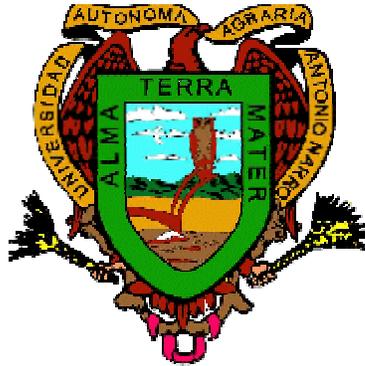


UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL



Digestibilidad *in Vitro* de rebrotes de *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*, en dos estaciones de crecimiento invierno – primavera, en el Norte de Chiapas.

Por:

Aurelio Rueda Juárez

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2004

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL

Digestibilidad *in Vitro* de rebrotes de *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*, en dos estaciones de crecimiento invierno – primavera, en el Norte de Chiapas.

Por:

AURELIO RUEDA JUAREZ

TESIS

Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador, como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor Principal

Ing. Alberto Moyeda Dávila

Sinodal

Sinodal

M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega

Lic. Laura Olivia Fuentes Lara

Coordinador de la División de Ciencia Animal

Dr. Ramón F. García Castillo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Diciembre de 2004.

AGRADECIMIENTOS.

A mi *Alma Mater* la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”:

Por brindarme una oportunidad y hacer realidad mi sueño, por darme una herencia invaluable.

Al Ing. Alberto Moyeda Dávila:

Por su amistad y su apoyo incondicional en la revisión del presente trabajo. A sus atinados consejos y cátedras en la preparación y conclusión del presente trabajo.

A la Lic. Laura Olivia Fuentes Lara:

Por dedicarle tiempo al análisis de laboratorio y su apoyo por la culminación de este trabajo.

A la M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega:

Por su interés incondicional al presente trabajo. Por su inestimable confianza, y por sus observaciones en la culminación de este trabajo.

Al Coach Lic. Javier Ríos Juárez:

Por darme la oportunidad de formar parte del equipo representativo de básquetbol mayor B “los buitres de la UAAAN”.

A Francisca Macias del Río:

Por su apoyo incondicional, sus consejos, sus oraciones, sobre todo por aceptarme como uno mas de su familia y hacerme sentir como en casa.

A mis amigos (as) y compañeros (as):

De la generación de la tele secundaria # 472, tele bachillerato # 06 y de la UAAAN. Generación 1999 – 2004. sin hacer mención por temor a omitir alguno. En especial con los amigos que compartí largas jornadas de trabajo “la esperanza es el sueño del hombre despierto”.

Al Ing. Joel Pablo Altunar (q.e.p.d.):

Por sur amistad y por enseñarme con su ejemplo a no desistir aun cuando hay mas cuevas que subir, y por su verdad representada en justicia, aunque en el campo de batallas se deje la vida.

DEDICATORIA

A mis padres:

Sr. Aurelio Rueda Pérez y Sra. Catalina Juárez Sánchez de Rueda, Por darme la vida, por apoyarme en todos los momentos, por sus oraciones, sobre por demostrarme que en cualquier circunstancia de la vida que la esperanza es lo ultimo que muere. No me toco escogerlos, puedo agregar que me toco a los más grandes.

A mi abuelita:

Por ser el alma de la familia, por enseñarme en cada acto que la nobleza hace grande a la persona.

A mis hermanos (as); Cuñadas y sobrinos (as):

- *Yolanda, Juan Diego (q.e.p.d.), Julio Cesar, Leoncio, Juvenal, Eleazar, Reina, Rufina, Rodrigo. por su apoyo incondicional. desde mi educación primaria hasta la carrera; en especial a mi Hermano Juan Diego (q.e.p.d.) por representar a mi padre en su ausencia, por educarme y enseñarme que el trabajo y el respeto hace grande al hombre.*
- *Miriam, Irma, Ma, Higinia, Marbella; por formar parte de la familia.*
- *Ana Patricia, Sandra Isela, Miriam Yoali, Yadira, J. Cesar, Yonatan, Aldahir, Leo yovani, Diego Martín y estrellita. porque son el futuro de la familia, en especial a mis niñas (Paty, Chely y Yoli) por ser mis amuletos de la buena suerte, y por fincar en mí sus esperanzas, sobre todo porque son los que me han motivado cuando hay más cuestras que subir. Por luchar con el tiempo a favor de ellas.*
- *A mis tíos, (as) Primos (as). Y demás familiares. Ser el primero de toda mi familia es un honor, y grandeza para mi gente, prueba tangible que aun los que tenemos si podemos.*

Al todo poderoso, a mi dios.

Por darme el mejor tesoro, “mi familia”; por darme una vida llena de pruebas, pero con muchas bendiciones; por iluminar a mis hermanos para que se unieran a mi sueño, el cual parecía inalcanzable; por todas las satisfacciones que he cosechado mas aun cuando por el transe he caminado con las bolsas vacías, hambre, desvelos, pero con una almohada repleta de sueños; acompañados de un puñado de esperanzas; por colocarme en los difíciles momentos su presencia bendita en otras personas, que mucho o poco me han apoyado, con trabajos, consejos y materialmente. Sobre todo por permitirme ser alguien más de lo que he nacido, y darme una vocación noble como la agronomía.

INDICE DE CONTENIDO

	pagina
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	iii
INDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	4
III. HIPÓTESIS	4
IV. JUSTIFICACIÓN	4
V. ANTECEDENTES	5
VI. REVISIÓN DE LTERATURA	6
1. Factores que afectan la digestibilidad de los forraje	6
1.1 Estado de madurez de l a planta	6
1.2 Especie vegetal	7
1.3 Relación hoja-tallos	8
1.4 Forma fresca contra forma seca del mismo forraje	8
1.5 Compuestos antinutricionales	8
1.6 Nivel de consumo	9
1.7 Especie animal	9
1.8 Edad, estado fisiológico y fistulacion	10
1.9 Temperatura	10
1.10 Estación de crecimiento	11
1.11 Humedad del suelo	11
2. El medio ambiente y su relación con algunos aspectos de la fisiología del pasto	12
2.1 Longitud del día	12
2.2 Intensidad de la luz	12
2.3 Temperatura	14
2.4 Lluvia	15
2.5 Suelo	16

3. Pastos de zona tropical (sur de tabasco y norte de Chiapas)	17
3.1 Especies para pastoreo	17
3.2 Los forrajes de corte	18
4. Introducción de plantas forrajeras	21
4.1 Producción y calidad de forraje	21
4.2 Selección de la planta para forraje	22
4.3 Factores que influyen en la selección de planta para forraje	25
5. Características generales de <i>pennisetum. purpureum</i>	26
5.1 Clasificación taxonómica de <i>Pennisetum purpureum</i>	26
5.2 Descripción botánica	27
5.3 Medio ambiente	28
5.4 Establecimiento	28
5.5 Manejo y fertilización	30
5.6 Conservación	32
5.7 Enfermedades y plagas	33
5.8 Producción de pasto	33
5.9 Asociación con leguminosa	36
5.10 Composición química y valor nutritivo	37
5.11 Producción animal	39
5.12 Floración y reproducción	40
5.13 Variabilidad y cultivares	41
6. Clasificación taxonómica de <i>brachiaria decumbens</i>	46
6.1 Características generales	46
6.2 Descripción botánica	47
6.3 Medio ambiente	48
6.4 Establecimiento	48
6.5 Manejo y fertilización	49
6.6 Enfermedades y plagas	51
6.7 Producción de pasto	52
6.8 Asociación con leguminosa	54
6.9 Composición química y valor nutritivo	56

6.10 Producción animal	57
6.11 Floración y reproducción	59
VII. MATERIALES Y MÉTODOS	60
7.1 Descripción del sitio experimental	60
7.1.1 Hidrografía	61
7.1.2 Condiciones climáticas	61
7.1.3 Tipo de suelo	62
7.1.4 Flora y fauna	62
7.1.5 Actividad económica	62
7.1.6 Material vegetal utilizado	63
7.1.7 Procedimiento utilizado en la toma de muestras.	63
7.1.8 Primera toma de muestra realizado en : Invierno 2004	63
7.1.9 Segunda toma de muestra realizado en: Primavera 2004	64
7.1.10 Digestibilidad <i>in vitro</i> por el método de Van Soest.	64
7.1.10 Diseño experimental utilizado	64
VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	66
8. Digestibilidad <i>in vitro</i> de la (M.S.) y de la (M.O.)	66
8.1 Resultados del análisis bromatológico	74
IX. CONCLUSIONES	75
X. LITERATURA CITADA	76
XI. APÉNDICE	89

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 rangos de rendimiento anual, contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca de las principales especies de cultivos forrajeros de uso comercial en México, bajo muy diversas condiciones

Cuadro 2. Selección de la planta para forraje.

Cuadro 3 Efecto de cinco niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de Napier

Cuadro 4 Rendimiento promedio Kg./ha altura (metros y relación hoja -tallo de los 6 cultivares de elefante en los períodos estacionales.

Cuadro 5 Estudio realizado en Puerto Rico, se demuestra a continuación los elementos minerales extraídos de acuerdo a los rendimientos de diferentes pastos

Cuadro 6, Porcentaje promedio de materia seca, proteína, calcio y fósforo de 21 cultivares de Elefante en tres etapas de crecimiento.

Cuadro7: Principales características de adaptación en diferentes condiciones naturales de los pastos.

Cuadro 8: densidad de tallos florales, rendimiento de semilla cruda y clasificada de 3 especies de *Brachiaria* en el sur de Veracruz.

Cuadro 9: Niveles de nitrógeno aplicados a las especies de *Brachiarias*.

Cuadro 10 tasa de crecimiento (kg/ha/día) por corte en la época (nortes, secas y lluvias) a 12 semanas al corte de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. En el estado de Veracruz.

Cuadro 11 Tasa de crecimiento a 24 días al corte de diferentes ecotipos y especies de *Brachiarias*.

Cuadro 12 Ganancia de peso en pasto señal (*Brachiaria decumbens*) con y sin leguminosa y su valor nutritivo.

Cuadro 13 Contenido proteico y digestibilidad de las *Brachiarias*.

Cuadro 14 Análisis proximal bromatológico de algunas especies y ecotipos de *Brachiaria*, en épocas de lluvias y secas.

Cuadro 15 determinación de carga animal para los pastos del genero *Brachiaria*.

Cuadro 16 Producción de ganancia de peso

Cuadro 17. Resultados de digestibilidad in Vitro por el método de Van Soest. De M. S. y M. O. De las dos especies *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*.

Cuadro 18. Análisis bromatológico de las dos especies de pastos tropicales *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*, de las dos estaciones de crecimiento.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Pasto de *Pennisetum purpureum*.

Figura 2. Partes descriptivas de *Pennisetum purpureum*.

Figura 3. Figura 3. Ganado de doble propósito en producción de pasto y de *Pennisetum purpureum*, en la comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Francisco León, Chiapas.

Figura 4. Asociación con una leguminosa *Pennisetum prpureum* y *Centrocasa pubecens*.

Figura 5. Animales en pastoreo, en el municipio de Francisco León, Chiapas. en pasto de *Pennisetum purpureum*

Figura 6. Inflorescencia de *Pennisetum purpureum*

Figura. 7 pasto *Brachiaria decumbens*

Figura 8 características descriptivas de *Brachiaria decumbens*.

Figura. 9. Establecimiento. De un potrero de pasto señal (*Brachiaria decumbens*) en terreno accidentado. En la comunidad de Vicente Guerrero. municipio de Francisco León. Chiapas.

Figura 10. efectos de la mosca pinta en *Brachiaria decumbens*.

Figura 11. producción de pasto de *Brachiaria decumbens* en su primer año de establecimiento. En la comunidad de Vicente Guerrero, municipio de Francisco León, Chiapas.

Figura 12. Asociación de *Brachiaria decumbens*. Con *Neonotonia wightii* y *Desmodium intortum*

figura 13. Producción animal en dos establecimientos diferentes de *Brachiaria decumbens*., en la Comunidad de Vicente Guerrero Municipio de Francisco León, Chiapas.

Figura 14. Inflorescencia de *Brachiaria decumbens*.

Figura 15. Ubicación geográfica del municipio Francisco León. Chiapas, México.

Figura 16. Correlación de la digestibilidad de la M. S. y la estación de crecimiento (*Pennisetum purpureum*).

Figura 17. Correlación de la digestibilidad de la M. O. y la estación de crecimiento (*Pennisetum purpureum*).

Figura 18. Correlación de la digestibilidad de la M. S. y la estación de crecimiento (*Brachiaria decumbens*).

Figura 19. Correlación de la digestibilidad de la M. O. y la estación de crecimiento (*Brachiaria decumbens*).

Figura 20. Correlación de digestibilidad de M. S. en invierno (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

Figura 21. Correlación de digestibilidad de M. S. en primavera (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

Figura 22. Correlación de digestibilidad de M. O. en invierno (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

Figura 23. Correlación de digestibilidad de M. O. en primavera (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

Figura 24. Correlación de proteína cruda en las dos estaciones de crecimientos (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

I. INTRODUCCIÓN

Los rumiantes en el trópico basan su alimentación en el consumo de forrajes, por ello, es necesario determinar tanto el contenido nutricional como la digestibilidad de los alimentos, con el fin de estimar qué nutrientes y en qué cantidad son aprovechados por el animal. De aquí la importancia de conocer los métodos mas adecuados para determinar parámetros que permitan tomar decisiones acertadas en el manejo alimenticio de un rebaño. Uno de estos parámetros es la digestibilidad.

El conocimiento de la digestibilidad de los alimentos es básico para establecer su valor nutritivo y, por lo tanto, para la formulación de raciones para los animales rumiantes. Sin embargo, la determinación in vivo de la digestibilidad es un proceso laborioso y costoso, y que requiere el empleo de grandes cantidades de alimento, por lo que se han propuestos diferentes métodos *in Vitro* para su estimación.

El procedimiento propuesto por Tilley y Terry (1963) es, con ligeras modificaciones, el mas ampliamente utilizado en la mayoría de los laboratorios, sin embargo, la técnica desarrollada por Van Soest y sus colaboradores suponen una alternativa al método Tilley y Terry, ya que permite una valoración mas rápida de los alimentos sin afectar negativamente la precisión del valor obtenido (Van Soest, 1994). Este procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con liquido ruminal durante 48 horas a 39°C, seguida del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro detergente 1 hora a 100°C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos (Van Soest, 1966)

La digestibilidad de los alimentos se ve afectada por numerosos factores, entre las que destacan el tipo de ración, el nivel y pauta de ingestión de los alimentos, la especie animal y el estado fisiológico de los animales (Schneider and Flatt, 1975). De todos los factores relacionados con el tipo de ración administrada a los animales, el efecto de la relación forraje (concentrado ha sido una de los mas estudiados). Así, en experimentos realizados con ganado ovino (Ramanzin, 1997), vacuno (Jaakola and

Huhtanen, 1993) y caprino, (Kawas, 1991; Ramanzin, 1997), se observó que a medida que aumentaba la proporción de concentrado en la ración se producía un aumento paralelo de la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (MS) y de la materia orgánica (MO), así como una disminución en la digestibilidad de los componentes de la pared celular, Huhtanen y Jaakola, (1993), observaron que estos efectos eran producidos fundamentalmente por cambios en la digestión en el rumen, mientras que el efecto observado en los tramos posteriores del tracto digestivo era muy pequeño.

En relación con este aspecto, Alvir y Gonzáles, (1992) y Giradles, (1994). Utilizando la técnica de las bolsas de nylon, observaron que los ritmos de degradación ruminal de diversos alimentos eran más lentos cuando los animales eran alimentados con raciones que incluían concentrado que cuando recibían raciones constituidas exclusivamente por forraje.

La proporción de concentrado en la ración afecta a la digestión ruminal a través de diversos mecanismos, entre los que destacan las modificaciones que produce en el crecimiento y/o actividad de los microorganismos ruminales Mould, (1998). Debido a que la población microbiana ruminal se ve afectada por numerosos factores, la procedencia del inoculo ruminal se considera la mayor fuente de variación en la determinación de la digestibilidad *in vitro* DIV; Marten And Barnes, (1980). En este sentido, la ración ingerida por los animales empleados como donantes ha sido señalada como uno de los principales factores que afectan al numero y actividad de los microorganismos ruminales y que, consecuentemente, puede afectar a los valores de la DIV de los alimentos Weiss, (1994).

El pasto señal (*Brachiaria decumbens*) variedad Basilisk fue introducida al país por personal técnico del FIRA – Banco de México procedente de Australia, al estado de Tabasco en la segunda mitad de la década de los años setenta, de ahí se ha ido incrementando, alcanzando superficies considerables en la sabana de Huimanguillo. Tabasco y la región norte de Chiapas Gómez (1982).

El pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), fue introducido en Cuba en 1917 procedente de Rhodesia por el Dr. Mario Calvino, distribuyéndose después en toda la América Tropical e incluso Italia y el norte de África, América, Islas Hawai y en las Filipinas (Calvino, 1952).

Este pasto, se ha constituido en la especie de corte más importante en los trópicos y subtropicos por su facilidad de establecimiento, adaptación amplia a suelos, buena respuesta a la fertilización, buen valor nutritivo y aceptación por el ganado (Gamarra, 1985).

Las especies señaladas anteriormente, la primera de pastoreo y la segunda de corte, han venido a revolucionar sustancialmente la producción forrajera del trópico húmedo, siendo ampliamente aceptadas por los productores mexicanos. (Jiménez y Avendaño, 1988).

II. OBJETIVO

Comparar dos especies de pastos tropicales: gigante (*Pennisetum. Purpureum*) y señal (*Brachiaria decumbens*) utilizando como parámetros, digestibilidad y dos épocas de corte. En los ciclos invierno y primavera

III. HIPÓTESIS

Al comparar las dos especies de pasto en las ciclos Invierno y primavera, se considera un ligero decremento de digestibilidad de la M. S., de las dos especies en primavera, pero se espera mejor digestibilidad de M. S., y calidad del pasto señal, (*Brachiaria decumbens*), sobre el pasto gigante (*Pennisetum purpureum*). En los dos ciclos.

IV. JUSTIFICACIÓN

La producción de la ganadería tropical de México, esta basada en el pastoreo extensivo, de ahí la importancia de conocer la calidad nutritiva y digestiva de los forrajes por cada región específico. Ya que factores como (precipitación, topografía, altitud, tipo de suelo, etc.) influyan en la variabilidad de la calidad de los pastizales, y como una exigencia de la asociación ganadera local del municipio de Francisco León, Chiapas. para determinar que pasto es el de mejor calidad y el mas apto para cada época del año, por esta razón se escoge un pasto de porte alto (*Pennisetum purpureum*) y una de porte bajo (*Brachiaria decumbens*).

V. ANTECEDENTES

La producción de forraje en México y en el mundo reviste particular importancia, tanto por la población de ganado, como por la superficie que se destina a la actividad ganadera. Es determinante el papel que juegan los forrajes en esta actividad productiva, ya que casi la totalidad de la leche y cerca de la mitad de la producción de carne se obtiene a partir de dicho recurso: esto se explica en razón a su relativo bajo costo, disponibilidad y facilidad de obtención, en contraste con otras fuentes alimenticias.

En las regiones tropicales de México se mantiene el 64% del hato en solo el 33% de la superficie nacional, aquí se produce el 35% de la carne y 25% de la leche que se genera en el país. Esta participación puede incrementar de manera sustantiva una vez que se explote el potencial de los recursos forrajeros en estas regiones; de manera general, se considera factible incrementar la actual carga animal promedio de 1.3 cabezas por hectárea, hasta 3.0 o más cabezas, bajo sistemas de explotación racional, intensivos y sustentables (Enríquez y col., 1999).

Esta producción de forraje año con año se ve afectada por diferentes razones: se manejan varias ideas que se analizan y se llega a concluir que hay varios conceptos que intervienen en la baja rentabilidad de las actividades agropecuarias. Uno de los conceptos manejados, es la mala alimentación de los animales. En condiciones de pastoreo, las interrelaciones entre los forrajes y los animales. En condiciones de pastoreo, las interrelaciones entre los forrajes y los animales que los consumen afectan la producción por animal y por hectárea de forraje producido. Es decir, la interrelación entre el animal y la planta en la pradera es extremadamente compleja y se verá influenciada por la época del año, tasa de crecimiento de la planta, especie de la planta, carga animal en la pradera, y prácticas de manejo de la pradera y animales. Los dos principales factores que afectan el consumo de forrajes por bovinos en pastoreo son la cantidad y calidad de forraje. La relación entre la disponibilidad y digestibilidad del forraje en la pradera, y la densidad de pastoreo tiene impacto sobre la productividad del ganado.

