer corte, aumentaron marcadamente en el segundo y tercero. T. uncinatum fue la especie menos competitiva, aunque en el último corte, el porcentaje de esta leguminosa fue incrementado. En el cuadro 5 del apéndice se ilustran los cambios en la composición botánica. Se observa que en todos los casos hubo una tendencia hacia el aumento en la proporción de las leguminosas en las mezclas. De los resultados se puede





concluir que de las cuatro leguminosas, solo T. uncinatum presentó un bajo porcentaje. Rey y Matta (46) informan que debido a falta de mejoramiento genético, esta leguminosa es variable en su comportamiento, desbalanceando sus mezclas con frecuencia y que en muchos ca sos desaparece por completo. Las otras leguminosas estuvieron presentes en las mezclas practicamente con los mismos porcentajes (43%). Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos por Bryan (10) y Nevek (43) quienes informan que en asociaciones de leguminosas-gramíneas tropicales, el porcentaje de la leguminosa varió de 40% a 70%.

La composición betánica se vio afectada significativamente en los diferentes cortes, ya que el porcentaje de gramínea fue disminuyendo desde 74% en el primer corte hasta 58% y 50% en el segundo y tercer corte respectivamente. Las explicaciones para este hecho, son las mismas que para la producción de materia seca de gramínea y leguminosa, discutidas anteriormente.



### CONCLUSIONES

1. La asociación gramínea-leguminosa fue efectiva para incrementar la producción de materia seca total de la mezcla.
2. Las leguminosas provocaron un aumento considerable de la producción de materia seca de las gramíneas acompañantes.
3. Se obtuvo la mayor producción de materia seca cuando la gramínea S. sphacelata fue asociada con S. gracilis.
4. La leguminosa S. gracilis proporcionó la mayor producción de materia seca, y T. uncinatum la más baja.
5. Las leguminosas aumentaron el porcentaje de proteína de las gramíneas, siendo B. ruziziensis y P. maximum las que presentaron el mayor contenido proteico.
6. Las gramíneas en mezcla con T. uncinatum presentaron el menor contenido de proteína, mientras que con S. gracilis, D. intortum y T. uncinatum es mayor y semejante entre sí.
7. La composición botánica de las mezclas en que entraron las leguminosas S. gracilis, D. intortum y P. atropurpureus resultó semejante y las leguminosas constituyeron, en general, un porcentaje elevado de las mezclas. En contraste, en las mezclas en que intervino T. uncinatum, ésta constituyó solo un bajo porcentaje del total.



8. Tanto el rendimiento de materia seca de las mezclas, como el de las gramíneas y leguminosas independientemente fue influenciado por los cortes. Igual fenómeno se observó en el contenido de proteína y en la composición botánica de la mezcla.



## RESUMEN

El presente experimento se realizó en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica. Tuvo como objetivo determinar el efecto de las leguminosas sobre: a) la producción de materia seca (MS) de las mezclas y de sus partes; b) el contenido de proteína de las gramíneas; y c) la composición botánica de las mezclas. Las gramíneas Panicum maximum, Setaria sphacelata, Brachiaria ruziziensis y Cynodon plectostachyus fueron sembradas solas y en asociación con las leguminosas Stylosanthes gracilis, Phaseolus atropurpureus, Desmodium intortum y Teramnus uncinatum. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones y un total de 20 tratamientos distribuidos en unidades experimentales de 6 x 5 metros. El primer corte se efectuó cuatro meses después de la siembra. El segundo y tercero se efectuaron con tres meses de intervalo. Se cortó a una altura aproximada de 10 centímetros sobre el nivel del suelo. Las observaciones para MS y composición botánica fueron hechas sobre tres cortes, mientras que para porcentaje de proteína se utilizaron sólo los dos últimos cortes.

Los resultados obtenidos muestran un efecto significativo ( $P < ,01$ ) de las leguminosas sobre el incremento de producción de MS de las mezclas. El rendimiento promedio de las mezclas fue de 431 gr/4 m<sup>2</sup>/mes y la de las gramíneas puras fue de 178 gr/4 m<sup>2</sup>/mes. Los tratamientos de mayor producción fueron las mezclas S. sphacelata - S. gracilis y P. maximum - S. gracilis. La producción promedio de MS de la parte gramínea fue de 178 y 270 gr/4 m<sup>2</sup>/mes para gramínea





pura y en mezcla respectivamente. La gramínea de mayor rendimiento de MS fue S. sphacelata en mezcla con S. gracilis. El mayor rendimiento de MS de las leguminosas fue dado por S. gracilis, mientras que el más bajo fue el de T. uncinatum.

Diferencias altamente significativas ( $P < ,01$ ) fueron obtenidas para el porcentaje de proteína de las gramíneas. Estas en mezcla tuvieron un promedio de 5,14%, mientras que para las gramíneas puras éste fue de 4,54%. Las gramíneas B. ruziziensis y P. maximum presentaron el mayor porcentaje de proteína. Las leguminosas que tuvieron mayor efecto sobre el porcentaje de proteína de las gramíneas fueron S. gracilis y D. intortum.

Las leguminosas S. gracilis, D. intortum y P. atropurpureus fueron semejantes (alrededor de 43%) en la composición botánica, en tanto que T. uncinatum fue la menos presente (promediando 29%).

No se detectó interacciones entre leguminosas x gramíneas para ninguna de las variables en estudio. Sin embargo, se hallaron diferencias significativas para el efecto de corte para todas las variables de respuesta. Posiblemente estas diferencias reflejan el diferente desarrollo de las plantas, como resultado del clima en las distintas épocas del año.



SUMMARY

The present experiment was carried out at the Inter-American Institute of Agricultural Sciences of the OAS, in Turrialba, Costa Rica. The objectives were to determine the effects of legumes on;

- a) The production of dry matter (DM) of the mixture and its parts;
- b) The content of protein in the grasses, and c) Botanical composition of the mixture.

The grasses Panicum maximum, Setaria sphacelata, Brachiaria ruziziensis y Cynodon plectostachyus were planted alone and in combination with the legumes Stylosanthes gracilis, Phaseolus atropurpureus, Desmodium intortum y Teramnus uncinatum. The design of the experiment was randomized blocks of 4 repetitions in each of 20 different treatments. The experimental units consisted of 6 x 5 meter plots. The first cutting was made four months after planting. Second and third cuts were made following three months growth each. The plants were cut at a height of approximately 10 centimeters. Observations were obtained for DM and botanical composition for three cuttings, whereas the percentage protein was obtained only for the last two cuttings.

The results obtained demonstrated a significant ( $P < .01$ ) effect of legumes in increasing the production of DM in the mixtures. The yields from the mixtures averaged 431 g/4 m<sup>2</sup>/month, while the pure stands of grasses average only 178 g/4 m<sup>2</sup>/month. The highest yielding mixtures were S. sphacelata - S. gracilis y P. maximum - S. gracilis. The production of DM in the grass component averaged 173 and 270 g/4 m<sup>2</sup>/month, respectively for pure stands and mixtures. The highest yielding treatment in respect to DM production in the



grass component was a mixture of S. sphacelata and S. gracilis. The average yields of DM in the legume component were highest for S. gracilis and lowest for T. uncinatum.

Highly significant differences were obtained in protein percentage of the grasses. The protein of the grasses in mixtures averaged 5.14% as compared to 4.54% for those in pure stands. The grass species which averaged highest in percent protein were B. ruziziensis and P. maximum. The legumes which demonstrated the most marked effect in increasing the percent protein of the grasses were S. gracilis y D. intortum.

Three legumes, S. gracilis, D. intortum y P. atropurpureus were very similar (around 43%) in botanical composition in the mixture, whereas T. uncinatum was more nearly dominated by the grasses (average 29%).

No interactions of legumes x grasses were detected for any of the variables studied. However, in all the variables studied, cuttings caused significant differences. Presumably these differences reflect differences in plantgrowth resulting from seasonal and climatic trends.