VI. REVISIÓN DE LITERATURA.

1. Factores que afectan la digestibilidad de los forrajes:

Entre los factores que determinan el valor nutritivo de los forrajes está la digestibilidad (Ball et al, 2001; Elías, 1983.) a su vez, la digestibilidad de un forraje es afectada por una serie de factores propios de las plantas: estado de madurez, especie vegetal, variedades dentro de una especie, relación hojas – tallos, partes de la planta y forma fresca contra forma seca del forraje, compuestos antinutricionales, relacionados con el animal: nivel de consumo, especie animal y edad, estado fisiológico y fistulación; así como por factores ambientales tales como: temperatura, estación de crecimiento y humedad del suelo. El conocer como estos factores determinan la digestibilidad de los forrajes es de suma importancia cuando se tienen rumiantes bajo condiciones de pastoreo ya que permite diseñar estrategias de manejo tanto del pastizal como de los animales con el propósito de hacer un uso mas eficiente de estos recursos.

1.1 Estado de madurez de la planta:

Probablemente, el estado fenológico de las plantas es el factor mas importante que afecta la digestibilidad de los forrajes, se puede esperar una mayor variabilidad en digestibilidad dentro de una especie particular a diferentes estados de crecimiento, que entre especies con una madurez similar.

Desde hace mucho tiempo se sabe que los forrajes se tornan menos digestibles a medida que maduran, en reportes anteriores se utilizaba la fecha de corte como una medida de la madurez del forraje, sin embargo, hoy en día se reconoce que no todos los forrajes tienen digestibilidad similar a una determinada fecha de corte. (Raymond, 1969.).

Diferentes autores (Ball et al,2001; Layons et al, 1999; Grant et al 1997; Elías, 1983) mencionan que conforme el estado de madurez de la planta aumenta, se reduce su contenido celular e incrementa la pared celular en grosor y contenido de fibra, por lo que la digestibilidad de la fibra decrece. Pastos que crecen en la estación fría poseen arriba de 80% de digestibilidad de la materia seca durante las primeras 2-3 semanas después de iniciado el crecimiento en primavera, y posteriormente la digestibilidad declina de 1/3 a 1/2 de unidad porcentual por día hasta alcanzar un nivel por debajo de 50% (Ball et al, 2001).

El patrón básico de digestibilidad de los forrajes se puede resumir como sigue: existe una diferencia considerable y consistente en la digestibilidad de diferentes especies de forrajes y dentro de variedades de una misma especie; la digestibilidad de los forrajes no declina una tasa uniforme a medida en que madura; existe un periodo inicial en que la digestibilidad se conserva casi constante antes de que empiece a disminuir; la disminución rápida de la digestibilidad está estrechamente asociada con la emergencia de la inflorescencia; se observan patrones similares en la digestibilidad de los rebrotes durante el resto de la estación de crecimiento; la digestibilidad del rebrote es menos predecible que la del primer crecimiento debido a que dicha digestibilidad depende de la proporción entre tallos vegetativos y reproductivos que resulte del manejo de cosechas precedentes, la digestibilidad de la lamina de la hoja declina mas lentamente con la madurez (emergencia de inflorescencia) que la de la vaina de la hoja a la de los tallos; en el forraje no maduro, los tallos son, generalmente, mas digeribles que las otras partes vegetativas de las gramíneas.

1.2 Especie vegetal

Las especies vegetales que consumen los rumiantes en pastoreo así como el estado de madurez cuando son cosechadas o consumidas son los principales factores que determinan la digestibilidad de las mismas (Ball et al, 2001). Se han encontrado diferencias en la digestibilidad de la fibra y de la materia seca, entre especies vegetales anuales o perennes, de clima caliente y frío, la cual esta determinada principalmente por

su contenido de pared celular (fibra) y compuestos tales como los taninos y aceites aromáticos. Al comparar los pastos anuales con los perennes, los anuales tienen mayor digestibilidad debido a diferencias en la anatomía (arreglo de los tejidos o estructura) de las hojas (Ball et al, 2001; Huston y Pinchak, 1991). Por otra parte, los pastos nativos en general son menos digestibles en materia seca que los mejorados (Huston y Pinchak, 1991). Así mismo, se han encontrado diferencias en digestibilidad de la materia seca entre variedades de una misma especie (Elías, 1983).

1.3 Relación hojas – tallos

Pastos que poseen una mayor cantidad (peso) de hojas con relación a los tallos, generalmente son más digestibles y viceversa (Elías, 1983). Lo anterior atribuido al mayor contenido celular y menor contenido de pared celular (Ball et al., 2001). Así, las hojas, tienen mayor contenido de proteína, energía y fibra digestible que los tallos por su mayor contenido celular (Layons et al, 1999; Grant et al, 1997; Huston y Pinchak, 1991). Por otra parte, las hojas tiernas poseen mayor digestibilidad que hojas viejas.

1.4 Forma fresca contra forma seca del mismo forraje.

La deshidratación no tiene un efecto significativo sobre la digestibilidad de la materia seca u orgánica; es decir, el forraje seco tiene la misma digestibilidad que el forraje fresco (Graham, 1964; Minson, 1966; Heaney et al., 1966). Por otra parte, la desecación decrementa la digestibilidad aparente del nitrógeno (Graham, 1964; Minson, 1966), por lo tanto, el secar el forraje puede introducir sesgo en la estimación de la digestibilidad y retención del nitrógeno (Minson 1966).

1.5 Compuestos antinutricionales

Algunos compuestos secundarios como los taninos, aceites volátiles y compuestos aromáticos presentes en arbustos y herbáceos que consumen los animales

en pastoreo, actúan negativamente en su digestibilidad, (Layons 1999; Huston y Pinchak, 1991; Holechek 1989).

1.6 Nivel de consumo:

Waite (1964). Evaluó tres gramíneas cosechadas a cuatro estados de madurez, estas fueron suministradas a tres niveles de consumo (a) submantenimiento, (b) suficiente para retener un poco de energía y (c) aproximado a consumo voluntario. El consumo al nivel (a) incremento ligeramente la digestibilidad y el nivel (c) el decremento en forma similar. Los efectos fueron mayores en los forrajes más maduros.

Se sabe que la digestibilidad en los alimentos de baja calidad es mayor cuando se alimenta a los animales al nivel de mantenimiento o menos y disminuye a medida que se aumenta el consumo de alimento por encima del nivel de mantenimiento, (Hintz, 1987)

1.7 Especie Animal

En estudios efectuados en regiones tropicales se han detectado diferencias en la digestibilidad de los constituyentes de la dieta entre las cabras y otros rumiantes, tales diferencias son influenciadas por las diferencias observadas en la tasa de secreción de saliva entre especies de animales. (Devendra, 1971).

Consideran además diferencias en la masticación, deglución y el patrón (taza) de fermentación a nivel del rumen, asociado con el movimiento del material en digestión a través del tracto digestivo y la más alta concentración de microorganismos (bacterias celulolíticas) sobre todo con dietas a base de rastrojos de baja calidad pueden ser las causantes de la mayor digestibilidad.

Compararon la digestibilidad de la misma dieta por bovinos y ovinos. Encontró que la digestibilidad de la materia orgánica fue 3% mayor en bovinos para los forrajes,

pero 2% menor para los concentrados. (Cipollini, 1951). De Alba,(1971) concluye, que no se incurre en un error grave, si los resultados de ensayos sobre digestibilidad en ovinos se extrapolan a bovinos y viceversa.

1.8 Edad, estado fisiológico y fistulación

Blaxter, (1966) concluyó que la edad del animal no tiene efecto sobre la digestibilidad aparente de la dieta, para (Langlands, 1969) no existe diferencia en la digestibilidad como resultado de las diferencias en sexo o previa historia de pastoreo.

Respecto al efecto de fistulación han encontrado diferencias significativas en digestibilidad entre animales fistulados e intactos. (Haynes, 1955; Lesperance, y Bohman, 1963; Connor, 1963).

Además no se han observado diferencias significativas, ya que se señala que la necesidad de que los animales fistulados sean adaptados a las parcelas experimentales a fin de coleccionar muestras representativas de situaciones practicas. (Drori y Loosli, 1959).

1.9 Temperatura

Los pastos que crecen en climas con temperaturas mas altas generalmente poseen menor digestibilidad que las plantas que crecen en temperaturas mas frías, debido a que se acelera la tasa de madurez, mayor lignificación de sus tallos, decrece la altura de la planta y la relaciona tallos-hojas. (Ball, 2001; Rankin, 1997).

Ivory (1974) estudió el efecto de la temperatura sobre la digestibilidad de dos gramíneas subtropicales, sus resultados indican que existe una disminucíon en la digestibilidad asociada con un incremento en la temperatura. El autor sugiere que esto puede ser atribuido a un incremento en la taza de crecimiento. Lo que a su vez acelera la madurez de la planta.

Wilson y Ford (1973) investigaron el efecto de la temperatura sobre la digestibilidad de gramíneas tropicales, subtropicales y de clima templado en estado de madurez similar. El incremento de la temperatura disminuyó la digestibilidad de los pastos de clima templado, pero no la de los tropicales. La disminución tuvo una magnitud de 5 unidades y fue atribuida a una caída en el porcentaje de carbohidratos solubles. A bajas temperaturas la digestibilidad de los zacates de clima templado fue, generalmente, mayor que la de los tropicales.

1.10 Estación de crecimiento

Los pastos que crecen en la estación fría comparados con los de la estación caliente son más digestibles. Los primeros poseen entre 9 y 12.8% mayor digestibilidad de la materia seca que los de crecimiento en climas calientes. (Ball, 2001 y Elías, 1983). Layons, (1999) atribuye lo anterior un menor contenido de fibra en los pastos que crecen en la estación fría.

1.11 Humedad del suelo

Una restricción en la humedad del suelo puede incrementar o decrecer la digestibilidad del forraje. Plantas con estrés severo de humedad por sequía, presentan menor digestibilidad que sin estrés debido al envejecimiento de las plantas y a la translocación de nutrientes. Sin embargo, si las deficiencias de humedad en el suelo se presentan al iniciar el crecimiento de la planta, esta deficiencia retarda la madurez de la planta, decrece la altura de la misma e incrementa la relación hojas-tallos por lo tanto en este periodo las plantas son más digestibles. (Rankin, 1997; Huston y Pinchak, 1991).

2. El medio ambiente y su relación con algunos aspectos de la fisiología del pasto.

Los principales factores ambientales que afectan a los pastos son clima y suelo, y dentro del clima son: la duración del día, intensidad de luz, temperatura y lluvia.

2.1 Longitud del día

En la región ecuatorial, dentro de las coordenadas 5° - 10° N y S del ecuador, el foto período o duración del día no varía mucho y solo hay una pequeña diferencia en la longitud del día en los meses de junio y diciembre, mas allá del ecuador, estas diferencias son mas acentuadas en los círculos de los trópicos de cáncer y capricornio, la duración del día cambia de 10 horas 20 minutos durante el invierno, a 13 horas 40 minutos en verano. La mayoría de los pastos tropicales son indiferentes a la duración del día, o son plantas de días cortos y floración temprana; sin embargo, hay especies tropicales que bajo condiciones de foto períodos largos florecen mas fácil y tempranamente (Knight y Bennett, 1953). Para la producción de pastos se pueden seguir los mismos patrones de floración (Wang, 1961) pero en la mayoría de los pastos los foto períodos largos estimulan el crecimiento y la producción.

2.2 Intensidad de luz

La energía solar transmitida en forma de luz es la fuente de energía para la activación del proceso fotosintético en todas las plantas verdes. Esta actividad que resulta de la síntesis del dióxido de carbono (CO₂) del aire con el agua produce materia orgánica (en primera instancia, carbohidratos y azúcares) que sirven de base para todas las otras sustancias orgánicas que las plantas desarrollan después. De toda la energía solar que recibe la tierra, solo una pequeña cantidad es utilizada para el proceso de la fotosíntesis de 1-5% anualmente y de 3-20% durante el máximo crecimiento activo (Cooper, 1970). Solo se necesita de una cierta cantidad de luz para que se inicie el proceso fotosintético, así la productividad en términos de cantidades de material orgánico sintetizado aumentará al incrementarse la intensidad de luz hasta 15 000 – 25

000 lux. En los pastos de zonas templadas, cantidades superiores a las anteriores no aumentarán la productividad fotosintética, en cambio, para los pastos tropicales, la productividad fotosintética aumenta considerablemente y alcanza su máximo con 50 000 – 60 000 lux e inclusive a veces con una mayor intensidad; por lo tanto, serán más eficientes que los pastos templados, aunque estén bajo las mismas intensidades de luz.

Sin embargo no todos los pastos tropicales responden a intensidades altas de luz, solo aquellos pertenecientes a los grupos Panicoides y Chloridoides de las tribus Paniceae, Andropogonae y Maideae y las tribus Chloridae y Eragrosteae respectivamente. Las tribus Andropogonae, Paniceae y Maideae son de origen tropical y aparentemente adquirieron su adaptabilidad a las altas intensidades de luz debido a su largo periodo de adaptabilidad a las condiciones tropicales, al igual que las especies de Chloridae y Eragrosteae, no obstante, estas últimas tribus están ampliamente extendida y propagadas a las regiones templadas.

Los pastos Panicoides y Chloridoides y los pastos festucoides, difieren en algunos detalles importantes en cuanto al proceso de la fotosíntesis el cual, está relacionado de alguna manera con la anatomía de la hoja. En las hojas de los pastos, el mesófilo está constituido por pequeñas células relativamente formadas que contienen pequeños cloroplastos y por una o dos capas de células más grandes, conocidas como células del parénquima, que rodean las vainas más pequeñas; en otras palabras están cubiertas por células conductoras. En los Chloridoides y en la mayoría de los pastos panicoides estas células del parénquima tienen unas paredes celulares un poco gruesas y contienen muchos cloroplastos, casi siempre de forma lineal, y cuando se observan en el microscopio electrónico, con frecuencia tiene una forma esponjada (Johnson y Brown, 1973). A estas células se les conoce como células de tipo Kranz. En los pastos festucoides, las células del parénquima tienen paredes membranosas delgadas y por lo regular no tienen cloroplastos y son conocidas como células del parénquima empalizada. Aparentemente las células tipo Kranz tienen una función importante en la fotosíntesis y en el transporte de los productos debido a que facilitan la asimilación de carbón a través de ellas hacia los tejidos conductoros. A pesar de que las células Kranz

son propias de los pastos Panicoides y chloridoides algunos géneros de paniceae no las tienen. De Oliveira, (1973) al examinar 72 especies de las tribus Andropogoneae, Paniceae, Maideae, Chlorideae y Eragrosteae, encontró que todas a excepción de *Acroceras macrum* de la tribu Paniceae, tenían el mismo tipo de células Kranz, si bien puede haber otras especies de paniceae que no tengan el mismo tipo de células parenquimatosas en empalizada.

En los pastos Festucoides, el proceso de la fotosíntesis en el ciclo de Calvin o ciclo C₃, en el cual los productos iniciales por la asimilación de C son 3 ácidos fosfogliceridos (3 – carbonos) o fosfato de hexosa que posteriormente, serán utilizados para la formación de carbohidratos. En los pastos Panicoides con células del parénquima esponjoso (tipo Kranz) los productos iniciales de la fotosíntesis son 4 ácidos de carbón (malato, aspartato, oxalo - acetato), a este ciclo fotosintético se le conoce como Vía del C₄, el cual, desde sus etapas iniciales usualmente se combina con el ciclo de Calvin.

2.3 Temperatura

En los pastos tropicales, casi todos los parámetros de crecimiento tales como: retoños, crecimiento del tallo, longitud de hoja etc., alcanzan su máximo con temperaturas más altas que los pastos de zonas templadas, no obstante que el ancho de la hoja usualmente se reduce en la etapa de crecimiento, en particular si se encuentran bajo temperaturas altas. La formación de clorofila en las plantas jóvenes no se lleva a cabo en los pastos tropicales hasta que la temperatura del aire alcanza los 10°-25°C. y su efecto sobre la productividad fotosintética. Al parecer las temperaturas altas en las hojas expuestas a la luz solar directa pueden ser mas altas que la temperatura del aire, no producen ningún efecto dañino en los pastos tropicales siempre cuando estén bien provistas de agua. El efecto de las bajas temperaturas invernales o nocturna de los trópico, así como el hecho de que estén en altas elevaciones pueden producir un cese en el crecimiento de la planta, así mismo, las temperaturas menores o cercanas al punto cero pueden destruir a las hojas de ciertos pastos tropicales y las que son aún mas bajas pueden destruir a los pastos perennes.

Jones (1969) observó en algunas especies y variedades de pastos el efecto de las temperaturas de invierno, en donde la temperatura mas baja registrada fue de -10°C y encontró que la supervivencia para *Paspalum dilatatum* y *Pennisetum clandestinum* fue del 100%; para *Chloris gayana* el 97%; en *Setaria anceps* de 23-91% y solo de 0-6% para *Panicum maximum*. Las plántulas son más sensibles que las plantas adultas y las mas débiles y pequeñas son particularmente sensibles a la helada, el pasto que ha sido afectado por una helada pierde su palatabilidad y su valor nutritivo.

2.4 Lluvia

En los trópicos, la precipitación pluvial tiene limites muy amplios que varian desde 50-100mm hasta mas de 3000 mm además hay zonas como la ecuatorial, donde la lluvia es abundante y fluctúa poco durante todo el año. Sin embargo, en la mayoría de estas zonas, pueden ocurrir cambios durante las temporadas de lluvia, los cuales son usualmente bien marcados:

Webster y Wilson (1966). Distinguen las siguientes temporadas de lluvia o regiones monsonicas:

- Zonas con 1000- 2000 mm de precipitación pluvial anual y con dos temporadas de lluvia, una temporada corta y otra muy notoria de sequía.
- Zonas con las mismas características de precipitación pluvial anual pero con dos periodos interestivales muy notorios.
- Zonas con una precipitación anual menor 750 – 1250 mm y un periodo interestival muy prolongado.
- Zonas con un periodo interestival muy largo, con una temporada de lluvias muy corta y por lo regular con una precipitación anual más baja.

En las zonas donde la precipitación anual es esporádica o errática. Es necesario tomar en cuenta el pronóstico de lluvia cuando se planea cultivar o cosechar ciertos forrajes o pastos, mas allá de los trópicos y subtropicos, la mayoría de las

precipitaciones ocurre durante los meses mas cálidos (en verano), pero el invierno es frío y seco. El efecto de la lluvia sobre los pastos depende considerablemente de la extensión y densidad de la cobertura, los pastizales que no están cubiertos del todo absorberán solo pequeñas cantidades del agua, en cambio, el mismo terreno cubierto con pasto que no ha sido dañado definitivamente absorberá mas agua y es sorprendente ver que tan bueno puede ser el pasto que parecían casi desiertos cuando el pasto es escaso o está casi completamente destruido, la relación de agua / pasto en los trópicos en general es similar a las zonas templado-cálidas.

2.5 Suelos

Para Webster y Wilson (1966). los suelos tropicales pueden clasificarse en zonales, intrazonales y azonales. Los suelos zonales se desarrollan principalmente bajo los efectos de factores regionales (clima y vegetación), los intrazonales se forman fundamentalmente bajo los efectos de los factores locales, tales como material rocoso o por lixiviación que pueden producir distintos efectos en zonas diferentes y los suelos azonales como los aluviones recién formados, no dependen de ninguno de los factores antes mencionado. Los suelos zonales pueden ser ampliamente clasificados dentro de los suelos de las regiones áridas, donde la filtración de minerales y otras sustancias solubles es restringida o prácticamente nula, y aquellas de las zonas húmedas en donde la filtración forma parte del proceso de la formación del suelo. La calidad y fertilidad de estos suelos depende por lo regular del material rocoso o roca madre y puede variar considerablemente.