LITERATURA CITADA

1. ALLEN, G. H. y COWDRY, W. A. R. Yields from irrigated pastures in the Burdekin. Queensland Agricultural Journal 87(4): 207-213. 1961.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL CHEMISTS. Official methods analysis. 9th. ed. Washington, D. C., 1960. 832 p.
- 2 3. BACIGALUPO, A. Avances de la alimentación animal en Latino América. In Institute Interamericano de Ciencias Agrícolas. Las ciencias agrícolas en América Latina; progreso y future. San José, Costa Rica, 1967. pp. 419-452.
4. BERMUDEZ GARCIA, L. A. Leguminosas espontáneas del Valle del Cauca. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales 11(42):51-83. 1960.
5. BIRCH, H. F. Effect of a legume on soil nitrogen mineralization and percentage nitrogen in grass. Plant Soil 27(2): 292-296. 1967.
- 4 6. BOGDAN, A. V. Glycine javanica under experimental cultivation in Kenya. Tropical Agriculture 43(9):99-105. 1966.
- 5 7. BRUCE, R. C. Effect of Centrosema pubescens Benth. on soil fertility in the humid tropics. Queensland Journal of Agricultural and Animal Science 22(2):221-226. 1965.
- 6 8. BRYAN, W. W. The role of the legumes in legume-grass pastures. In C.S.I.R.O. A review of nitrogen in the tropics with particular reference to pastures. Farmer Royal, 1962. pp.147-160.
- 7 9. \_\_\_\_\_. The search for tropical pasture legumes. Journal of the Australian Institute of Agricultural Science 29(3): 149-153. 1963.
- 8 10. \_\_\_\_\_. The pasture value of species of Desmodium. In International Grassland Congress 10th., Helsinki, Finland, July 7-16, 1966. Proceedings. Helsinki, 1966. pp. 311-315.
- 9 11. \_\_\_\_\_. y SHAW, N. H. Paspalum plicatum Michx. two useful varieties for pasture in regions of summer rainfall. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 4(12):17-21. 1964.
12. BUDOWSKI, G. y SCHNEUDER, G. F. The climate at Turrialba. Inter-American Institute of Agricultural Science. Communications from Turrialba no. 68. 1962. 36 p.





13. BURKART, A. Las leguminosas argentinas silvestres y cultivadas. 2a. ed. Buenos Aires, Acme Agency, 1952. 569 p.
14. CADOT, R. Fodder crop experiments. Sols Africains 10(2-3): 449-470. 1965.
15. CARRE, J. Travaux de la Station de Recherche Agronomique d'Ambaja. Agrenomie Tropical (Paris) 17(2-3):117-142. 1962.
16. COCHRAN, W. G. y COX, G. M. Diseños experimentales. Traducción de la 2a. ed. inglesa. México, D. F., Centre Regional de Ayuda Técnica, 1965. 661 p.
17. DAVIS, G. J. Pasture and forage legumes for dry sub-tropics and tropics of Australia. In International Grassland Congress, 8th., University of Reading, July 11-21, 1960. Proceedings. England, Alden Press, 1960. pp. 381-385.
18. DE ALBA, J. Alimentación del ganado en América Latina. México, D. F., Prensa Médica Mexicana, 1958. 336 p.
19. DONDOLI, B. C. y TORRES, M. A. J. Estudio geagronómico de la región oriental de la meseta central. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, 1954. 180 p.
20. ERDMAN, L. W. Legume inoculation: what it is - what it does. US. Department of Agriculture. Farmers Bulletin no. 2003. 1959. 16 p.
21. ESCOBAR, R. Enciclopedia agrícola y de conocimientos afines. Juárez, México, s. f. v. 3. 1.006 p.
22. EVANS, T. R. Primary evaluation of grass and legumes for the Northern Wallum of South-East Queensland. Tropical Grassland 1(2):143-152. 1967.
23. FERNANDO, G. W. E. Preliminary studies on the associated growth of grass and legumes. Tropical Agriculturist 117(3):167-179. 1961.
24. GROF, B. Establishment of legumes in the humid tropics of Northeastern Australia. In International Grassland Congress, 9th., São Paulo, Brasil, Janeiro 7-20, 1965. Proceedings. São Paulo, 1966. v. 2., pp. 1137-1142.
25. HABAS, B. Performance of fodder introduced into Casamance. Sols Africains 10(2-3):429-439. 1965.



26. HARDY, F. Soil of I.A.I.A.S. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1961. 76 p.
27. HORREL, C. R. Herbage plants at Serene, Uganda 1957-1961. East African Agricultural and Forestry Journal 28(3): 174-180. 1963.
28. \_\_\_\_\_. Effect of two legumes on the yield of unfertilized pastures at Serene. East African Agricultural and Forestry Journal 30(2):94-96. 1964. ✓
- 12 29. \_\_\_\_\_ y COURT, M. N. Effect of legume Stylosanthes gracilis on pasture yield at Serene, Uganda. Journal of the British Grassland Society 20(1):72-76. 1965.
30. \_\_\_\_\_ y NEWHOUSE, P. W. Yield of sown pastures in Uganda, as influenced by legumes and by fertilizers. In International Grassland Congress, 9th., São Paulo, Brasil, Janeiro 7-20, 1965. Proceedings. São Paulo, 1966. v. 2, pp. 1133-1136.
31. HUTTON, E. M. Siratro - A tropical pasture bred from Phaseolus atropurpureus. Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry 2(5):117-125. 1962.
32. \_\_\_\_\_. A review of the breeding of legume for tropical pastures. Journal of the Australian Institute Agricultural Science 31(2):102-109. 1965.
33. JACKOBS, J. A. A mensurement of the contribution of ten species to pasture mixtures. Agronomy Journal 55(2): 127-131. 1963..
34. JIMENEZ, E. R. Comportamiento de la asociación de gramíneas y leguminosas naturales de Turrialba y su respuesta a la aplicación de fósforo. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Facultad de Agronomía de la Universidad de Costa Rica, 1962. 77 p.
- 14 35. JONES, R. T. et al. The contribution of some tropical legumes to pasture yields, of dry matter and nitrogen at Samford, south-eastern Queensland. Australian Journal of Experimental Agricultural and Animal Husbandry 7(24):57-65. 1967.
36. KLITSCH, C. Producción de forrajes. Traducción de la 2a. ed. alemana por P. Montserrat Recoder. Zaragoza, Acribia, 1965. 335 p.



37. KRETSCHMER, A. E. Four years results with Siratro (Phaseolus atropurpureus) in south Florida. Soil Crop Science Society of Florida. Proceedings 26:238-245. 1966.
- 15 38. LOTERO, C. J. et al. Estudio preliminar de la asociación del pasto Pará con leguminosas. Agricultura Tropical (Colombia) 16(7):450-455. 1960.
39. MAIGNAN, F. Effects de 2 niveaux de fertilisation, 3 fréquences de coupe e époque de l'année sur la production, valeur nutritive, caractéristique morphologiques et acceptation par le bétail de l'herbe, de Guinée (Panicum maximum). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1962. 96 p.
- 17 40. MORRE, A. W. Symbiotic nitrogen fixation in a grazed tropical grass-legume pasture. Nature 185(4713):638. 1960.
41. MOSNIER, M. The artificial pasture-lands in savanna zone with pronounced dry season. In International Grassland Congress, 9th., São Paulo, Brasil, Janeiro 7-20, 1965. Proceedings, São Paulo, 1966. v. 2, pp. 969-972.
42. MUÑOZ, H. C. Efecto del corte y de la fertilización en el crecimiento del zacate elefante (Pennisetum purpureum Schum.) Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1960. 76 p.
- 17 A 43. NAVEK, Z. y ANDERSON, G. D. Some preliminary yields of promising grass-legume mixtures at Tengeru, northern Tanzania. Sels Africains 10(2-3):493-508. 1965.
44. OTERO, J. R. Informações sobre algumas plantas forrageiras. 2a. ed. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 1961. 334 p.
45. PAUL, W. R. Progress in pasture in the humid lowland region. Tropical Agriculturist 104(3):141-150. 1948.
- 18 x 46. REY, E. G. y MATA, J. P. Cultivo de pastos en Costa Rica. Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín Técnico no. 5. 1966. 94 p.
- 19 47. ROJAS, E. J., ALBA, J. DE y MUÑOZ, H. Influencia de fósforo sobre las leguminosas naturales en el potrero tropical. Turrialba (Costa Rica) 13(2):118-120. 1963.
48. ROMNEY, D. H. Productivity of pasture in British Honduras. II. Pangola pasture as influenced by climate, soil type and phosphate fertilizer. Tropical Agriculture 38(1):38-47. 1961.