3. Pastos de Zona tropical (Sur de Tabasco y Norte de Chiapas)

La región tropical, ha sido conocido como el área de mas potencial para la producción agropecuaria en función de la riqueza en condiciones naturales para el crecimiento vegetal, fundamentalmente por la abundancia de radiación solar y la precipitación solar. En la región de México, las praderas han sido mejoradas rápidamente mediante la introducción de plantas, las cuales se han adaptado favorablemente y han permitido mejorar los niveles productivos de la ganadería. Se reconoce que en términos generales existe una relación de praderas introducidas con pastizal natural de 40 - 60% y la especie introducida es el pasto estrella (*Cynodon nlemfluensis*).

Las praderas tropicales son altamente productivas presentando rendimientos promedio superiores a los 18 ton de materia seca/año y con potencial hasta de 84 ton MS/año cuando se emplean altos niveles de fertilizantes nitrogenado, como ha sido demostrado por Vicente Chandler (1983), en Puerto Rico con el pasto Napier (*Pennisetum Purpureum*) al aplicar 2200 Kg. N/año, que si bien no se justifica económicamente, ayuda a conocer el potencial o limite biológico de producción de las forrajeras.

Debido a las condiciones ambientales existentes en las zonas cálidas de México, se clasifica a las gramíneas forrajeras por su adaptación al medio, así encontramos fundamentalmente dos categorías:

3.1 Especies para pastoreo:

Adaptadas a las áreas plantas de buen drenaje y suelos de mediana a alta fertilidad. Están representadas por el pasto guinea (*Panicum maximum*), pangola (*Digitaria decumbens*), estrella (*Cynodon nlemfuensis*), señal (*Brachiaria decumbens*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*), bermuda (*Cynodon dactylon*) y bermuda cruza 1 (*Cynodon dactylon x Cynodon nlemfuensis*).

Las especies de zonas inundables tienen la particularidad de resistir condiciones de inundación temporal hasta de 4 -5 meses o suelos demasiados húmedos localizados en la parte mas baja de las explotaciones. Resaltan aquí el pasto alemán (*Echinochloa polistachya*), el para o el Egipto (*Brachiaria Mutica*); el pasto limpio (*Hemarthria altissima*) ha dado resultados favorables como planta para zonas inundables durante los últimos seis años en evaluaciones de adaptación; el camalote que (*Paspalum fasciculatum*) también tiene una gran adaptación a estas condiciones pero, su valor como planta forrajera es escaso por su baja aceptación del ganado, teniendo a comportarse como planta invasora.

3.2 Los forrajes de corte

Estas especies se han popularizado rápidamente por su utilización en la complementación de la dieta del ganado en pastoreo. Se caracterizan por tener altas tasas de crecimiento y altos rendimientos, si bien su calidad no es tan alta como las especies de porte más pequeño. En este grupo se incluyen las especies del genero *Pennisetum* resaltando (*P. Purpureum*) variedad Taiwán, variedad merkeri, pasto merkeron, variedad gigante, pasto elefante y el Kig grass (*Pennisetum purpureum x P. Americanum*). Además se cuenta con la caña japonesa (*Saccharum officinarum*). Otras especies de corte menos importante son el pasto Guatemala (*Tripsacum laxum*).

Las leguminosas son especies forrajeras poco comunes en el trópico húmedo, debido a limitaciones en el crecimiento por problemas de acidez de los suelos, lo que provoca restricciones en la fijación simbiótica de nitrógeno y problemas de disponibilidad de nutrientes (Pérez Guerrero, 1984); el desconocimiento de los productores sobre las cualidades agronómicas de estas plantas y a su manejo mas delicado en relación con las gramíneas. Algunas especies adaptadas al trópico húmedo son las especies del genero *Desmodium* (*ovalifolium, canum, tortuosum, gyroides, uncinatum, intortum*), *Stylosanthes* (*guyanensis, humilis, scabra, hamata y capitata*), *cajanus cajan*, *Pueraria phaseoloides*, *Stizolobium deeringianum*, *Gliricidia sepium* y algunas especies de *vigna*. Todos estos recursos sirven para apoyar los sistemas

reproductivos de cría y engorda bovina, producción de leche y carne en sistema de doble propósito.

La región tropical seca se caracteriza por tener menores niveles de precipitación y una época seca definida. En estas, las praderas están constituidas por el pasto buffel (*Cenchrus Ciliaris*), Rhodes, (*Cloris gayana*), guinea (*Panicum maximum*), pangola (*Digitaria decumbens*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Los cultivos forrajeros más importantes son el maíz y el sorgo forrajero.

Las leguminosas tienen un importante papel en esta región destacándose el guaje (*Leucaena leucocephala*), el citrato (*Macroptilium atropurpureum*), el glycine (*Neonotonia wightii*) y centrocema (*centrosema pubescens*). Además de la conchita azul (*Clitoria ternatea*), dolicos (*Macrotyloma lablab*, *Rynchosia minima*) y gran diversidad de especies del género *Desmodium*. Son los sistemas de producción de esta región; la producción estacional de leche bovina, la cría de becerros para ser llevados a las zonas calidas húmedas y en menor escala la engorda de ganado. La producción caprina es también un sistema importante.

La depresión central de Chiapas, comprende una superficie dedicada a la ganadería de 631, 590 hectáreas y predomina la ganadería de doble propósito. El 40% de la superficie dedicada a la actividad pecuaria está ocupada por praderas introducidas, el pasto guinea (*Panicum maximum*) cubre el 60% de la superficie, Jaragua (*Hyparrhenia rufa*) el 15%, gigante o elefante (*Pennisetum purpureum*) con 10%, estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) el 10% y otras especies el 5%; según Espinosa, 1987.

La producción de doble propósito en el norte de Chiapas, las características ecológicas principales son: una topografía plana o plana ondulada con abundantes áreas inundables, diversidad de suelos, clima Am (f) encontrándose entre las especies forrajeras introducidas mas importantes: Alemán (*Echinochloa polistachya*), guinea (*Panicum maximum*), pangola (*Digitaria decumbens*), estrella de África (*Cynodon nlemfuensis*) y jaragua (*Hiparrhenia rufa*). Las áreas de sabana, que son considerables, tienen los géneros *sporobolus*, *Panicum* y *Digitaria* y los pastizales inducidos se forman

principalmente por (*Paspalum*, *Cynodon* y *axonopus*). de acuerdo con Ortiz, (1982). La región de la sierra, presenta topografía fundamentalmente de lomeríos suaves y abruptos, en menor escala áreas planas, los suelos son rojos arcillosos, clima Af (m) y especies forrajeras nativas o introducidas, los mas importantes: el pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y estrella (*Cynodon nlemfuensis*); pastizal inducido compuesto por pasto remolino o bahía (*Paspalum notatum*), grama amarga (*Paspalum conjugatum*), jalado (*Axonopus compressus*) y alfombrilla (*Cynodon dactylon*).

Para las condiciones de déficit de producción de forraje, durante la época de nortes, se ha encontrado que los pastos mas promisorios son el señal (*Brachiaria decumbens*), humidicola (*Brachiaria humidicola*) y *Setaria anceps* variedad kazungula, nandi y narok (Ortiz, 1982). El pasto señal es el que tiene los mas altos rendimientos en la época de nortes, lo que permite manejar una carga animal mas estable de 2.7 vacas en producción/hectárea, en contraste con el pasto elefante, el cual solo llega a mantener 1.3 vacas/ha. Pérez Guerrero (1988). señala que en la actualidad la *Setaria anceps* casi ha desaparecido en México debido a su alta susceptibilidad al ataque de la mosca pinta (*Aeneolamia postica*).

El estado de Tabasco, donde se clasifica como ganadera una superficie de 1.5 millones de hectáreas predominan los pastizales naturales. De las especies introducidas resaltan el guinea o el zacaton (*Panicum maximum*), elefante o gigante (*Pennisetum purpureum*), pasto pará (*Brachiaria mutica*), pangola (*Digitaria decumbens*), jaragua (*Hyparrhenia rufa*) y el estrella (*Cynodon nlemfuensis*) (Ruiz, 1983).

La vegetación inducida, o gramas nativas, formadas después de alterar la vegetación primaria por medio de desmontes, chapeos y quemas, por lo general resultan poco productivas. Al cambiar la cobertura general, sembrando pastos naturalizados o introducidos, se logra aumentar la capacidad de carga obteniéndose así, mas kilogramos de carne/ha. Este es el caso de los pastos estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y señal (*Brachiaria decumbens*), los cuales en clima subtropical de México permiten la

producción de 650 Kg./carne/ha, utilizando cuatro animales por hectárea y 150 Kg. de N durante un año (Garza, 1984).

4. Introducción de plantas forrajeras

La introducción de especies forrajeras es una de las vías más rápidas para el mejoramiento de la producción de forraje en praderas y pastizales, pero no siempre es la más segura, porque muy comúnmente las especies mejoradas no se adaptan a las nuevas condiciones ambientales (Jiménez y Avendaño, 1988). Muchas de estas introducciones en nuestro país han sido casuales, no obedeciendo a ningún programa. Sin embargo, los resultados obtenidos de ellas han sido invaluable en virtud de que han contribuido grandemente al mejoramiento de la producción forrajera de áreas con predominio de gramas nativas en la región tropical.

Entre los pastos introducidos en los últimos 20 años, a la región tropical y subtropical de México, figuran principalmente: gigante o elefante (*Pennisetum purpureum*), Alemán (*Echinochloa polystachya*), pangola (*Digitaria decumbens*), Rhodes (*Chloris gayana*) y estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Los que son considerados relativamente nuevos hasta 1956 – 1957 según West, Psuty y Tom, (1987). De todos estos pastos el pangola fue altamente preferido, pero en pocos años disminuyó su preferencia, debido principalmente a la alta susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades, así como por la menor capacidad de competencia a malas hierbas. Esto permitió que el pasto estrella africana desplazara al pangola por su mayor rusticidad. (Melendez, Gonzales y Perez, 1980).

4.1 Producción y calidad de forraje

En el cuadro 1, se presentan en resumen los valores registrados para la producción de materia seca y número de cortes de las principales especies forrajeras de uso comercial en las regiones tropicales de México. Los rangos presentados, corresponden a cifras obtenidas de diversas fuentes de información.

La variación de los rangos, corresponde a factores como: clima (precipitación, temperatura, radiación solar), tipo de suelo, fertilidad, nivel de fertilización, frecuencia de los cortes y/o pastoreo. La calidad de forraje es afectada también por los factores señalados, además de la especie y edad de la planta.

En algunas especies, los valores máximos corresponden a niveles muy altos de fertilización nitrogenada como ha ocurrido con las variedades de *Pennisetum purpureum* en Puerto Rico y el Salvador (Cooper, 1970; Vicente – Chandler, 1983). En otros casos se trata de métodos intensivos de producción. Los valores mínimos aquí reportados corresponden a condiciones desfavorables, tales como escasa precipitación o baja fertilidad del suelo entre otras. Se observan también diferencias en los valores promedio de rendimiento entre las especies tropicales y las forrajeras de clima templado, diferencias presentes también a nivel de los parámetros cualitativos y que se explican con base en las condiciones ambientales y su diferente capacidad fisiológica, para aprovechar los recursos ambientales para el crecimiento (Cooper, 1970; Whiteman, 1980). (cuadro 1)

4.2 Selección de la planta para forraje

En condiciones de pastoreo, las interrelaciones entre los forrajes y los animales que los consumen afectan la producción por animal y por hectárea de forraje producido. La interacción entre el animal y la planta en la pradera es extremadamente compleja y se verá influenciada por la época de año, tasa de crecimiento de la planta, especie de la planta, carga animal en la pradera y prácticas de manejo de la pradera y animales. (Kawas. R. J.; Mendoza. A. R. 2001). como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 1 rangos de rendimiento anual, contenido de proteína cruda y digestibilidad de la materia seca de las principales especies de cultivos forrajeros de uso comercial en México, bajo muy diversas condiciones.

Nombre común	Especie	Región ¹	Rend. Ton/ha/año.		Contenido P.C% MS	Digestibilidad M.S %	Cortes/año
			M. S.	M.V			
Estrella	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	TH, TS	19.8-52	62-95	6.4-19.0	---	8-9
Bermuda	<i>Cynodon dactylon</i>	TH,TS,A,SA	4.8-36	20-140	8.3-17	50-60	7.9
Alemán	<i>Echinochloa polistachya</i>	TH	8-30	15-150	7.9-13.8	60-63	---
Pangola	<i>Digitaria decumbens</i>	TH, TS	3-36	30-65	3-24	47-67	---
Señal	<i>Brachiaria decumbens</i>	TH, TS	1.6-36	---	6-13.1	---	---
Pará	<i>Brachiaria mutica</i>	TH, TS	14. 2	27-43	---	---	---
Taner	<i>Brachiaria radicans</i>	TH, TS	34	---	7-8	---	---
Guinea	<i>Panicum maximum</i>	TH, TS	4-50	18-100	4-14	40-62	8-10
Carpeta	<i>Axonopus compresus</i>	TH, TS	2-6	10	17-22	---	---
Remolino	<i>Paspalum notatum</i>	TH, TS	3-20.7	---	67-13	40-53	---
Gramma amarga	<i>Paspalum conjugatum</i>	TH, TS	2.9-14	---	6.8-14.9	---	---
Llanero	<i>Andropogon gayanus</i>	TH, TS	3.2-13.1	---	5-12.9	39-47	---
Buffel	<i>Cenchrus ciliaris</i>	TS,A,SA	2-17	9-55	6.5-9. 5	45-75	2-6
Sorgo forrajero	<i>S. vulgare x S. sudanense</i>	TS,T,A,SA	16-24	84-92	8-11	---	2.5
Rhodes	<i>Chloris gayana</i>	TS,A, SA	1.5-25	10-53	4-22	40-72	5-6

Jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	TS, TH	3-16.6	35-64	3-19	33-70	---
P. elefante	<i>Pennisetum purpureum</i>	TH, TS	12-85	80-480	4.2-20	60-68	4-7
Merkeron	<i>Pennisetum purpureum</i>	TH, TS	21.1-33.6	80-400	5.6-16	58-85	3-5
King grass	<i>P. purpureum x P. americanum</i>	TS, TH	30-40	120-200	5.3-22.8	58	3-4
Caña japonesa	<i>Saccharum sinense</i>	TH, TS	8-17	40-80	5.3-10.3	---	---
B. anual 1	<i>Lolium multiflorum</i>	T,A,SA	8.1-14.7	30.9-83	15-27	60-80	4-7
B. perenne	<i>Lolium perenne</i>	T,A,SA	6.6-18	26.5-140	15-30	60-80	7-9
Festuca alta	<i>Festuca arundinacea</i>	T	10-20	---	15-27	60-75	7-9
Orchard	<i>Dactylis glomerata</i>	T	10.9-15	50-75	15-30	68-74	7-9
Mijo perla	<i>Pennisetum americanum</i>	TS,A,SA	3-26	60-116	6.8-22.8	63-82	3-6
Sorgo sudan	<i>Sorghum sudanense</i>	TS,A,SA,TH	16-24	84-92	3.7-16	---	3-5
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	T	10-24	90-120	11.7-27.6	48-69	---

¹ – T = templada; TS = tropical seca; TH = tropical húmedo; A = árida; SA = semiárida.

² – En el estado de desarrollo en que se aprovecha el forraje.

*-- valores mas frecuente

Cuadro 2. Selección de la planta para forraje.

Pastizal	Utilización	Palatabilidad y digestibilidad	Tolerante A sequía	Resistencia a frío	Proteína En M.S %	Ciclo vegetativo	Producción Ton de MS/año
<i>B. humibicola</i>	Pastoreo y producción de heno	Buena	Alta	Media	7	Perpetuo	10-20
Sectaria	Pastoreo y producción de heno	Excelente	Media	Alta	6-9	Perpetuo	14-20
Tanzania	Pastoreo y producción de heno	Excelente	Media	Media	10-16	Perpetuo	20-28
Pensacola	Pastoreo y producción de heno	Muy buena	Media	Alta	6.5	Perpetuo	4-6
<i>B. Brizanta</i>	Pastoreo y producción de heno	Excelente	Media	Media	---	Perpetuo	10-19
<i>B. decumbens</i>	Pastoreo y producción de heno	Buena	Buena	Buena	6-10	Perpetuo	11-18
Tobiata	Pastoreo, heno y ensilaje	Buena	Alta	Media	9-10	Perpetuo	23-30
Maicero	Pastoreo, heno y ensilaje	Buena	Buena	Buena	7-12	Anual	12-16
Hermatria	Pastoreo	Buena	Buena	Media	8-12	Perpetuo	10-12
Tifton 65 y 85	Pastoreo	Buena	Media	Media	11-13	Perpetuo	11-14
Avena negra	Pastoreo, heno y grano	Muy buena	Buena	Media	13-15	Anual	5-8
Avena	Pastoreo, heno y ensilaje	Muy buena	Buena	Muy buena	12	Anual	4-5
<i>P. purpureum</i>	Pastoreo y ensilaje	Muy buena	Muy buena	Media	12-15	perpetuo	12-16

Fuente: revista beefmaster

4.3 Factores que influyen en la selección de planta para forraje:

- Producción de plantas para forraje
 - Valor nutritivo y Exigencias en nutrición
 - Época y forma de utilización
- Costos de implementación
Formas de uso del forraje

5. Características generales de: *Pennisetum purpureum*

5.1 Clasificación Taxonómica de *Pennisetum purpureum*

Familia: poaceae

Tribu: panicoide

Genero: *Pennisetum*

Especie: *Purpureum*

Nombre científico: *Pennisetum purpureum*

Nombres Comunes: pasto elefante, pasto napier, forraje napier, Herbe Elephant, pasto gigante



Figura 1. pasto *Pennisetum purpureum*

Pennisetum purpureum se establece en forma natural en toda África y América tropical, en las riberas de los ríos y en regiones muy húmedas, también en suelos secos de las sabanas y con frecuencia en suelos barbechados donde llegan a formar colonias muy extensas. Las poblaciones silvestres son utilizadas para pastorear y también como fuente de forraje fresco para alimentar al ganado vacuno, pero por lo regular este pasto se cultiva.

Pennisetum purpureum ha sido introducido prácticamente a todos los países tropicales y regiones subtropicales, y es ampliamente cultivado como forraje desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altitud y en menor escala como pradera para pastorear.

Es un pasto de gran valor por su alta productividad, vigor competitivo, palatabilidad, persistencia y alta calidad.

5.2 Descripción botánica:

Pasto perenne robusto que forma racimos largos y amplios se extiende por medio de estolones o rizomas cortos. Sus tallos son erectos y se ramifican en la parte superior, cada uno con mas de 20 nudos y miden 2 - 6 metros de alto, en la parte baja miden mas de 3 centímetros de diámetro, las vainas de las hojas son glabras o rodeadas por tricomas largos y duros. Las hojas miden 30 – 120 cm de largo y 1 - 5 cm de ancho; son glabras o vellosas, especialmente en la base y con una prominente nervadura central en la parte baja. En el tallo principal y en las ramificaciones laterales se encuentra la panícula terminal que se asemeja a una espiga, es densa y cilíndrica mide de 10 – 30 cm de largo y 15 a 30 mm de ancho (excluyendo las cerdas). El color de la panícula es variado (verdoso, amarillo café o púrpura) y con un raquis densamente vellosa. Las numerosas cerdas pueden ser simples o en racimos de dos a cinco, por lo regular solo una es fértil, rodean la panícula y miden 5 –7 mm de largo. La gluma superior es muy pequeña o esta suprimida mide 0.51 – 1 mm de largo. El flósculo inferior es masculino o vacío, el superior es bisexual, fértil o algunas veces masculino, el grano mide 2mm de largo.

illustration provided by:
IFAS, Center for Aquatic Plants
University of Florida, Gainesville, 1996



Figura 2. Partes descriptivas de *Pennisetum purpureum*.

5.3 Medio ambiente

Pennisetum purpureum es más productivo bajo fotoperiodos cortos. Crece y se desarrolla mejor bajo temperaturas altas, pero también puede tolerar temperaturas bajas; sin embargo, bajo estas condiciones su productividad es afectada y las plantas interrumpen su crecimiento cuando la temperatura es menor a los 10°C. (Wang, 1961) y (Gosnell y Weiss, 1965.) aún con una ligera helada, la planta muere, pero las partes subterráneas permanecen vivas aunque el suelo registre una baja temperatura. Debido a las tolerancias a las bajas temperaturas, ha sido posible que se propagara fuera de los trópicos como por ejemplo en el norte de África donde ya se cultiva y en algunas partes cálidas de estados unidos.