49. ROSEVEARE, G. S. The grassland of Latin América. Aberystwyth. Imperial Bureau of Pastures and Field Crops. Bulletin no. 36. 1948. 291 p.
50. SAENZ, M. A. Los forrajes de Costa Rica. San José, Costa Rica, Editorial Universitaria, 1955. 606 p.
51. SINGH, R. D. y CHATTERJEE, B. N. Growth analysis of perennial grass in tropical India. II. Herbage growth in mixed grass-legume swards. Experimental Agriculture 4(2): 127-134. 1968.
- 20 52. SMITH, C. A. Tropical grass-legume pasture in northern Rhodesia. Journal of Agricultural Science 59(1):111-118. 1962.
- 20<sup>A</sup> 53. \_\_\_\_\_. Oversewing pasture legumes into the Hyparrhenia grassland of northern Rhodesia. Nature 200(4908):811-812. 1963.
54. SNEDECOR, G. W. y COCHRAN, W. G. Métodos estadísticos. Traducción de la 5a. ed. inglesa por A. Reynosa Fuller. México, D. F., Continental, 1966. 626 p.
55. TAKAHASHI, M. y RIPPERTON, J. C. Koa haole (Leucaena glauca). Its establishment, culture and utilization as a forage crop. Hawaii Agricultural Experimental Station. Bulletin no. 100. 1949. 56 p.
- 21 56. TEWARI, G. P. Responses of grasses and legumes to fertilizer treatments in Nigeria. Experimental Agriculture 4(1): 87-91. 1968.
- 23 \* 57. VELASCO, M. J. H. Determinación de P, Ca y proteína de distintos pastos aprovechables por bovinos de algunas zonas de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Institute Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1966. 47 p.
58. VIVIAN, L. A. The leguminous fodder "Stylo" or "Tropical Lucerne" in Kelantan. Malaysian Agricultural Journal 42(4):183-198. 1959.
59. WALSH, S. R. Tropical legumes for better pastures. Queensland Agricultural Journal 84(9):527-536. 1958.
60. WARMKE, R. H. et al. Evaluation of some grass-legume association. Tropical Agriculture 29(1):115-121. 1952.





- 24 61. WHITE, R. O. et al. Las leguminosas en la agricultura. FAO. Estudios Agropecuarios no. 5, 1955. 405 p.
62. \_\_\_\_\_, et al. Las gramíneas en la agricultura. FAO. Estu-  
dios Agropecuarios no. 42, 1959. 464 p.
- 25 63. WHITNEY, A. S. et al. Nitrogen relationships of three tropical forage legumes in pure stands and in grass mixtures. Agronomy Journal 59(1):47-50. 1967.
64. WILSIE, C. P. y TAKAHASHI, M. Napier grass (Pennisetum purpu-  
reum) a pasture and green fodder crop for Hawaii. Hawaii Agricultural Experimental Station. Bulletin no. 72. 1934. 17 p.
- 26 65. YOUNGE, O. R. et al. Culture and yield performance of Desmo-  
dium intortum and Desmodium canun in Hawaii. Hawaii Agricultural Experimental Station. Technical Bulletin no. 59. 1964. 22 p.
66. ZABELLO, D. A. The influence of grazing on the productivity and change of botanical composition of various grass mixture. In International Grassland Congress 8th. University of Reading, July 11-21, 1960. Proceedings. Alden Press, 1960. pp. 363-365.



**A P E N D I C E**



Cuadro 1. Producción promedio de materia seca, por corte, de las mezclas y de las gramíneas puras (gr/4 m<sup>2</sup>/mes).

TRATAMIENTOS	C O R T E S		
	Primero	Segundo	Tercero
Brac. + Styl.	585	547	346
Brac. + Ter.	600	155	124
Brac. + Desm.	459	312	336
Brac. + Phas.	494	167	425
Set. + Styl.	549	746	502
Set. + Ter.	477	429	288
Set. + Desm.	242	706	655
Set. + Phas.	156	547	628
Pan. + Styl.	542	552	502
Pan. + Ter.	519	421	248
Pan. + Desm.	431	553	465
Pan. + Phas.	490	374	589
Cyn. + Styl.	644	644	305
Cyn. + Ter.	348	348	137
Cyn. + Desm.	352	352	384
Cyn. + Phas.	453	453	438
Brac. pura	260	96	51
Set. pura	111	323	165
Pan. pura	343	186	194
Cyn. pura	189	125	90
$\bar{X}$	412	385	344



Cuadre 2. Producción promedio de materia seca, por corte, de las gramíneas en mezclas y puras (gr/4 m<sup>2</sup>/mes).