La forma silvestre de *Pennisetum purpureum* normalmente crece en regiones donde la precipitación media anual es superior a los 1000 mm, pero también puede establecerse en las riberas de los ríos de regiones semiáridas. Cuando se cultiva, puede soportar largos periodos de sequía, y aunque su crecimiento y desarrollo se ven afectados, se recupera muy rápido con las llegadas de las lluvias. Para que este pasto sea altamente

productivo, requiere de suelos fértiles, pero también puede crecer en cualquier tipo de suelo aunque su vigor y producción disminuyen. Es muy sensible a las inundaciones o encharcamientos, pero puede crecer y ser medianamente productivo en suelos encharcados que tengan un buen drenaje.

5.4 Establecimiento

Pennisetum purpureum produce poca semilla o nada; sus plántulas son pequeñas y frágiles se caracterizan por tener un crecimiento lento, por lo cual el establecimiento se realiza vegetativamente por medio de divisiones del macollo o cortes del tallos. Los cortes deben de provenir de los tallos más duros y que contengan por lo menos tres nudos. El suelo debe de ararse y rastrearse de preferencia en hileras, para que los cortes se planten en forma un poco angular o vertical; cada corte debe enterrarse dejando por lo menos un nudo expuesto a la intemperie, es recomendable que los cortes se coloquen con la parte basal hacia abajo, lo cual se reconoce fácilmente por la posición de la yema que se sitúa justo arriba (y no abajo) del nudo, si los cortes se plantan de forma incorrecta tendrán un crecimiento mucho mas lento, los cortes se pueden almacenar hasta por 20 días, pero en los subtrópicos con inviernos fríos o moderados, se pueden almacenar durante todo el invierno.

Cuando se plantan, los nudos inferiores desarrollan raíces y brotes mientras que el ápice solo desarrolla un brote. Otra forma de realizar la plantación es colocando los cortes en los surcos hechos por el arado, en hileras separadas a 50 – 200 cm. En regiones áridas se recomienda hileras más amplias. Las distancias entre las plantas en las hileras es por lo regular de 50 – 90 cm. También se puede plantar de forma mecánica con una plantadora hueca que tiene una punta o diente para hacer un surco profundo donde se colocan los surcos y después son cubiertos por una capa superficial de tierra mediante el eje trasero de la maquina.

Grof, (1969) y Whyte (1959) reportan que se logro un establecimiento satisfactorio al arar los cortes dentro del suelo. Se puede aplicar una cantidad moderada

de fertilización fosforada durante el establecimiento, alrededor de 100 – 2000 Kg. de superfosfato / ha. de preferencia aplicar a chorrillo cerca de los cortes o divisiones. Si se utiliza estiércol, debe de aplicarse durante el arado. Para controlar malezas durante las primeras etapas de crecimiento, se puede aplicar un herbicida o realizar un deshierbe entre las hileras; en una prueba realizada utilizo cerca de 6kg de atrazine/ha. (Casamayor, 1970.) El cual resultó ser más efectivo.

Farinas (1970.) considera que *Pennisetum purpureum* es un fuerte competidor y es posible erradicar la maleza cuando se planta dentro del suelo. En regiones con una temporada con lluvias definida, la plantación se realiza al inicio de ésta y prácticamente en cualquier época de lluviosa o cuando se cuente con sistema de riego. El pasto puede ser cortado o pastoreado a los tres meses de haber sido plantado.

5.5 Manejo y fertilización

Pennisetum purpureum puede utilizarse como abono verde, para pastoreo o ensilado. Cuando es para pastorear, la planta no debe rebasar los 100 – 120 cm de alto, pero si se va a cortar debe de sobrepasar los 200 cm. La productividad de pasto puede variar cuando se utiliza para pastoreo y cuando se corta con frecuencia tiene una mayor producción, el pastoreo rotativo es más importante para *Pennisetum purpureum* que para pastos más pequeños y menos ramificados. Los intervalos entre corte y pastoreo por lo regular fluctúan de 4 a 14 semanas. La producción de pasto es casi invariablemente alta cuando los cortes son menos frecuentes, pero el contenido de PC en el pasto decrece a medida que aumenta la frecuencia de los cortes.

Al cortar el pasto cada 60 – 90 días se obtuvo un rendimiento de 62 y 72 toneladas de forraje verde por hectárea respectivamente, y los porcentajes de PC fueron de 10.9 y 6.9 % (Ribera Brenes, 1962.).

Grof (1969.) menciona que al cortar el pasto cada 4,6 u 8 semanas, la materia seca fue de 9.16, 15.61 y 19.04 tonelada por hectárea respectivamente, con un contenido de PC de 11.0, 8.2 y 6.4%. Sin embargo, la producción de PC difiere solo ligeramente y fue de 904, 1155 y 1105 kg/ha. Con la disminución de la frecuencia de cortes, la producción de NDT normalmente aumenta, siendo este aumento de alguna manera más lento que el de MS. La altura del corte sigue siendo un tema muy controvertido.

Un pastizal fuertemente fertilizado y cortado casi al ras del nivel del suelo 0 – 7 centímetros dio un rendimiento alto de 31.25 tonelada de MS/ha. En comparación con un pastizal cortado a 18 – 25 centímetros de nivel del suelo que produjo 26.01 toneladas, Costas, y Chandler (1961).

Werner (1966) en una prueba realizada en Brasil cortó el pasto con un intervalo de 4 semanas y a una altura de 1 – 30, 30 – 40, y 70 – 80 cm. a nivel del suelo, dio un rendimiento de MS de 4.47, 11.9 y 13.12 tonelada por hectárea, y cortado casi al nivel del suelo se obtuvieron las producciones mas bajas. Debe notarse que los cortes o pastoreos son difíciles de mantener a un cierto nivel, debido a que la planta aumenta de tamaño ligeramente en cada cosecha.

El riego es por lo regular aplicado, Perreira reporta un incremento de hasta 70% en la producción de pasto con el riego en los meses de invierno, (Perreira, 1966.).

Pennisetum purpureum responde bien a la fertilización, en especial a la de nitrógeno si se aplica junto con Pm K y algunas veces con Mg. Grof (1969) señala que al incrementar la aplicación de nitrógeno de 112 a 280 kg/N/ha se duplica el rendimiento del pasto, sin embargo, aún con cantidades pequeñas de nitrógeno se obtienen buenos resultados. También, Stephen, (1967) reportó un incremento promedio en la producción de < 13 a 20 toneladas de MS/ha cuando se aplico 40 Kg. De N/ha durante el primer año y 80 Kg. De N/ha en los años siguientes.

(Guerrero, 1970) obtuvo grandes incrementos aplicando una dosis alta de fertilizante, al aumentar la fertilización de N/ha de 200 a 600 Kg./ha, se obtuvo un rendimiento de pasto de 5456 a 14092 Kg. de MS/ha. También se logró al aplicar 800 kg de N/ha pero estos resultados no siempre son frecuentes. Las dosis más efectivas de N en términos de MS se obtuvieron partir de 1 Kg. de N aplicado y lo mismo se ha observado con dosis más bajas.

Buenaventura (1962) encontró que la respuesta al N aplicado aun en menores cantidades, por lo regular se incrementa conforme la edad de la planta. La aplicación de N generalmente aumenta el contenido de PC en el pasto, la mayoría de las veces en forma sustancial y en porcentaje de MS puede alcanzar 18% e incluso 20% bajo aplicaciones altas de N. El fósforo produce un efecto menos significativo que el nitrógeno, pero también incrementa el rendimiento de forraje, por lo general solo en asociación con la cantidad de N aplicado. Se tiene poca información sobre los efectos del potasio (K) y Magnesio (Mg), aunque Stephens afirma que el K y Mg incrementa la producción de pasto utilizado para abono verde y tiene poco efecto en pastizales para pastorear.

En condiciones óptimas de suelo, humedad y fertilidad, algunas variedades sobrepasan las 300 toneladas por año, sin embargo, lo más frecuente es esperar rendimiento que fluctúen entre 180 y 200 toneladas/ - ha/año de materia verde; de 35 a 40 toneladas/ha/año de materia seca, con 6 cortes al año.

Encontraron aumentos de materia seca (MS) a medida que se incrementaron niveles de nitrógeno, observe Cuadro 3. Mientras que en el Cuadro 5 se presenta la cantidad de elementos minerales extraídos de acuerdo a los rendimientos de diferentes pastos.

Niveles de N Kgs/Ha	Ton./M.S. Ha/año	Kgs M.S./1 kg Incremento de N
0	828	
100	11.131	29,00
250	16.131	38,47

400	20.598	24,65
600	28.025	37,14

Cuadro 3 Efecto de cinco niveles de nitrógeno sobre el rendimiento de *Pennisetum purpureum*.

5.6 Conservación

Usualmente el pasto cortado se ofrece fresco, pero también se puede ensilar, aunque el ensilado no se asienta con facilidad, se ha logrado preparar algunos satisfactorios. Las Pérdidas de MS durante el ensilado son de bajas hasta moderadas alrededor del 12%, pero también, se han reportado pérdidas de hasta más de 20%. De siete a quince kg de melaza por tonelada de pasto resulta insuficiente para que la fermentación vía ácido láctico se lleve a cabo, pero si se remoja en una solución de melaza da como resultado que el pH alcance valores inferiores a 4, que es suficiente para que se efectuara una perfecta fermentación.

Atchopole y Henzell (1971) reportaron bajos contenidos de NDT en el ensilado, pero. Butterworth, 1967. En sus investigaciones reporta de 55 – 61 % de NDT en ensilados preparados ofrecidos a ovejas.

De Lucci (1968) informa que los NDT y la MS consumidas por las vacas alimentadas con ensilados de *Pennisetum Purpureum* fueron menores en comparación con los obtenidos con ensilados de sorgo y maíz. También se encontró que las vaquillas que consumían a diario mas ensilados que pasto fresco, mostraban una ganancia de peso vivo ligeramente mayor, debido a que los ensilados contenían menos PC y N digerible que el pasto fresco y mas ELN por lo cual los ensilados son mas convenientes para las vaquillas que para las vacas lactantes o terneras.

5.7 Enfermedades y plagas

Se han registrado varios patógenos fúngicos que atacan a *P. purpureum* y el tizón causado por el Hongo *Helminthosporium ocillum* es el más importante. Algunas variedades, por ejemplo el Cv. Uganda Hairless, parece ser de los más resistentes a estas enfermedades. El acaro rojo causa un daño considerable a los pastizales que se cultivan en Kenia; los ácaros viven en las partes inferiores de las hojas, bajo la protección de las vellosidades y no se han observado en las variedades con hojas glabras.

5.8 Producción de pasto

En suelos bien fertilizados y en climas cálidos-húmedos o bajo riego, *P. Purpureum* puede producir altos rendimientos de pasto. La producción máxima reportada recientemente parece ser de 310 toneladas de pasto fresco o 71.9 tonelada de pasto seco/ha. Del Cv. minero cosechado en Brasil durante los 13 meses que duro la prueba.



Figura 3. Ganado de doble propósito en producción de pasto y de *Pennisetum purpureum*, en la comunidad de Vicente Guerrero, Municipio de Francisco León, Chiapas.

Cooper (1970) también cita una producción de 85.1 toneladas de MS/ha en el Salvador. Pereira (1966) obtuvo un rendimiento relativamente bajo durante la época de lluvias en el verano, la producción de forraje verde fue de 170 a 220 ton/ha, dependiendo

del cultivar; los rendimientos mas altos fueron obtenidos del cv. Napper. Durante la época de sequía, la producción fue de 10 a 19 ton/ha y la fertilización con N – P – K no produjo ningún incremento o efecto ligeramente a la producción; sin embargo, cuando la fertilización se combino con el riego por aspersión, la producción aumento hasta alcanzar 57 ton/ha para el cv. Merkeron y 30 – 40 toneladas en otras cultivares utilizados en la prueba.

Little (1959) Reporto altos rendimientos mas realistas, arriba de 30 toneladas de MS/ha/año y más de 6 toneladas durante la época de secas. Las producciones esperadas a nivel comercial pueden ser de 2 a 10 toneladas de MS/ha/año en suelos sin fertilizar o ligeramente fertilizados y de 6 a 30 toneladas en pastizales bien fertilizados con N y una pequeña dosis de P, el riego es necesario para lograr altos rendimientos en regiones de temporal o de clima seco.

En el Centro de Investigaciones Agronómicas, de Maracay, se trabajo con 6 cultivares de pasto Elefante, y cortándolo cada 60 días, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cultivares	Altura (m)		Relación Hoja - Tallo		Rendimiento Kg/Ha/ms.	
	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía
Taiwan A-148	1,65	1,42	0,433	0,516	9075,0	7008,3
Tajwan A-146	2,10	1,90	0,370	0,517	11525,0	9979,2
Tajwan A-144	1.58	1.31	0.407	0.428	8666.7	6558.3
Cubano	1.45	1.11	0.429	0.583	8245.8	5454.2
Gjgante	1.49	1.21	0.520	0.538	7754.2	5700.8
Mjneiro	1,75	1,46	0,528	0,591	10608.3	7675,0
Promedio	1.67	1.40	0.448	0.529	9312.5	7140.9

Cuadro 4 Rendimiento promedio kg/ha altura (metros y relación hoja -tallo de los 6 cultivares de elefante en los períodos estacionales.

Especies	Promedio M.S. corte/año					
		Nitro.	Fosf.	Potasio	Ca.	Magnesia
Elefante	25.200	302	64	504	96	63
Guinea	23.000	288	44	363	109	99
Pangola	23.700	299	47	358	109	67
Pará	24.000	307	43	383	115	70
Capím melao	13.000	207	32	208	56	44
Promedio	21.000	281	46	363	105	70

Cuadro 5 Estudio realizado en Puerto Rico, que demuestra a continuación los elementos minerales extraídos de acuerdo a los rendimientos de diferentes pastos

5.9 Asociación con leguminosas

Pennisetum purpureum por lo regular se cultiva solo, pero también se han reportado mezclas con leguminosas en forma experimental y comercial. Las leguminosas grandes y vigorosas capaces de resistir a *P. Purpureum* no son utilizadas con frecuencia para este propósito. Las mezclas con *Pueraria phaseoloides* han dado buenos resultados en Belice. Donde *P. Purpureum* se cultiva en prados de leguminosas ya establecidos. La asociación con *Desmodium intortum* ha dado resultados satisfactorios en Hawai, donde esta leguminosa fijo alrededor de 400 Kg. de N/ha; la fijación del nitrógeno se redujo ligeramente cuando se cultivo junto con *Pennisetum purpureum* (Whitney, 1967.)



Figura 4. Asociación con una leguminosa *Pennisetum purpureum* y *C. pubescens*.

En una prueba realizada, la producción de MS de *Pennisetum purpureum* 5.74 ton/ha en un año y de 4.48 toneladas en otro año; las mezclas con *D. Intortum* produjeron 8.68 tonelada y 13.56 toneladas respectivamente y resultados similares se obtuvieron en mezcla con *D. Uncinatum* (Kenia Report, 1970). En otra prueba realizada también con *D. Uncinatum* cultivado con *Pennisetum purpureum* incrementó el contenido de PC en el pasto de 6.0 – 7.1% y el contenido de PC de la mezcla fue de 9.8%. (Suttie y Moore, 1966).

Se han cultivado mezclas con *Centrosema pubescens* con óptimos resultados, en donde el 11% del nitrógeno fijado por la leguminosa fue aprovechado por *P. Purpureum* durante los 6 meses de crecimiento activo. Otras de las leguminosas cultivadas junto con *Pennisetum purpureum* fueron *Stizolobium deeringisnum* y *Gllycine wighti*.

5.10 Composición química y valor nutritivo.

Durante las primeras etapas de crecimiento de *Pennisetum purpureum*, el pasto contiene una gran proporción de agua y solo 12 – 18% de MS, menos que la mayoría de los otros pastos tropicales, pero el contenido de MS aumenta conforme a la edad de la planta. El contenido de PC varía ampliamente y depende de la frecuencia de los cortes o

pastoreos, de la fertilidad del suelo, de la cantidad de fertilizantes aplicados y de la proporción de hojas en el pasto.

Pruebas realizadas en el contenido promedio de PC en el pasto cortado cada 30, 60 y 90 días fue de 9.36% en las hojas, de 4.38% en los tallos y el contenido de FC fue de 31.14% y 35.62% respectivamente (Rodríguez y Blanco, 1970). En otros estudios se observó una variación temporal en el CP en el pasto cortado con frecuencia, de 13.0 hasta 19.7% y solo durante los días más secos del mes de febrero, el contenido de PC disminuyó por debajo del 10%. (Gomide 1969).

En Brasil, también obtuvieron valores similares de PC 23 – 24, 12 y 7% en pasto con 4, 8 y 24 semanas de crecimiento respectivamente, con un contenido promedio estimado de PC alrededor de 10%, comparable con el contenido de PC de los otros cinco pastos estudiados, excepto que el contenido de PC en las plantas jóvenes fue mucho mayor en *Pennisetum purpureum* que en las otras especies de pastos. También en Surinam se observaron altos contenidos de PC, que fluctúan de 15.6% en plantas con 3 semanas de crecimiento hasta 9.7% en plantas con 8 semanas de crecimiento.

Butterworth (1967). Cita en sus investigaciones numerosos análisis realizados en diferentes países de los contenidos de PC fluctúan de 4.4 a 20.0%, de FC de 30.4 a 49.8% y de EE de 1.0 a 3.6%. en las pruebas realizadas por Rodríguez y Blanco, el contenido de P fue alto y fluctuó de 0.28 a 0.39% en las hojas y de 0.38 a 0.52 % en los tallos y el contenido de Ca fue de 0.43 a 0.48% y de 0.14 a 0.23% respectivamente. La digestibilidad de la MS de acuerdo a Butterworth, 1967. Puede variar de 48 hasta 71%, la de la PC de 41 a 71%, la de FC de 46 a 75%, la de ELN de 40 a 74% y la de EE de 19 a 73%. El contenido de NTD puede fluctuar desde 40% en las plantas con 230 cm. De alto hasta 67% en plantas más jóvenes y cortas y los contenidos de PCD son de 0.9 y 14.8%. por su parte Dougall y Birch (1966) reportaron un valor bajo del pH, menor de 6 en pasto fresco de *Pennisetum purpureum*.

Así como también en géneros y especies cercanamente emparentados. La palatabilidad de la mayoría de los tipos cultivados es buena y el ganado vacuno los consume con facilidad, pero cuando se encuentran en una etapa de crecimiento avanzado, los tallos no son consumidos y solo se comen las hojas. Las variedades con nudos en los tallos y con las vainas de las hojas cubiertas con vellos duros, son evitadas por los animales debido a que lesionan sus ojos. El valor nutritivo suele variar con la época de corte y la edad, los contenidos de proteína, calcio y fósforo disminuyen con el incremento de la edad, mientras aumenta la materia seca.

Parte Morfológica		Edad (días)	M. S. %	Proteína %	Calcio %	Fósforo %
Hojas		30		12,75	0,47	0,35
		60	16,52	9,18	0,43	0,39
		90	21,44	6,14	0,48	0,28
			<u>31,69</u>	<u>9,36</u>	<u>0,46</u>	<u>0,34</u>
	Promedio		23,21			
Tallos		30			0,23	0,44
		60	8,94	7,54	0,20	0,52
		90	13,33	3,52	0,14	0,38
			<u>22,31</u>	<u>2,07</u>	<u>0,19</u>	<u>0,44</u>
	Promedio		14,86	4,38		

Cuadro 6, Porcentaje promedio de materia seca, proteína, calcio y fósforo de 21 cultivares de Elefante en tres etapas de crecimiento.

5.11 Producción Animal

Se ha obtenido una alta producción animal a partir de pastizales *Pennisetum purpureum*. En Brasil (Lima, 1968), el ganado vacuno para engorda pastoreado en pastizales sin fertilizar tuvo una ganancia de 328 kg/ha/año y en Hawai, 1970. Se alcanzó una ganancia de 280 – 323 Kg en ganado vacuno pastoreado en pastizales fertilizados con 118 – 200 kg de N/ha; la ganancia de peso vivo se incremento a 406 y 400 – 462 kg/ha respectivamente. En Puerto Rico, en pastizales fuertemente fertilizados la ganancia de peso vivo se incremento mas de 1200 kg/ha, y las vacas pastoreadas en una pradera vieja

donde se aplicó una cantidad de 560 Kg. de N – P – K /ha dieron un rendimiento de 6200 Kg. de leche / ha (Caro, Costas y Vicente – Chandler, 1969).

Grof (1969b) reportó que la ganancia de peso vivo en vacas pastoreadas en un pastizal con la mezcla *Pennisetum purpureum* / *centrosema pubescens* dieron un incremento de 820 Kg./ha.



Figura 5: Animales en pastoreo, en la comunidad de Vicente Guerrero, municipio de Francisco León, Chiapas, en pastizal de *Pennisetum purpureum*.

5.12 Floración y Reproducción

Pennisetum purpureum es una planta que florece bajo fotoperiodos relativamente largos Wang, 1961. Aunque Maire, 1952 afirma que ssp *benthamii* nunca florece en el norte de África, algunas variedades y cultivares desarrollan paniculas y florecen más fácil y tempranamente que las otras. Las flores son marcadamente protogénicas; los estigmas emergen 3 – 4 días antes que las anteras (Grof, 1969).

Brown y Emery (1958) encontraron que *Pennisetum purpureum* es una planta apomictica, sin embargo, su conclusión se baso principalmente en la evidencia citologica y existen evidencias de que por lo menos algunas de las numerosas variedades, en particular las diploides, se pueden reproducir sexualmente (Osaka y Ripperton, 1948; Grof, 1961). Grof observó durante el desarrollo del cv. Capricornio, que las plantas provenientes de semilla debido a una polinización cruzada con plantas del tipo merkeron variaron y desarrollan una población segregada característica de las plantas de polinización cruzada, por lo cual se recomienda no propagar el cv. Capricornio por medio de semillas si se quiere conservar la pureza varietal, aunque esta medida es innecesaria en plantas apomícticas. En un trabajo posterior, obtuvo progenies del cv. Camerún a partir de una fecundación sexual; algunas plantas de estas progenies resultaron mas vigorosas que la planta madre y produjeron el doble de MS/ planta; esta capacidad se debe a la manifestación del vigor híbrido que se puede conservar por medio de la propagación vegetativa, una practica usual de *P. Purpureum* en el cultivo.

La formación de semillas en *P. Purpureum* varia, pero por lo regular es pobre, aunque en la costa noroeste de Australia se ha reportado una buena formación de semilla. El porcentaje de germinación puede alcanzar hasta el 70% en las variedades que tienen una mejor formación de semillas y más del 15% para las variedades mas pobres. No se necesita una maduración postcosecha y se ha observado un alto porcentaje de germinación en semillas recién cosechadas (Grof, 1969b). Después de 6 meses de almacenamiento, el porcentaje de germinación decrece de 49 a 5% en las variedades más productivas y de 15 a 2% en variedades que tienen una formación de semilla mas pobre. Cuando la semilla se cosecha es muy esponjosa, por lo tanto necesita ser procesada, es decir, se deben de separar las espiguillas fértiles del involucro y de otras escamas para poder desprenderlas con mayor facilidad, las espiguillas son pequeñas y un kilogramo contiene alrededor de 3 millones de espiguillas fértiles o semillas. La propagación vegetativa es mas fácil y rápida que el establecimiento por medio de semilla y por tal motivo, no existe gran demanda comercial de semilla.



Figura 6. Inflorescencia de *Pennisetum purpureum*

5.13 Variedad y cultivares

Pennisetum purpureum es una especie muy variable y las tres subespecies por maire ya han sido brevemente descritas, aunque no son tan conocida por los agricultores. El nombre de la variedad merkeri botánicamente no es valido, pero es muy popular y los cultivares de los grupos Merker y Merkeron son ampliamente cultivados y el nombre de merker que es un cierto tipo de *P. purpureum* puede recordarse mejor.

Algunas formas de *P. purpureum* difieren en sus características vegetativas: grosor del tallo, tamaño de las hojas, vellosidades de los nudos en los tallos y vainas de las hojas, vigor, tamaño de los macollos, numero de brotes y altura de la planta. Las características florales también difieren y las paniculas varían en tamaño, color, densidad, y en algunos otros detalles de las paniculas y espiguillas, pero estas características pocas veces son estudiadas debido a que las plantas generalmente, no se les permiten, crecen tan alto y por lo tanto no alcanzan la etapa de floración. También hay diferencias en el numero de cromosomas y se han encontrado plantas diploides con $2n = 28$ y tetraploides con $2n = 56$, sobre la relación entre el tamaño de la planta. La morfología y el número de cromosomas. Las plantas que pertenecen a un cultivar por lo regular son similares, aunque también pueden haber cruza de dos o tres formas, la uniformidad se debe

principalmente a que los cultivares son de naturaleza clonal, es decir, son progenies que se propagan vegetativamente a partir de una sola planta madre, los cultivares se pueden clasificar en : plantas altas con vellos largos, plantas glabras o casi glabras y plantas pequeñas vellosas o ligeramente vellosas, que corresponden a las subespecies de los cultivares Maire. Los cultivares mas conocidos del grupo merker pertenecen a este último tipo.

Existen numerosos cultivares clasificados o cultivados bajo ciertos números proporcionados por las estaciones experimentales y los más conocidos son los siguientes:

1. Merker un poco similar a los cultivares merkeron. Es un grupo que puede tener un origen común. Las selecciones obtenidas de este tipo son conocidas por números por ejemplo: Merkeron 534 (también conocido como Costa Rica 534), que es mas productivo que el merkeron ordinario. Probablemente también pertenece a un tipo conocido como el Kenia como cv. Camerún Francés (Bogdan, 1965). Las plantas Merker y Merkeron tiene relativamente, numerosos tallos delgados, y hojas angostas que pueden ser glabras o casi glabras; son muy productivas y populares en América del sur, Indias Orientales y otras partes del mundo.(Crowder, 1970), menciona que en Colombia los cultivares Merker y merkeron y Costa Rica 534 producen de 40 –50 toneladas de pasto fresco cada 35 – 40 días y han comenzado a reemplazar a los tipos Napier y Común.
2. Napier. Este nombre se utiliza algunas veces para denotarlo como una especie o cierto tipo de *P. Purpureum*; sin embargo, sus características no han sido definidas totalmente.
3. Capricornio. Este cultivar ha sido desarrollado en Australia a partir de plantas del tipo Merker. Florece tardíamente y es muy frondoso y palatable (Barnard, 1972).
4. Mineiro. Es un cultivar que ha tenido muy buenos resultados en América del sur debido a su vigorosa brotación, lenta lignificación del tallo y productividad. En una prueba realizada en Brasil (Carvalho, 1972) durante dos años, su producción fue de 30.0 toneladas de MS/ha durante dos temporadas de lluvias y 3.3 – 6.0

toneladas de MS durante temporadas de sequía, sobrepasando en producción a los otros 11 cultivares estudiados.

5. Uganda glabra o Uganda. Este cultivar tiene largas hojas glabras y angostas, es resistente al tizón enfermedad causada por el hongo *helminthosporium*.

Otros cultivares que también vale la pena mencionar son; Cubano, Domira, Panamá, Ghana (Costa Dorada), Pungwe y Urukwanu.

Pennisetum purpureum puede ser cruzado fácilmente con *P. americanum* (también conocido como *P. Tiphoides* y *P. glaucum*). El primer híbrido fue desarrollado en Sudáfrica y liberado bajo el nombre de híbrido Napier Babala o pasto bana. Durante los primeros años de prueba, tuvo resultados muy alentadores a nivel experimental y agrícola, pero el interés en esta planta fue disminuyendo y en años recientes se han tenido pocos reportes. El híbrido sudafricano desarrolla más brotes que *P. purpureum*, tiene una mayor número de hojas, un crecimiento más rápido y produce un mayor volumen de forraje; sin embargo, los tallos son muy duros y las plantas menos persistentes. Otros híbridos obtenidos por la cruce de *P. purpureum* x *P. americanum* fueron posteriormente desarrollados en la India, primero al sur en Coimbatore y después en 1961 en Nueva Delhi. El híbrido desarrollado en Nueva Delhi se conoce bajo el nombre de Pusa Napier Gigante, actualmente se cultiva a gran escala. También se cultiva en Pakistán y ha sido introducido a Tailandia y Queensland, Australia, se ha adaptado a las regiones donde se cultiva sorgo forrajero.

De acuerdo a Jodphur (1965) las hojas de Pusa Napier Gigante son más grandes que las del pasto elefante, los vellos del limbo y vainas son más blandas y menos persistentes, y las ápices de las hojas son menos agudos. Los tallos son menos fibrosos, por lo tanto el pasto puede ser cortado durante las últimas etapas de crecimiento en comparación con el pasto elefante. Los tallos de los híbridos son más numerosos y crecen más rápido.

Siendo el híbrido Pusa Napier Gigante estéril (Narayanan y Dabadghao, 1972) la propagación es vegetativa del mismo modo que el pasto elefante, por medio de

divisiones o cortes de tallo y sembrados casi a la misma distancia. Los cortes de tallo que tienen alrededor de 3 meses de crecimiento “prender” mejor que los mas desarrollados y de preferencia la longitud de corte de abajo hacia arriba debe ser de dos tercios de la longitud total del tallo (Khan y Syed, 1970). Los híbridos tienen un rendimiento alto, pero no producen gran volumen de pasto y de acuerdo con Narayanan y Dabaghao (1972) requieren de una cantidad considerable de N, alrededor de 415 – 550 kg/ha y en Pakistan, Chaudhry (1969) obtuvieron una producción muy alta al aplicar 336 kg de N/ha en comparación con aplicaciones menores de N. También Narayanan y Dabadghao recomiendan aplicar 25 ton/ha de estiércol antes de la plantación.

El híbrido Coimbatore produjo 168 ton de forraje verde/ha y posteriormente se reportaron rendimientos mas altos de 283 ton/ha de híbridos de Pusa gigante, siendo estas producciones mayores a las obtenidas con *P. purpureum*. Jodhpur (1965) logro una producción de 383 ton /ha de forraje verde de Pusa Gigante al aplicar 112 Kg. de N/ha al pastizal, mientras que bajos las mismas condiciones *P. purpureum* solo produjo 138 ton, la diferencia entre las producciones es mayor cuando los cortes son realizados durante el verano y menor cuando se realizan en invierno. Sin embargo en Tailandia (Thaiphanich, 1968) el híbrido utilizado en las pruebas tuvo una producción similar a la de *P. purpureum*, el rendimiento de los dos plantas fue bajo de 34 ton de forraje fresco/ha. Pritchard (1971) reporta que en Queensland, Australia, este híbrido produjo mayor cantidad de forraje que el sorgo forrajero (*Sorghum almum*)

Narayanan y Dabadghao (1972) reportaron que la calidad del pasto es superior a la de *P. Purpureum* y contiene 25% más de PC y 12% más de azúcar. En las pruebas realizadas por Daftardar y Zende (1968) se reporta que los contenidos de PC fluctúan de 22.8% en plantas con 14 días de crecimiento, hasta 5.3% en plantas con 72 días de desarrollo; otros autores citan que el contenido de PC es de alrededor de 8 – 11% que la digestibilidad de la materia seca es de 65.6% en las hojas y 58.4% en los tallos y vainas. Pritchard (1971).

6. Características generales de *Brachiaria decumbens*

6.1 Clasificación taxonómica

Familia: poaceae

Tribu: panicoide

Genero: *Brachiaria*

Especie: *decumbens*



Nombre científico: *Brachiaria decumbens*

Nombres Comunes: pasto o zacate señal, pasto

Surinam (Jamaica) y chontalpo

Figura. 7 pasto *Brachiaria decumbens*

Se presenta de forma natural en los trópicos del este de África, en altitudes arriba de los 800 m, en climas húmedos moderadamente, en pastizales abiertos o con escasa vegetación y en suelos fértiles. Tiene poca formación de hojas y es muy apreciado para la ganadería porque puede soportar pastoreos constantes. En Uganda (Harrington y Thornton, 1969) transformaron un pastizal dominado por *Brachiaria decumbens* para el desarrollo de la ganadería intensiva y con la aplicación de fertilizantes nitrogenados la población aumento en la ciénega.

En Kenia se intentó cultivar *Brachiaria decumbens* en pequeña escala pero los resultados no fueron satisfactorios. En otros países donde esta planta fue introducida desde África del este se tuvieron mejores resultados y los rendimientos de materia seca obtenidos en los lotes experimentales fueron de 8 a 15 ton/ha y a veces superiores.

6.2 Descripción Botánica

Es una planta vigorosa, de crecimiento sub erecto que cubre densamente el suelo y puede alcanzar alturas de 60 a 100 centímetros. Sus hojas son de color verde brillante, en forma de lanza, densamente cubiertas por pilosidad, de 15 a 25 centímetros de ancho. Posee tallos decumbentes de color verde, que enraízan hasta el tercer o cuarto nudo. Su raíz es fibrosa y puede crecer a profundidades hasta de 2 metros. Produce una panícula con tres a ocho racimos cada uno con 30 ó 47 semillas, los cuales son fértiles pero presentan latencia que se rompe de siete a nueve meses después de la cosecha (Enríquez y col., 1999).

El nombre de señal es muy significativo, pues una de las ramas de la espiguilla se dobla en ángulo recto en relación al tallo, como señalando algo, es perenne, de entre nudos pequeños, nudos gruesos generalmente barbados, panícula de 3 a 6 centímetros de largo, espiguillas de 4 mm. Produce macollos compactos y erectos, con gran follaje. (Flores 1980).

Es muy semejante en características a los pastos para y pangola, sus vástagos erectos emergen de una base estolonifera tendida, los estolones enraízan y se ramifican rápidamente de cada nudillo formando una densa alfombra que llega a alcanzar una altura de 12 a 18 pulgadas (Yates, 1975).

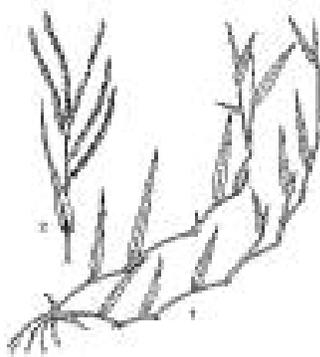


Figura 8 características descriptivas de *Brachiaria decumbens*.

6.3 Medio ambiente

Brachiaria decumbens es un pasto que se caracteriza por su elevada adaptabilidad a las condiciones de lomeríos con suelos rojos arcillosos; es poco afectado por el invierno y la sequía, soporta cargas de hasta 2.7 cabezas por hectárea por año. Es muy resistente al pisoteo y al pastoreo. Ruiz Rodríguez (1983) indica que en la sabana de Huimanguillo Tabasco, *Brachiaria decumbens* soporta una carga de 2 animales por hectárea, pero trabajando con maquinaria y aplicando fertilización

6.4 Establecimiento



Figura. 9. Establecimiento. De un potrero de pasto señal (*Brachiaria decumbens*) en terreno accidentado. En la comunidad de Vicente Guerrero. municipio de Francisco León. Chiapas.

Debido a la escasez de semilla, este pasto se propaga vegetativamente por medio de cortes o divisiones del macollo, los cuales prenden fácilmente bajo condiciones climáticas húmedas, aunque en Colombia se observó poca sobre vivencia de los vástagos.

El primer paso para establecer una pradera es conocer las especies disponibles y las características de adaptación al suelo y clima de los diferentes pastos ya que difieren en los requerimientos a las condiciones naturales existentes en el trópico de México. Cuadro 7 (Enríquez, 1999).

Especie	Adap. Alt. Max. msnm	Precip. Mim mm/año	Tolerancia a suelos				Tolerancia a	
			Fértil	Textura	Acidez	Salin.	Sequía	Inund.
<i>Decumbens</i>	1800	700	Media/baja	A-ARC	Alta	Baja	Alta	baja
<i>Brizanta</i>	1800	1000	Media/alta	F	Media	Baja	Media	Baja
<i>Dictyonera</i>	1100	1000	Media/baja	A-F	Alta	Baja	Media	Baja

<i>Humidicola</i>	1200	1000	Alta/media	A-F-ARC	Alta	Media	Alta	Alta
<i>mutica.</i>	1100	1000	Alta/media	A-F	Alta	baja	baja	Alta

(Fuente: Bogdan 1977)

Cuadro 7: Principales características de adaptación en diferentes condiciones naturales de los pastos.

6.5 Manejo y fertilización

En Sarawak, de los cuatro pastos comparados, *Brachiaria decumbens* dio los rendimientos mas altos y produjo 9.9 ton/ha sin la ayuda de fertilización. Al aplicar 112 kg de N/ha produjo 14.0 ton y 19.7 ton cuando se duplicó la dosis; pero no hubo ningún incremento en la producción al aplicar dosis mas elevadas. La producción de PC fue de 457, 736 y 1160 kg/ha/año, respectivamente (Ng, 1972). En Colombia (Crowder, 1970) reportaron que se obtuvieron producciones de hasta 14.6 ton de MS/ha en suelos naturalmente fértiles y que al fertilizarlos con nitrógeno los rendimientos aumentaron hasta 20 ton. cuando el pasto era cortado cada 6 semanas; en Brasil se obtuvieron rendimientos ligeramente menores. Grof y Harding (1970) reportan que también se tuvieron buenos resultados en Surinam, Jamaica y Australia con una producción arriba de 36 ton de MS/ha.

Brachiaria decumbens, brinda una sólida respuesta a las aplicaciones de nitrógeno y de fósforo, la fertilización aumenta la calidad del forraje, la urea es bien recibida por esta especie, es tolerante a las inundaciones (Ruiz Rodríguez, 1983). En un estudio mas reciente (Enríquez, 1998) con un tratamiento de 100 y 50 kg/ha de N y P₅ O₂ respectivamente se obtuvo una relación de densidad de tallos florales (DTF), rendimiento de semilla cruda y rendimiento de semilla clasificada de las especies B. Brizanta, B. Decumbens y B. Humidicola como se indica en el cuadro 8.

Especie	DTF (N/M ²)	Rendimiento	
		Semilla cruda(Kg/ha)	*Semilla clasificada (Kg/ha)

<i>B. brizantha</i>	141	165	32
<i>B. decumbens</i>	563	563	374
<i>B. humidicola</i>	911	55	21

*semilla con un porcentaje de pureza de superior al 90%

Cuadro 8: densidad de tallos florales, rendimiento de semilla cruda y clasificada de 3 especies de *Brachiaria* en el sur de Veracruz.

En otros trabajos realizados por Meléndez (1998) sobre la aplicación de nitrógeno en los pastos chontalpo, insurgente, humidicola, para evaluar la respuesta a la producción de materia seca, con aplicaciones de 0, 75, 150 kg/ha donde se presentaron mejores respuestas a la aplicación de nitrógeno del pasto *B. brizantha* como se muestra en el cuadro: 9.

Especie	Niveles de Nitrógeno Kg/ha.		
	0	75	150
<i>B. decumbens</i>	7.85	10.63 (37.6)	13.91 (40.5)
<i>B. brizantha</i>	5.99	10.67 (62.1)	16.82 (72.3)
<i>B. humidicola</i>	6.67	9.26 (34.59)	12.39 (38.1)

Los datos entre paréntesis son la eficiencia de conversión y se expresa como kg de MS/kg de N aplicado.

Cuadro 9: Niveles de nitrógeno aplicados a las especies de *Brachiarias*.

6.6 Enfermedades y plagas.

La mosca pinta puede llegar a atacarlo especialmente en la época mas lluviosa agosto – septiembre, pero se recupera, el ataque del insecto posiblemente pueda atenuarse a base de manejo del pastizal no permitiendo que la plaga encuentre el campo limpio con zacate desarrollado. (Ruiz 1983).

Es posible reducir los efectos de la mosca pinta mediante la utilización adecuada de la carga animal, es decir, el animal debe de cosechar al máximo posible de forraje producido sin permitir la acumulación de material muerto sobre el suelo el método de

pastoreo es un factor importante para manejar eficientemente una pradera, ya que su uso racional o irracional determinara la productividad de la pradera.



Figura 10. efectos de la mosca pinta en *Brachiaria decumbens*.

Existen diversos métodos de control de la mosca pinta, los cuales deben de manejarse integradamente para reducir al mínimo los daños que ocasiona, entre los que han dado mejores resultados son los siguientes (Calderón y Varela, 1982).

Mancha foliar, patógeno *Cercospora fusimaculans*, *cercospora* y *canenscens*. Produce lesiones en las hojas de color marrón o negro, generalmente con una aureola amarilla de forma angular o circular.