TRATAMIENTOS	C O R T E S		
	Primero	Segunde	Tercero
Brac. + Styl.	418	157	124
Brac. + Ter.	530	75	55
Brac. + Desm.	437	130	136
Brac. + Phas.	453	62	107
Set. + Styl.	265	440	387
Set. + Ter.	225	407	281
Set. + Desm.	162	456	329
Set. + Phas.	122	350	242
Pan. + Styl.	411	279	267
Pan. + Ter.	430	366	219
Pan. + Desm.	387	359	181
Pan. + Phas.	432	289	196
Cyn. + Styl.	435	285	167
Cyn. + Ter.	294	122	73
Cyn. + Desm.	299	191	154
Cyn. + Phas.	430	174	166
Brac. pura	260	96	51
Set. pura	111	323	165
Pan. pura	343	186	194
Cyn. pura	189	156	90
$\bar{X}$	332	243	179





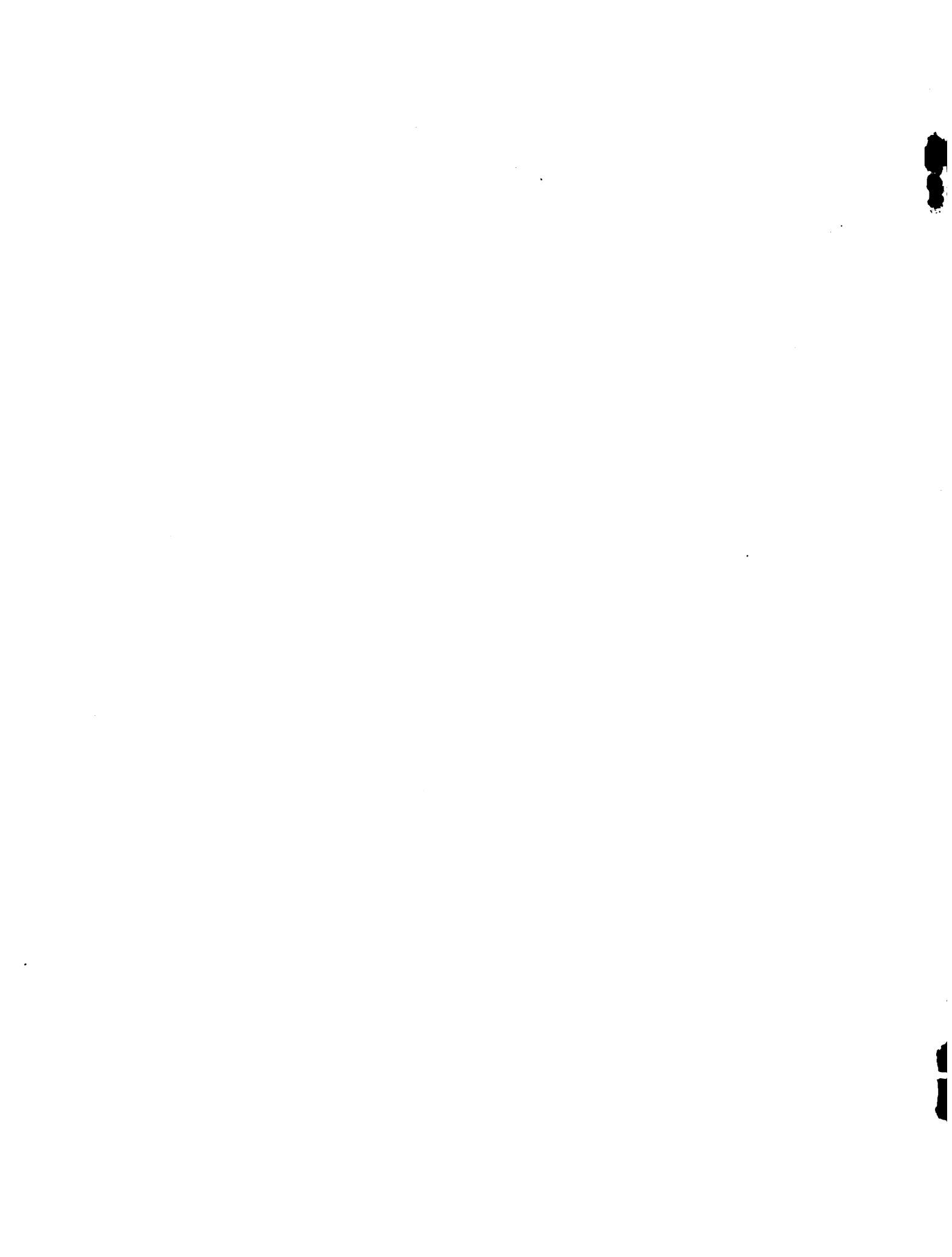
Cuadro 3. Producción promedio de materia seca de las leguminosas por corte. (gr/4 m<sup>2</sup>/mes).