Pudrición y secamiento: *Rhizoctonia solani*. Ocasiona pudrición y secamiento de las hojas y tallos, se caracteriza por manchas negras en los tallos. En las gramíneas, el daño que provoca al inicio es parecido al debilitamiento por sequía, posteriormente aparecen manchas en las hojas de color café. Si la enfermedad progresa, las manchas pueden unirse hasta provocar el marchitamiento de la planta por completa. La roya: *Uromyces setarialitalicae*. produce pústulas en ambos lados de las hojas de color café.

6.7 Producción de pasto

Brachiaria decumbens, exhibe porte relativamente bajo puesto que no alcanza más de 80 cm de altura, aunque no es conveniente dejarlo crecer de este tamaño ya que empieza a lignificarse. El óptimo aprovechamiento ocurre alrededor de los 60 cm. El hábito de crecimiento hace que *Brachiaria decumbens* se extienda cubriendo rápidamente el área impidiendo que la maleza desarrolle puesto que genera mucha sombra sobre el suelo. Emite una gran cantidad de macollos y un gran volumen de hojas que son bastante anchas y similares a la del zacate Egipto, lo cual es fácil apreciar. (Ruiz 1983).



Figura 11. producción de pasto de *Brachiaria decumbens* en su primer año de establecimiento. En la comunidad de Vicente Guerrero, municipio de Francisco León, Chiapas.

El análisis de crecimiento vegetal puede constituir una herramienta de gran valor para conocer la formación y acumulación de biomasa, determinada por los factores internos de la planta y por el ambiente en que se desarrolla. La tasa de crecimiento aumenta en relación directa con la biomasa vegetal, por el aumento de la pradera y por su capacidad fotosintética, alcanzando su valor máximo cuando la intercepción de luz es de 95-100% (Noy Meir, 1975).

Especie	Cultivar	Nortes	Secas	Lluvias
<i>Brizantha</i>	16322	13	54	83

	16168	16	50	76
	12135	23	62	73
	667	15	42	44
	16827	16	32	39
	6387	15	25	67
	664	23	38	57
	mixe	9	39	36
	insurgente	13	29	82
<i>decumbens</i>	16497	15	38	35
	señal	11	53	33
<i>humidicola</i>	16886	40	34	40
	6705	24	36	59
	6369	32	49	36
	Chetumal	19	29	46
<i>dictyoneura</i>	6133	23	70	81
<i>mutica</i>	Para	15	45	55

Cuadro 10. tasa de crecimiento (kg/ha/día) por corte en la época (nortes, secas y lluvias) a 12 semanas al corte de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. En el estado de Veracruz.

En un trabajo realizado por Haydock y Shaw (1975) sobre la evaluación de 2 accesiones e híbridos de *Brachiaria*, encontraron que los materiales B. *Brizantha* 26110 presentó una buena tasa de crecimiento a comparación de los otros materiales cuadro 11.

Materiales/especies	Épocas de lluvia (kg/MS/ha)	Época seca (Kg/MS/ha)
<i>Brizantha marandu</i>	20	12
<i>B. decumbens</i>	33	11
<i>B. Brizantha</i> 16322	33	12
<i>B. brizantha</i> 26110	59	38

Cuadro 11 Tasa de crecimiento a 24 días al corte de diferentes ecotipos y especies de *Brachiarias*.

6.8 Asociación con leguminosas

El establecimiento de una asociación de pasto-leguminosa requiere de ciertos arreglos de siembra para evitar efectos de competencia que provoquen el dominio o desplazamiento de alguno de los componentes, con lo cual se perdería el objetivo de mantener estable en el tiempo y espacio la asociación en la pradera (Enríquez, 1999).



Figura 12. Asociación de *B. decumbens*. con *Neonotonia wightii* y *Desmodium intortum*

La introducción de una leguminosa a una pradera de pastos se traduce en incrementos significativos en la carga animal, en ganancia de peso vivo tanto por animal como por hectárea.

Cuando se asocia una leguminosa como Kudzú con un pasto como el chontalpo (*Brachiaria decumbens*), se logra mejorar tanto las ganancias de peso vivo por animal como por hectárea (Cuadro 12); lo cual se atribuye al aumento en el contenido de proteína del pasto ofrecido al animal. (Meléndez, 1988).

Factor	Señal ó Chontalpo	Kudzú+Chontalpo
--------	-------------------	-----------------

Ganancia de peso vivo kg/ha/año	121	174
Proteína gramínea %	6.0	7.9
Proteína dieta %	6.7	8.5
Digestibilidad de MS%	62.9	62.0
Consumo de MS% de peso vivo	2.29	2.32
Consumo de proteína gr/día	307.0	394.0

(Fuente: Lascano y Estrada, 1989)

Cuadro 12 Ganancia de peso en pasto señal (*Brachiaria decumbens*) con y sin leguminosa y su valor nutritivo.

En un trabajo realizado por Lascano (1991) observó que cuando se emplea un pasto de calidad intermedia con dos leguminosas, se logran incrementos en la producción de leche diaria por vaca, tanto en la época de lluvias como en la seca.

En otro trabajo realizado por Lascano y col (2001) en Atenas Costa Rica, reafirmó lo del anterior trabajo, se evaluó una pastura de *B. decumbens* degradadas e invadidas por jaragua (*Hiparrhenia rufa*) y *B. decumbens* en buen estado y una asociación con *Arachis pintoi* CIAT 18744 (cacahuatillo) con *B. decumbens* con 10 años de establecimiento.

Los resultados mostraron que la disponibilidad de forraje fue 33% mayor en la pastura asociada en comparación con *B. decumbens* / H. Rufa y 39% que la pastura de solo *B. decumbens*. Además del aumento en la disponibilidad de la materia seca.

En la producción de leche/vaca/día en las diferentes pasturas, se muestra que el mayor promedio de producción (12.4 kg/vaca/día) se encontró en la pastura asociada con *Arachis pintoi* siendo superior a la producción obtenida en las pasturas *B. decumbens* / H. Rufa (11.7 kg/vaca/día) y de solo gramínea (11.6 kg/vaca/día)

6.9 Composición química y valor nutritivo.

En la mayoría de los países que experimentan con *Brachiaria decumbens*, el forraje ha sido calificado de bueno satisfactorio y el contenido de PC tiene valores que van de 6.1 – 10.1%, dependiendo de los niveles de fertilización con nitrógeno. En Sarawak, se han encontrado valores de 8.2 a 13.1% (2.6 a 9.7% de PCD) en Trinidad y Tobago (tomado de Butterworth, 1967) el contenido de PC fue menor 6.0% pero en Colombia, (Blasco y Bohorquez, 1968) reportaron un alto contenido de FC alrededor del 37%. A partir de la última década *Brachiaria decumbens* se ha venido haciendo más popular en el Caribe, especialmente en Jamaica, donde sustituye el pasto pangola (*Digitaria decumbens*) que ha sido fuertemente afectado por enfermedades virales.

Los componentes del valor nutritivo son la composición química, la digestibilidad de los forrajes y su eficiencia en la utilización por el animal (cuadro 13) la composición química de los forrajes que integran: el contenido de agua y la materia seca; ésta última compuesta por la materia orgánica (proteína, fibra, extracto etéreo, extracto libre de nitrógeno y vitaminas) e inorgánica o cenizas que comprende los minerales (Enríquez y col, 1999).

Especies	Porcentaje	
	Proteína	Digestibilidad
<i>B. decumbens</i>	6.0	58.2
<i>B. brizantha</i>	6.8	57.9
<i>B. dictyoneura</i>	8.4	60.9
<i>B. humidicola</i>	6.6	59.6

Cuadro 13 Contenido proteico y digestibilidad de las *Brachiarias*.

La AOAC (1984) determino el contenido de proteína cruda (PC), Fibra en detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) y también la digestibilidad *in situ* a 48 horas Cuadro 14.

Especies de Brachiarias	PC%		FDN%		FDA%		Dig. <i>In situ</i>	
	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca	Lluvia	Seca
<i>brizantha marandu</i>	10.5	9.3	64.07	67.7	30.8	40.6	64.06	62.9
<i>Decumbens</i>	15.4	9.2	61.38	69.8	23.6	34.1	65.7	62.5
<i>brizantha</i> 16322	11.8	9.2	61.8	63.2	30.1	36.6	65.3	63.05
<i>brizantha</i> 26110	11.5	8.2	69.2	71.1	43.6	51.4	63.5	61.7

(Fuente: WWW.fedegan.org.co)

Cuadro 14 Análisis proximal bromatológico de algunas especies y ecotipos de *Brachiaria*, en épocas de lluvias y secas.

6.10 Producción Animal:

Este pasto es fácil de cortar Crowder (1970) reporta que el aumento de peso en las vaquillas es del orden de 0.6 kg/ha/dia/animal. Sin embargo, se observó que un pastoreo continuo y por tiempo indefinido puede dar origen a que los animales se laxen, afectando de este modo la producción animal.

El porte bajo permite describir de inmediato el desplazamiento del ganado figura 13, lo cual es ventajoso con relación al elefante, al merkeron e incluso al zacate Taiwán, aunque es para el corte, también acepta el pastoreo directo. Ruiz Rodríguez, 1983.



figura 13. Producción animal en dos establecimientos diferentes de *Brachiaria decumbens.*, en la Comunidad de Vicente Guerrero Municipio de Francisco León, Chiapas.

La manipulación de la carga animal cuadro 15, es una de las prácticas de manejo que mayor efecto tiene en la relación planta-animal, por lo tanto su manipulación en la productividad animal bajo condiciones de pastoreo es conveniente (Delgado y Valdez, 1993).

Especies	Carga animal **
<i>B. decumbens</i>	3.5 (Cabezas/ha.)
<i>B. brizantha</i>	3 (Cabezas/ha.)
<i>B. humidicola</i>	4 (Cabezas/ha.)
<i>B. mutica</i>	3 (Cabezas/ha.)

Cuadro15 determinación de carga animal para los pastos del genero *Brachiaria*

Los valores de ganancia de producción diaria de los pastos varían, dependiendo de las condiciones clima, suelo, el manejo de las praderas y animales (cuadro 16) (Enríquez, 1999).

Especie	Ganancia animal/día/gr.	Ganancia/ha/año/kg.
<i>B. decumbens</i>	420	537
<i>B. humidicola</i>	450	493
<i>B. mutica</i>	360	526
<i>B. mutica</i>	440	483

Cuadro 16 Producción de ganancia de peso.

6.11 Floración y reproducción

Brachiaria decumbens puede florecer pródigamente pero la semilla está escasamente formada, mas aun, sé observó que la pobre germinación se debe principalmente a la impermeabilidad de las escamas florales que rodean a la cariósida. Pero, si la semilla se sumerge en una concentración de ácido sulfúrico durante 10 a 15 minutos, el porcentaje de germinación puede aumentar hasta un 30 ó 40% (Grof, 1968).debido a la escasez de semilla. La reproducción es apomictica en Australia el cultivar (cv.) Basilisk ha sido recientemente seleccionado y registrado.



Figura 14. Inflorescencia de *Brachiaria decumbens*.

VII. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 Descripción del sitio experimental.

El presente trabajo se llevó acabo en el 2004 en los ciclos (Invierno Primavera); en Vicente Guerrero “Tønapac”, municipio de Francisco León, Chiapas, México. el lugar se localiza a (17°03’40’’) latitud norte y (92°43’19’’) longitud oeste, altitud sobre el nivel del mar (1824 msnm); con una extensión territorial de 114.3 Km².. El clima es muy húmedo templado con lluvias en todo el año; siendo mas abundante a finales de la primavera, verano y otoño) y muy a finales de invierno e inicios de primavera;

Presenta un número total de 28 comunidades: Vicente Guerrero (Tønapac), Ribera el Carmen, Arroyo Sangre, Francisco León, San Pedro Ya'tzpac, El Naranja, Arrollo Sardina (Pu'nu nø'), el Carrizal, San Miguel. Entre otros.

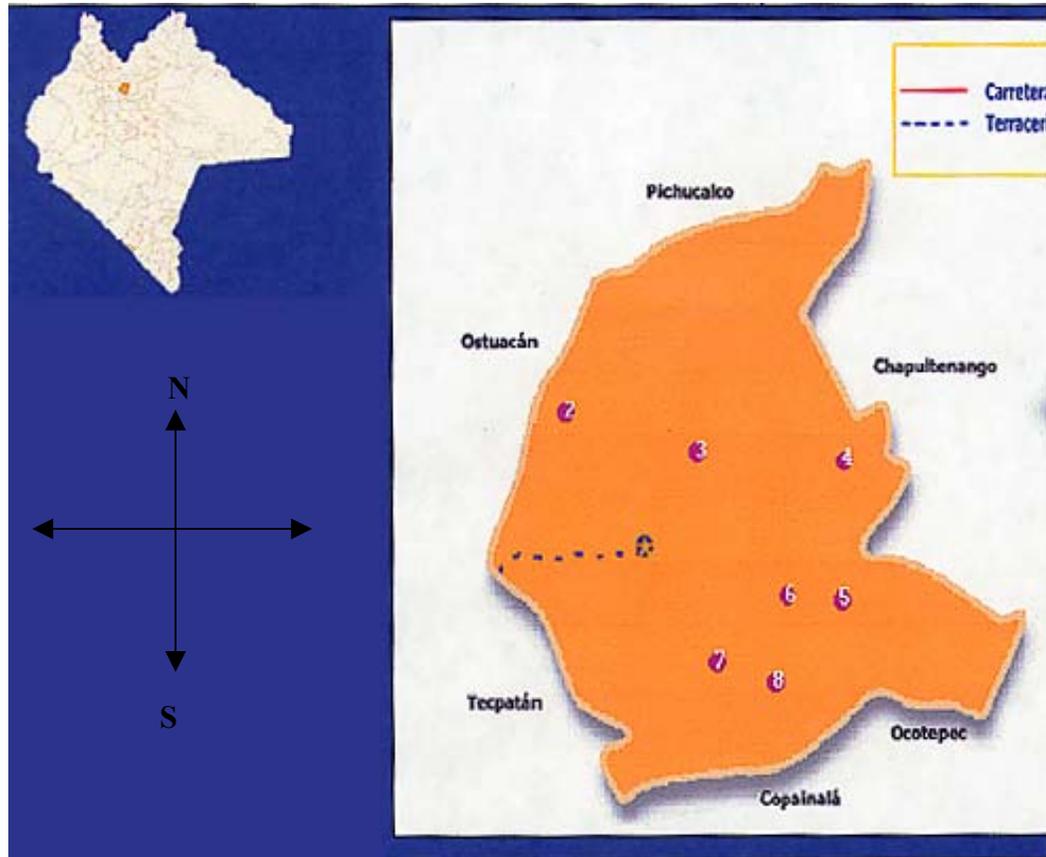


Figura 15. Ubicación geográfica del municipio Francisco León. Chiapas, México.

7.1.1 Hidrografía.

Hay corrientes superficiales como el Río Magdalena, Río Ni'pinøpac, Río Tzuspac, Arroyo de Sangre, Río Susnøpac, Río Suspac, Río Oj'pac, Arroyo Colorado, río Matzpac y Río Grande (Møja'nø). El agua de lluvia se filtra y da origen a las corrientes subterráneas que se manifiestan en los múltiples senotes, lagunas y aguadas en todo el municipio. El agua de lluvia se filtra a través del sustrato poroso y corre lentamente bajo la superficie en dirección SW-NE, el nivel freático es muy cercano a la superficie. Se encuentra como máximo a 8 m y en las partes mas bajas puede aflorar formando lagunas someras, o bien zonas inundables durante las lluvias.

La superficie inundada a finales de la temporada lluviosa es superior al 70% en la parte terrestre. En la época seca un 20% permanece como en la temporada lluviosa. La permeabilidad del sustrato determina la existencia de ríos y corrientes superficiales, salvo en aquellos lugares muy bajos donde el nivel topográfico corta el manto freático. Se forman en estos caves lagunas, ojos de agua o manantiales de agua dulce.

7.1.2 Condiciones climáticas

El clima es cálido-húmedo con lluvias en todo el año, tiene una precipitación pluvial de 3,000 milímetros anuales y vientos dominantes que vienen del norte, con una altitud de 1824 msnm. La temperatura media anual es de 26° C los meses más calientes son febrero a abril y el mes más frío es diciembre y enero. La oscilación térmica anual es de 4.8° C. se distingue una época de sequía de enero a abril. Siempre superior a 22° C. la media anual es de 26.5° C. Las temperaturas máximas y mínimas puntuales han sido 44° C y 4.5° C respectivamente. No se presentan heladas, el 75% de las precipitaciones se presentan en los meses de mayo a octubre. El mes más lluvioso es septiembre con 206.1 mm de promedio y el más seco es marzo con 24.9 mm. La precipitación anual media, según datos de 5 estaciones en 15 años. Fue de 1,128 mm. Las lluvias de invierno, un 25% del total, son originados por los nortes, que se acompañan en ocasiones por vientos.

7.1.3 Tipo de suelo:

Sus terrenos son totalmente accidentados, excepto ciertas zonas planas en los márgenes del Río Magdalena. La región está constituida geológicamente por terreno terciario oligoceno (con roca sedimentaria lutita y arenisca) y terciario eoceno (con roca sedimentaria y arenisca). El tipo de suelo predominante es luvisol (contiene acumulación de arcilla en el subsuelo, de zonas templadas o tropicales lluviosas rojo o claro y moderadamente ácido y de moderada a alta susceptibilidad a la erosión.

7.1.4 Flora y fauna:

La flora está integrada por una gran variedad de especies arbóreas, arbustivas y pastos, entre los que destacan aguajpo, amate, árnica, barbasco, bojon, cacate, cimarron, canacoite, caoba, cascarillo, castaña, chicozapote, ciruelillo, cocoite, corozco, cusuche, chapapul, charamusco, chihte, chipilcoite, flor de chi, guana de talis, guanacaste, guarumbo, hoja de chombo, hoja de sal, hule, jimba, jobillo y jopi.

Forman parte de la fauna un gran numero de especies, siendo las siguientes las mas importantes, boa, coral, iguana de ribera, tortuga, cocodrilo, y tortuga plana, zopilote rey, armadillo, jabalí, mapache, puerco espin, senso o tambor sillo, tejon, tlacuache, venado, coyote, ocelote, águila real, gavilán, tucán.

7.1.5 Actividad Económica:

Las actividades económicas que se realizan son muy semejantes a las de los municipios de la región. En cuanto a la agricultura cosechan, cacao maíz, frijol, siembran verduras como chayotes, yuca, calabaza. Explotan frutales de plátanos y cítricos. Referente a la ganadería se tiene crianza de ganado bovino, el cual representa la principal actividad económica; a si como la utilización de sus derivados. La explotación ganadera es totalmente extensiva, en pastizales nativos e introducidos, el sistema clásico de producción es el de doble propósito. Con ganado cebuino, suizo, entre otras.

7.1.6. Material vegetal utilizado

Se incluyeron en el experimento dos especies de pastos tropicales *Pennisetum pupureum* y *Brachiaria decumbens* . considerando las siguientes características por especie.

- *Pennisetum pupureum*; material de porte alto; que presenta buena tolerancia a las lluvias y buena producción de forraje.
- *Brachiaria decumbens* material de porte bajo, presenta buena tolerancia a las lluvias y al pisoteo, buena producción de forraje y semilla.

7.1.7 Procedimiento utilizado en la toma de muestras.

Se muestrearon tres estratos diferentes. (sur, centro y norte) Por cada potrero seleccionado

Se tomaron muestras. Después de 20 días de pastoreo (periodo de recuperación del agostadero), 3 a 5 días antes de que los animales entraran a un nuevo pastoreo.

Se tomo un total de 12 muestras. 6 muestras en invierno, 3 muestras para cada especie, y otras 6 en primavera, al igual 3 muestras para cada especie en estudio. A continuación se presenta un listado de las muestras tomadas.

7.1.8 Primera toma de muestra realizado en : Invierno 2004

Especie: *pennisetum purpureum*

- Zona norte: *Pennisetum purpureum*, propietario del lugar: Marcelino Juárez.
- Zona centro: *Pennisetum purpureum*, propietario Agustín Rueda.
- Zona sur : *Pennisetum purpureum*, propietario Aurelio Rueda

Especie: *Brachiaria decumbens*,

- Zona norte: *Brachiaria decumbens*, Propietario Aurelio Rueda
- Zona centro: *Brachiaria decumbens*, propietario Agustín rueda
- Zona sur: *Brachiaria decumbens*, propietario Aurelio Rueda

7.1.9 Segunda toma de muestra realizado en: Primavera 2004

Especie: *Pennisetum purpureum*.

- Zona norte: *Pennisetum purpureum*, propietario del lugar: Marcelino Juárez.
- Zona centro: *Pennisetum purpureum*, propietario Agustín Rueda.
- Zona sur : *Pennisetum purpureum*, propietario Aurelio Rueda

Especie: *Brachiaria decumbens*.

- Zona norte: *Brachiaria decumbens*, Propietario Aurelio Rueda
- Zona centro: *Brachiaria decumbens*, propietario Agustín rueda
- Zona sur: *Brachiaria decumbens*, propietario Aurelio Rueda

7.1.10 Digestibilidad *in vitro* por el método de Van Soest.

La técnica *in vitro* permite una valoración mas rápida de los alimentos sin afectar negativamente a la precisión del valor obtenido, este procedimiento consiste en una incubación de los alimentos con liquido ruminal durante 48 horas a 39° C, seguida del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro detergente 1 hora a 100° C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos.

7.1.11 Diseño experimental Utilizado

Se utilizo un diseño experimental de bloques al azar con 3 repeticiones y 2 tratamientos por se incluyen 2 especies diferentes en el presente trabajo

Es necesario mencionar que el efecto de bloques es un control local que permite agrupar las unidades experimentales bajo alguna variable endógena, de tal manera que exista homogeneidad dentro de cada bloque y una gran heterogeneidad entre los mismos. Esto permitirá una mayor eficiencia en los análisis de los datos, justificando a si la reducción de los grados de libertad del error experimental.

Arreglo con dos factores:

modelo estadístico de un arreglo factorial con dos factores, en un diseño bloques al azar, es el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \beta_K + E_{ijk}$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, a$$

$j = 1, 2, 3, \dots, b$

$k = 1, 2, 3, \dots, r$ (numero de bloques).

VIII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

8. Digestibilidad *in Vitro* de la materia seca (M.S.) y de la materia orgánica (M.O.)

Los resultados obtenidos de la digestibilidad *in Vitro* de la materia seca y de la materia orgánica en el presente estudio, de las dos especies de pastos tropicales *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens* en las dos estaciones de crecimiento se muestra en el cuadro 17.

Espece	Muestra	% Digestibilidad de M. S.	% Digestibilidad de M.O.
--------	---------	---------------------------	--------------------------

<i>P. purpureum</i>	1	83.83	95.19
	2	77.74	95.03
	3	76.59	94.22
<i>B. decumbens</i>	4	79.59	96.01
	5	91.67	98.31
	6	79.12	96.51
<i>P. purpureum</i>	7	77.25	97.17
	8	81.15	93.10
	9	84.17	96.54
<i>B. decumbens</i>	10	88.25	95.91
	11	81.83	97.20
	12	81.67	95.96

Cuadro 17. Resultados de digestibilidad *in Vitro* por el método de Van Soest. de M. S. y M. O. de las dos especies *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*.

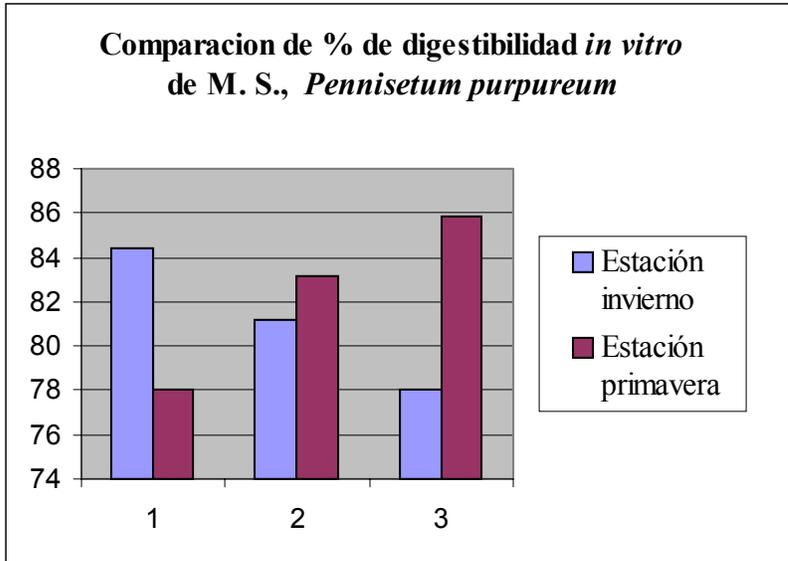


Figura 16. Correlación de la digestibilidad de la M. S. y la estación de crecimiento (*Pennisetum purpureum*).

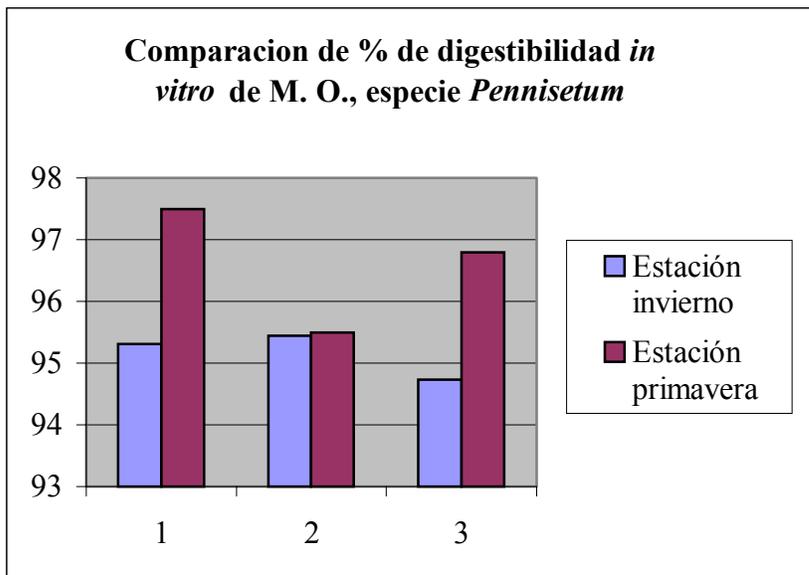


Figura 17. Correlación de la digestibilidad de la M. O. y la estación de crecimiento (*Pennisetum purpureum*).

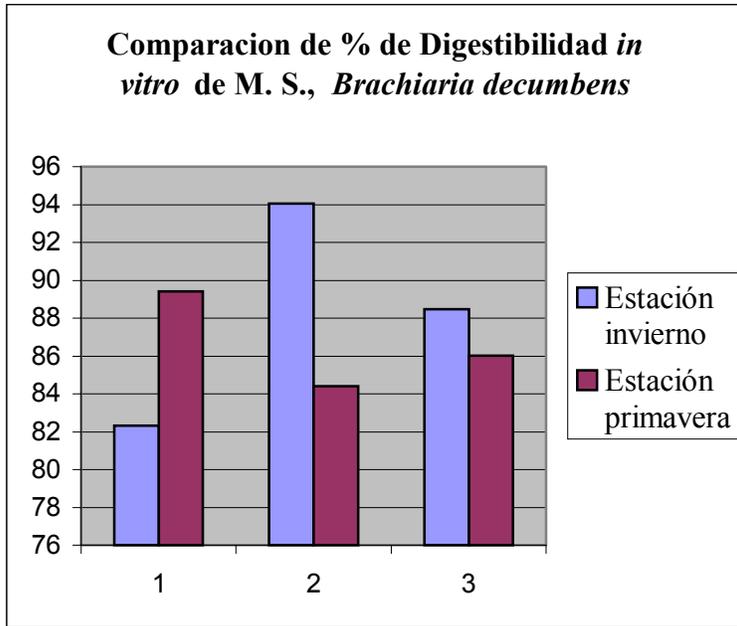


Figura 18. Correlación de la digestibilidad de la M. S. y la estación de crecimiento (*Brachiaria decumbens*).

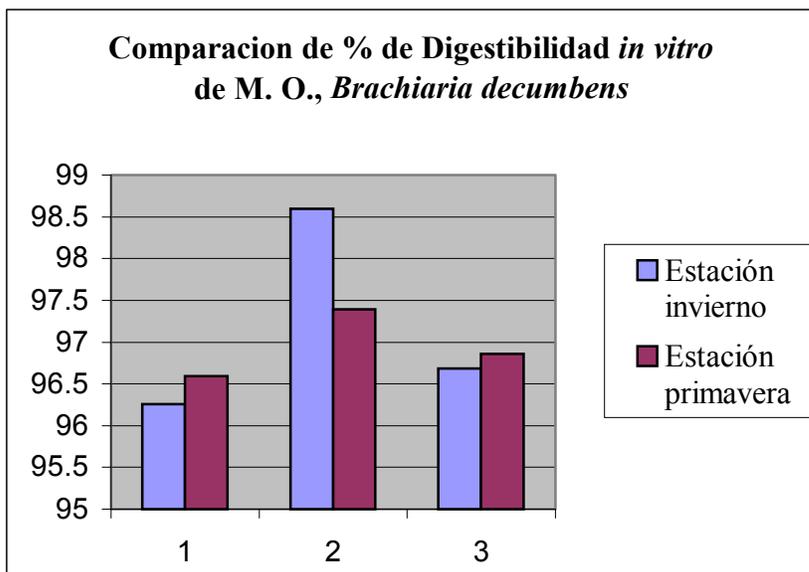


Figura 19. Correlación de la digestibilidad de la M. O. y la estación de crecimiento (*Brachiaria decumbens*).

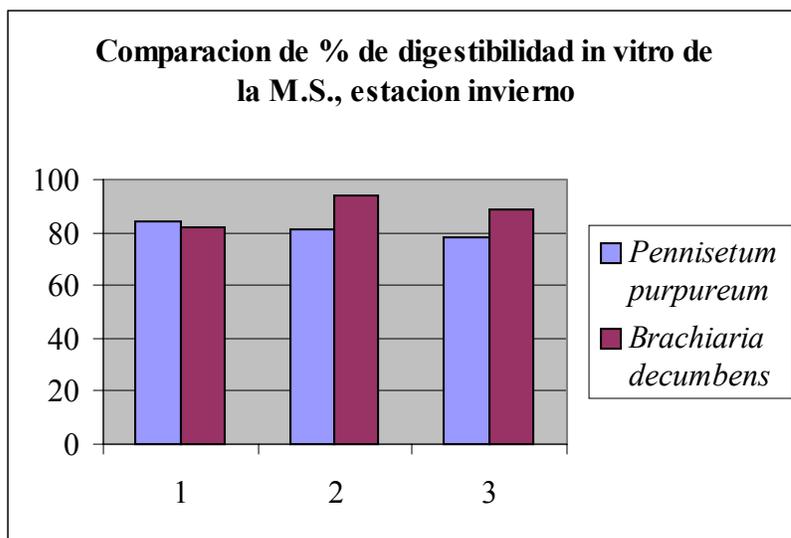


Figura 20. Correlación de digestibilidad de M. S. en invierno (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

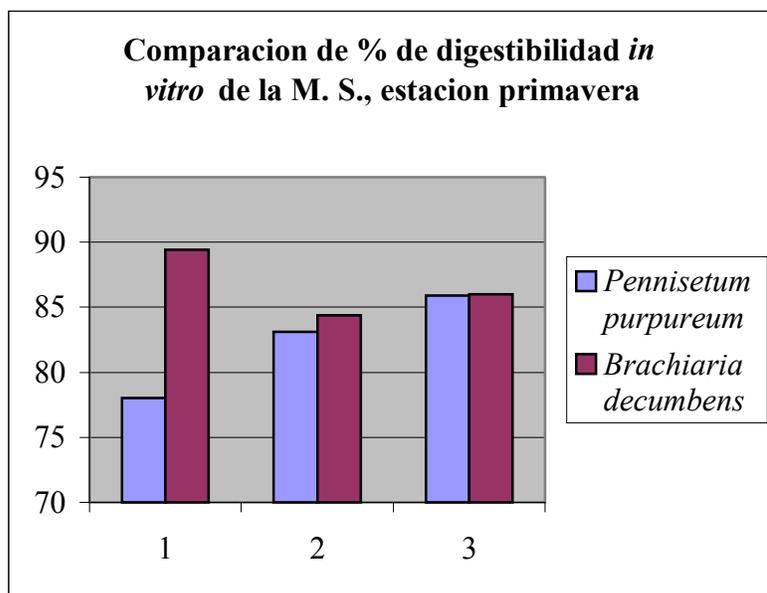


Figura 21. Correlación de digestibilidad de M. S. en primavera (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

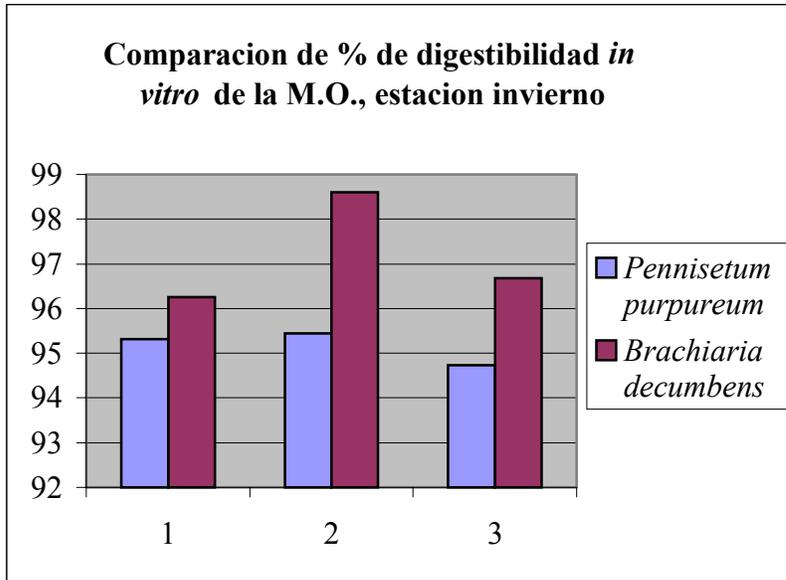


Figura 22. Correlación de digestibilidad de M. O. en invierno (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

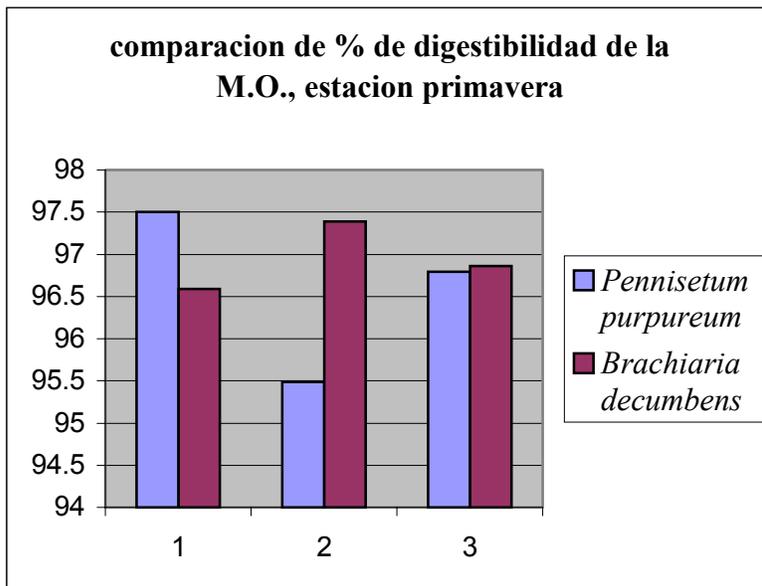


Figura 23. Correlación de digestibilidad de M. O. en primavera (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

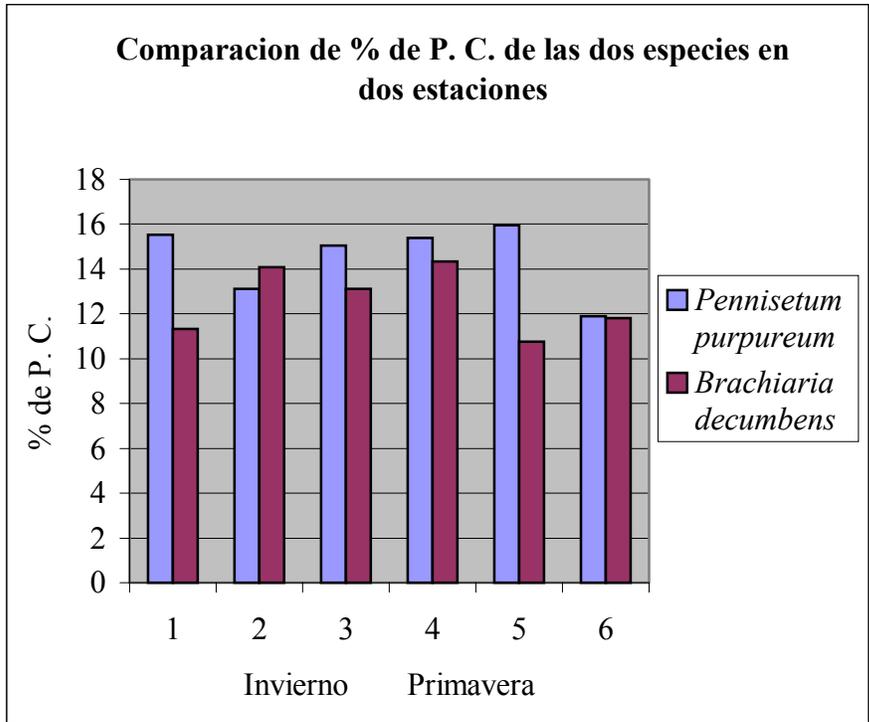


Figura 24. Correlación de proteína cruda en las dos estaciones de crecimiento (*Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*).

Los resultados obtenidos de la digestibilidad *in Vitro* de la materia seca en la especie de porte alto (*Pennisetum purpureum*) tuvo un rango de 76.59 a 84.17 y para la especie de porte bajo (*Brachiaria decumbens*) tuvo un rango de 79.12 a 91.67. mayor a la que señalan en un estudio realizado entre especies tropicales y especies de climas templados (Cooper, 1970 y Whiteman, 1980). Indicando que la digestibilidad de la materia seca de (*Pennisetum purpureum*) variaba entre 60 a 68%, a si mismo (Lascano y Estrada, 1989) en un estudio realizado indican que la digestibilidad de la materia seca de (*Brachiaria decumbens*) tuvo un rango de 62.0 a 62.9

Butterworth (1967) reporto valores que van de 48 a 71% de la digestibilidad de la materia seca de *Pennisetum purpureum*. A si mismo la (AOAC 1984), determinó el % de digestibilidad *in situ* por el método de las bolsas de nylon a 48 horas de *Brachiaria decumbens*, encontrando un % digestibilidad de 58.2, y www.fedegan.org.co. reporto por el mismo método un rango de 65.7 a 62.5. utilizando como parámetro periodo de lluvia y periodo de seca para la misma especie.

Si se analizan los datos que se muestra en el cuadro 17 y en las figuras (16 al 23), se aprecian claramente el comportamiento de las dos especies en las dos estaciones, cómo un exceso de lluvia en la época de invierno reduce la digestibilidad, y un ligero aumento para la época de sequía (primavera). El promedio encontrado para *Pennisetum purpureum* en el invierno es de 79.38 y en primavera de 83.78, mientras que para *Brachiaria decumbens* en invierno se encontró un promedio de 83.46 y en primavera de 83.92.

En cuanto a los resultados del análisis bromatológico del presente estudio que se muestra en el cuadro 18, se encontró diferencia con lo reportado por (Cooper, 1970 y Whiteman, 1980). reportan rangos que van de 4.2 a 20 % de P.C. para *Pennisetum purpureum* y para *Brachiaria decumbens* reportan rangos de 6 a 13.1% de P.C. a diferencia de los valores obtenidos de proteína cruda para *Pennisetum purpureum* de 13.12 a 15.54% de P.C. y para *Brachiaria decumbens* de 10.76 a 14.33% de P.C. en el presente trabajo.