TRATAMIENTOS	C O R T E S		
	Primero	Segundo	Tercero
Brac. + Styl.	168	389	222
Brac. + Ter.	95	57	67
Brac. + Desm.	22	191	189
Brac. + Phas.	41	105	319
Set. + Styl.	270	305	130
Set. + Ter.	104	131	46
Set. + Desm.	80	250	326
Set. + Phas.	34	197	385
Pan. + Styl.	231	274	132
Pan. + Ter.	94	54	29
Pan. + Desm.	45	195	282
Pan. + Phas.	56	88	393
Cyn. + Styl.	209	344	138
Cyn. + Ter.	56	49	64
Cyn. + Desm.	53	194	230
Cyn. + Phas.	37	85	266
$\bar{X}$	100	182	201



Cuadro 4. Porcentaje promedio de proteína de las gramíneas en mezclas y puras, por corte.

TRATAMIENTOS	C O R T E S	
	Primero	Segundo
Brac. + Styl.	6,80	5,12
Brac. + Ter.	5,63	4,90
Brac. + Desm.	5,94	5,50
Brac. + Phas.	6,39	5,82
Set. + Styl.	5,75	4,32
Set. + Ter.	5,21	4,68
Set. + Desm.	5,67	4,77
Set. + Phas.	4,95	4,25
Pan. + Styl.	5,87	4,67
Pan. + Ter.	5,23	4,51
Pan. + Desm.	5,49	5,20
Pan. + Phas.	5,50	4,90
Cyn. + Styl.	5,18	4,43
Cyn. + Ter.	4,61	4,07
Cyn. + Desm.	4,76	5,17
Cyn. + Phas.	4,76	4,39
Brac. pura	5,02	4,22
Set. pura	4,51	4,41
Pan. pura	5,20	4,18
Cyn. pura	4,69	4,11
$\bar{X}$	5,36	4,68



Cuadro 5. Composición botánica. Porcentaje de gramíneas en las mezclas, por corte.

	C O R T E S									Promedio de los 3 cortes						
	Primero			Segundo			Tercero									
	Brac.	Set.	Cyn. $\bar{X}$	Brac.	Set.	Pan. Cyn. $\bar{X}$	Brac.	Set.	Pan. Cyn. $\bar{X}$							
Styl.	68	38	57	53	54	34	67	56	49	52	43	80	72	55	63	56
Ter.	90	71	83	82	82	64	77	86	61	72	63	86	38	49	59	71
Desm.	86	61	81	73	75	41	62	56	39	50	43	50	41	50	46	57
Phas.	92	72	87	89	85	42	61	74	59	59	24	38	31	33	32	58
$\bar{X}$	84	61	77	74	74	45	67	68	52	58	43	65	46	47	50	

Date Due

JAN 18 '72		<del>4 MAR 1983</del>
MAR 31 '72		JAN 31 1986
JUN 1 '72		<del>17 JUL 1987</del>
X 2 - OCT. 1973	110	AUG 28 1987
18 MAR 1974		<del>16 SEP 1987</del>
11 JUL 1975		<del>13 OCT 1987</del>
16m		28 JUN 1988
11 AUG 1977		<del>17 JUL 1988</del>
11 JUN 1978		21 FEB 1990
- 9 MAY 1979		25 FEB 1993
IBM		22 MAY 1995
28 FEB 1980		
<del>SEP 25 1984</del>		06 JUL 1995
OCT 30 1984		
<del>NOV 16 1984</del>		

Thesis  
V181e

37733

VALLE, L. da C. S.  
Evaluación agronómica  
de algunas asocia-  
ciones...

DATE	ISSUED TO
24 VIII-70	F. G. X. V. 115 MAY-9
310 JAN-19	50 JUL-5
63 MAY-31	429 FEB-2
110 JUN-1	14 M...
50 JAN-30	
153 OCT-2	
153 OCT-3	
299 M...	
165	

37733