Butterworth (1967), cita en sus investigaciones numerosos análisis en diferentes países de los contenidos de P.C. fluctúan de 4.4 a 20%, de F.C. de 30.4 a 49.8% y de E.E. de 1.0 a 0.36%. para *Pennisetum purpureum*, cita también para *Brachiaria decumbens* valores que van de 6.1 a 10.1 aplicando diferentes niveles de fertilización con nitrógeno, encontró para P.C. un rango de 8.2 a 13.1, calificando el forraje de bueno y satisfactorio.

En México existen pocos registros de utilización de estas especies además en la región se requiere de mas estudios para conocer su potencial real en cada lugar específico, para de esta manera buscar explotar su potencial al máximo en cada región.

Una vez realizado el análisis de varianza para la variable digestibilidad de M.S. y M. O. , no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, asumiendo que los resultados se deban a la similitud de las condiciones climáticas (precipitación y temperatura) al igual que a la similitud al tipo de suelo y la poca variabilidad del material genético de las especies de pastos estudiados, así mismo se considera el haber hecho los cortes en las partes altas de las plantas (crecimiento nuevo), conjugó a resultados no significativos.

La literatura reporta resultados menores porque en su toma de muestras la mayor parte de los investigadores siempre han considerado la mayor parte de la planta. Para que los resultados sean significativos quizás se tendría que comparar regiones ecológicas diferentes y distantes además de incluir en el estudio las cuatro estaciones del año.

Es importante mencionar que la región estudiada no se encontró en ninguna literatura sobre trabajos de este tipo. En la información reportada por otros investigadores se encontró que las condiciones climáticas de los lugares de estudio eran diferentes al lugar donde se realizó el presente trabajo.

Los resultados reportados presentan un amplio rango de variación ya que fueron realizadas a lo largo del año considerando las cuatro estaciones comparando periodos de

lluvia y periodos de seca, y con una gran variabilidad del material genético además ninguno de los trabajos realizados se efectuó con rebrotes de la planta.

8.1. Resultados del análisis bromatológico

Los resultados obtenidos del análisis bromatológico por el método de Kendall. De materia seca total (MST), materia orgánica (M.O.), ceniza (C), Extracto etéreo (E.E.), fibra cruda (F.C.) y extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) se muestra en el cuadro 18, de las dos especies de pastos analizados *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*.

Especie	Muestra	MST	M.O.	Ceniza	P.C.	Grasa	F.C.	E.L.N.
<i>P. purpureum</i>	1	97.10	81.26	15.84	15.54	6.04	29.73	30.84
	2	97.03	82.29	14.74	13.12	5.25	32.17	32.72
	3	92.82	79.72	13.10	15.05	4.85	29.51	32.65
<i>B. decumbens</i>	4	96.13	83.78	12.35	11.33	5.05	29.57	39.35
	5	97.51	89.96	7.55	14.08	6.09	24.85	46.08
	6	96.67	85.90	10.77	13.12	2.32	26.73	45.23
<i>P. purpureum</i>	7	97.39	87.80	9.59	15.38	2.40	29.39	41.71
	8	97.09	84.75	12.34	15.95	2.21	27.55	40.21
	9	96.82	85.74	11.08	11.90	2.26	29.83	43.12
<i>B. decumbens</i>	10	96.50	85.28	11.22	14.33	2.23	23.16	47.21
	11	95.92	87.60	8.32	10.76	2.54	27.54	48.74
	12	96.70	86.47	10.23	11.82	2.57	25.34	48.33

Cuadro 18. Análisis bromatológico de las dos especies de pastos tropicales *Pennisetum purpureum* y *Brachiaria decumbens*, en las dos estaciones de crecimiento.

IX. CONCLUSIÓN.

- *Los rebrotes de las dos especies mostraron una buena digestibilidad de materia seca y materia orgánica siendo ligeramente superior la especie de porte bajo Brachiaria decumbens,*
- *En cuanto al análisis bromatológico se encuentra que la especie Pennisetum purpureum es un poco mas alto en su valor nutritivo que Brachiaria decumbens.*
- Los resultados altos referentes a la digestibilidad de la M. S. Y M. O. Se considera que ocurrieron porque se utilizaron partes altas de rebrotes (crecimiento nuevo); a diferencia de otros estudios que utilizan la mayor parte de la planta.
- También se considera que los factores ecológicos del área en estudio son diferentes a los reportados en otros lugares, esto lleva a que los resultados tengan un margen menor de diferencia.
- Finalmente se considera a las dos gramíneas, como tolerantes a periodos altos de lluvia y periodos cortos de sequía puesto que presentan pocas variaciones en su digestibilidad, buen valor nutritivo y buena respuesta en los animales pastoreados con estos zacates.

X. LITERATURA CITADA

Appelman, H & Sirven, J. P (1962) De invloed van de maaitijd op de chemische samenstelling van verschillende grassoorten, *Surin, Landb.*, 10, No. 3, 95-102

Alvir, M. R. Y J. Gonzáles. (1992.) Efecto de la relación forraje-concentrado de la ración sobre la degradabilidad ruminal de las materias nitrogenadas de cuatro henos. *Investigación Agraria: Producción y sanidad animales*, 7: 21-29.

Ball, D.M, M. Collins, G.D. Lacefield, N.P. Martin, D.A Merkens, K.E. Olson, D.H. Putnam, D.j. Undersanders y M.W. Wolf. (2001.) Understanding forage quality. American Farm Bureau Federation. Publication: 1-01. Park Ridge, IL. U.S.A. p17.

Blaxter, K.L. , H.L. Clapperton and F.W. Wainman. (1966) Utilization of the same diet by cattle of different ages. *J. Agric. Sci.* 67:67-75.

Barnard, C. (1972) Register of Australian Herbage Plant Cultivars, CSIRO, Australia Canberra.

Blasco, M. L. & Bohorquez, N. A. (1968) Pastos en el Amazonas. I. Análisis de algunos componentes químicos, *agricultura trop.* , 24, No. 3, 175-7.

Bogdan, A. V. (1965a) Cultivated varieties of tropical and subtropical herbage plants in Kenia, *E. Afr. Agric. For. J.*, 30, No. 4, 330-8.

Bogdan, A. V. (1977.) Tropical pasture and fodder plants. Longman Group Limited. Great Britain. 475.

Brown, W. V. & emery, W. H. P. (1958) Apomixis in the Gramineae. 2. Panicoideae, *Amer. J. Bot.*, 45, 253-63.

Butterworth, M. H. (1967) The digestibility of tropical grasses, Nutr. Abstr. Rev., 37, No. 2, 349-68.

Buenaventura, P. R. (1962). Respuesta del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, acta agron., Palmira, 12, Nos. 1-2, 1-15

Calderón, M. y F. Varela, (1982.) Descripción de las plagas que atacan a los pastos tropicales y características de sus daños. CIAT. Cali, Colombia. P50.

Caro Costas, R., & Vicente Chandler, J. (1961) Cutting height strongly affects yields of tropical grasses, Agron. J., 53, No. 1, 59-60

Calvino, M. (1952.) plantas forrajeras y subtropicales. Ediciones Agrícolas Trucco. Bartolomé Truco (Editor). Mexico 269.

Caro Costas, R., & Vicente Chandler, J. (1969) Milk production with all-grass rations from semi-intensive management tropical pastures, J. Agric. Univ. P. Rico, 53, No 4 251-8.

Casamayor, R. (1970) Pre-emergent herbicides in elephant grass (*Pennisetum purpureum schum.*), Revta. Cub. Cienc. Agric., 4 No. 1, 79-83.

Catchpole, V. R. & Henzell, E. F. (1971) Silage and silage-making from tropical herbage species. Herb. Abs., 41, No. 3, 213-21.

Chaudhry, M. H., Batí, M. S. & Sheikh, N. A. (1969) Fertilizer effect on the yield potential in bajra Napier grass hybrid, Pakist. J. Agric. Res., 7, No. 5, 22-7.

Chipollini, M.A., B.H. Schneider, H.L. Lucas, and H.H. Pavlech. (1951.) Significance of the differences in digestibility of feeds by cattle and sheep. J. Anim. Sci. 10:337-343.

Connor, H.M., V.R. Bohman, A.L. Lesperance, and F. E. Kinsinger. (1963.) nutritive evaluation of summer: range forage with cattle. *J. Anim. Sci.* 22:961-969.

Cooper, J. P.(1970) Potencial production and energy conversion in temperate and tropical grasses, *Herb. Abstr.*, 38, No. 3, 167-76; 40, (1): 1-15.

Cooper, J. P.& Tainton, N. M. (1968). Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses, *Herb Abstr.* , 38, No. 3, 167-76.

Crowder, L. V., Chaverra, H. & Lotero, J. (1970) Productive improved grasses in Colombia, *Proc. 11 th int. Grassld Congr., Surfers Paradise, 1970*, 147-9.

Daftardar, S. Y. & Zende, G. K. (1968) Periodical changes in the protein contents of Gajraj grass, *Poona agric. Col. Mag.*, 58, Nos 2-3, 110-16.

De Alba, H. (1971.) *Alimentación del Ganado en América Latina* 2° Ed. La prensa medica mexicana México. p. 475.

Devendra, C. (1971.) The comparative efficiency of feed utilization of ruminants in the tropics. *Trop. Sci*, 13:123-132.

Devendra, C. (1978.) The digestive efficiency of goats. *World Review of Animal Production*. Vol. XIV, No. 1.

Dori, D. And H. K. Loosli. (1959) influence of fistulation on the digestibility of feeds by steers. *J. Anim. Sci.* 18: 206-210.

Dougall, H. W. & Birch, H. F. (1966) pH of grasses in relation to genera, *Nature. Lond.*, 210 No. No. 5038, 844.

Elías, A. (1983.) Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Ugarte, C.J., R.S. Herrera C., R. Ruiz C., R. García C., C.M. Vásquez y A. Cerna. C. (Eds). Los pastos en Cuba. Tomo 2. Utilización. Instituto de Ciencia Animal, La Habana Cuba. Pp. 187-246.

Enríquez, Q. J. F. (1988.) Rompimiento de latencia en la semilla de tres especies de *Brachiaria* almacenada bajo condiciones ambientales. Décima primera reunión científica tecnológica Veracruz 98. Veracruz México. Pp 215-220.

Enríquez, Q. J. F. (1999.) Revisión de Literatura. INIFAP. CIRGOC, Campo experimental Papaloapan. Veracruz., Ver. México.

Enríquez, Q., J. F. Y M. J. Romero. (1999.) Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. En isla, Veracruz. Agrociencia 99. pp 8,10,12.

Espinosa, M. E. (1987.) Introducción y Evaluación Agronómica de pastos tropicales en la depresión central de Chiapas. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Mexico. México. 76.

Farinas, E. C. (1970) Pasture legumes and grasses and other forage plants in the Nacional Forage Park, Philippines (1958-68), Proc. 11 th int. Grassld Congr. Surfers Paradise, 1970. 224-6.

Flores, M. J. A. y Jorge A. (1980.) Bromatología animal. Segunda edicion, México pp. 204-205.

Gamarra, M. J. C. (1985). *Pennisetum purpureum*: su productividad agronómica y valor nutritivo en la zona henequenera de Yucatán y su uso en la alimentación animal. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida Yucatán, México. 124.

Garza, T. R. (1984.) Los forrajes tropicales en la producción de carne. Cebu 10 (11); 52-58

Gómez, C. M. A. (1982.) La industria y su influencia en la producción ganadera. El caso del nestle el estado de Tabasco. Textual, análisis del medio rural. Universidad Autónoma de Chapingo. 3(9); 39-51.

Graham, N. McC. (1964.) Utilization by fattening sheep of the energy and nitrogen in fresh herbage and in hay made from it. Aust. J. Agric. Res. 15: 974-981.

Grant, R., B. Anderson, R. Rasby y T. Mader. (1997.) testing livestock feeds for beef cattle, sheep and horses. Bull. G89-915-A. University of Nebraska-Lincoln, U.S.A. p 10.

Giradles, F. J., A. R. Mantecon, M. A. Chaso y T. Manso. (1994.) Efecto del tipo de dieta y de la frecuencia de alimentación sobre la actividad degradativa ruminal. Investigación Agraria: Producción y Sanidad Animales, 9: 245-259.

Gomide, J. A., Noller, C. H., Mott, G. O., Conrad, J. H. & Hill, D. L. (1969a) Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and *in vitro* cellulose digestibility of tropical grasses, Agron. J., 61, No. 1, 116-20.

Gosnell, J. M. & Weiss, E. A. (1965) Vleiland development in west. Kenya 2. Pasture fertilizer and grazing trials, E. afr. Agric. For. J., 30, No. 3, 169-76.

Grof, B. (1969b) Elephant grass for warmer and wetter lands, Qd. Agric. J., 95, No. 4, 227-34.

Grof, B. (1968) viability of seed of *Brachiaria Decumbens*. Qd J. agric. J. , 25, No. 4, 227-34.

Grof, B. (1969c) Notes on selections from hybrid derivatives of elephant grass (*Pennisetum purpureum schum.*), Qd. J. agric. Anim., 26, No. 1, 49-53.

Grof, B. & Harding, W. A. T. (1970). Dry matter yields and animal production of guinea grass (*Panicum Maximum*) on the humid tropical coast of north Queensland, trop. Grasslds, 4, No. 1, 85-95.

Guerrero, R., Fassbender, H. W. & Blydenstein, J. (1970) Fertilización del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) en Turrialba Costa Rica. 1. efecto de dosis crecientes de nitrógeno, Turrialba, 20, No. 1, 53-8.

Haynes, E.H., R.F. davis, R. G. Warner and L.K. Loosli. (1955.) The digestion coefficients of feeds containing various ratios of hay to grain by fistulated steers and milking cows. J. Anim. Sci. 14:1206-1207 (Abstr.).

Haydock, K. P. & Shaw, N. H. (1975.) The vomparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Aust. Agri. Anim. Hub. 15:663-670.

Harrington, G. N. & Thornton, D. D. (1969) A comparison of controlled grazing and manual hoeing as a means of reducing the incidence of *Cymbopogon afronardus* Stapf in Ankole pastures, Uganda, E. Afr. Agric. For. J., 35, No 2, 154-9.

Heaney, O.P., W.J. (1978) Pigden, and voluntary intake assays with sheep. Proc. X Int. Grassland Congr. 379-384.

Hintz, H. H., J.E. K., Losli, L. A. Maynard, A.M. Sorensen, R.G. Warner y E.J. Warwick. (1987.) Ganadería guía para la reproducción, nutrición cría y mejora del ganado. Tomo V. Mc Graw-Hill Mexico, p300.

Holochek, J.L., R.D. Pieper y C. H. Herbel. (1989.) Range Management, Principles and Practices. Prentice Hall. New Yersey, U.S.A. p. 501.

Hosaka, E. Y. & Riperton, J. C. (1948) Promising pasture species, Univ. Hawaii agric., exp. Sta. Rep.

Huhtanen, P. and S. Jaakola. (1993.) The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on digestion of cell wall carbohydrates and rumen digesta pool size in cattle. *Grass Forage. Sci.*, 48:155-165.

Huston, J. E. y W.E Pinchak. (1991.) *Range Animal Nutrition*. En: Heitschmidt R.K y Stuth J. W. 1991. *Grazing management: an ecological perspective*. Timber Press Portland Oregon. Pp. 27-83.

Jaakola, S. And P. Huhtanen. (1993.) The effects of forage preservation method and proportion of concentrate on nitrogen digestion and rumen fermentation in cattle. *Grass forage. Sci.*, 48: 146-154.

Jiménez, M. A. y Avendaño, M. J. C. (1988.) *Producción de forrajes*. Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chapingo. 320.

Jodhpur, P. (1965) Pusa Giant Napier-an Indian fodder grass, *CSIRO Pl. Introd. Rev.*, 2, No. 3, 24 -5.

Johnson, S. C. & Brown, W, V. (1973). Grass leaf ultrastructural variations, *Amer. J. Bot.*, 60, No. (, 727-35.

Jones, R. , J. , Davies, J. G. & Waite, R. B. (1969) The Competitive and yielding ability of some subtropical pasture species sown alone and in mixtures under intermittent grazing at samford, south-eastern Queensland, *Aust. J. exp. Agric. Anim. Husb.* , 9 , No. 37, 181-91.

Kawas, J. R., J. Lopez, D. L. Danelon and C. D. Lu. (1991) Influence of forage to concentrate ratio on intake, digestibility, chewing and milk production in dairy cows. *Small Rum. Res.*, 4: 11-18.

Kawas, J. R., Mendoza, A. A. y Leal R.(1991) Selección de la planta para forraje. *Revista Beefmaster*. 9, (4). 28.

Knight, W. E. & Bennett, H W. (1953) Preliminary report on the effect of photoperiod and temperature on the flogging and growth of several southern grasses, *Agron., J.*, 45, 268-9.

Lascano, C. (1991.) Producción animal en pasturas tropicales. Montecillo, México. Colegio de posgraduados. P 63.

Lascano, C. Y Estrada J. (1989.) Long-term productive of legume based and pure grass pasture in the Eastern plains of Colombia. En: Meléndez, N. F., 1998 Manual de manejo para praderas para Tabasco. INIFAP. CIRGOC, Campo experimental Huimanguillo. Libro técnico num. 22. Huimanguillo, Tabasco, México. P 61.

Lascano, C.; F. Colman; F. Romero; C. Hidalgo y P. Argel. (2001.) Forrajes tropicales: Recursos genéticos para mejorar los ingresos de productores de leche en sistemas doble propósito en el trópico seco. CIAT, CIAT/ILRI, ECAG, MAG. Cali, Colombia. En XXIX reunión Anual de la asociación mexicana de producción animal (AMPA) Cd. Victoria Tamaulipas, México. Pp 139-167.

Laglands, J.P. (1969.) Studies on the nutritive value of the diet selected by grazing sheep. IV Variation in the diet selected by sheep differing in age, breed, sex, strain and previous history. *Anim.* 11:369-387.

Lesperance, A.L. And V. R. Bohman. (1963.) Use of fistulated and intact cattle for predicting digestibility. *J. Anim. Sci.* 22:851.

Lyons, R.K., Machen y T.D.A Forbes. (1999.) Why range forage quality changes. B. 6036. Texas Agr. Ext. Serv. Texas A & M. University. U.S.A. p 6.

Lima, F. P., Martinelli, D. & Werner, J. C. (1968) Producao de carne de bovinos em pastagens de gramineas em regio de terras roxas (latosol roxo), *Bolm. Ind. Anim.*, 25, 129-37.

Little, S., Vicente, J. & Abruna, F. (1959) Yield and protein content of irrigated Napier grass, Guinea grass and pangola grass as affected by nitrogen fertilization, *Agron. J.*, 51, No. 2, 111-13.

Lucci, C. de S., Bion, C, & Lobao, A. de O. (1968) Estudio comparativo das silagenes de Napier, de milho e de sorgo, como unicos volumosos para vacas en lactao, *Bolm. Ind. Anim.*, 25, 161-73.

Marten, G. C. and R. F. Barnes. (1980.) Prediction of energy digestibility of forages with in vitro rumen fermentation and fungal enzyme systems. In: W. J. Pidgeon, CC Balch, M. Graham (Eds). *Standardization of analytical Methodology for feeds* pp. 61-71. IDRC. Ottawa, Canada.

Maire, R. (1952) *Flore del' Afrique du Nord*, Vol. 1, Paris, Paul Lechevalier.

Melendez , N. F. ; Gonzales, M. J. A. Y Pérez, P. J. (1980.) *El pasto estrella africana*. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cardenas Tabasco. 99.

Melendez, N. F., (1998) *Manual de manejo para praderas para Tabasco*. INIFAP. CIRGOC, Campo experimental Huimanguillo. Libro técnico Num. 22 Huimanguillo. Tabasco. México. Pp 1, 2, 7.

Minson, D.J. (1966.) The intake and nutritive value of fresh, frozen and dried Sorghum alnum. *Digataria decumbens* and *Panicum maximum* . *J. Br. Grassland . Soc.* 21: 123-126.

Moe, R. W., J. T. reid and H.F. Tyrrel. (1965.) Effect of level of intake on digestibility of dietary energy by high producing cows *J. Dairy Sci.* 48-1053-1061.

Mould, F. L. (1988.) associative effects of feeds. In: Orskov, E, R. (Ed) *Feed Science*. Pp. 279-292. Elsevier. Amsterdam.

Narayanan, T. R. & Dabadghao, P. M. (1972) Forage Crops of Indian Council of Agricultural Research, New Delhi.

Noy-meir, Y. (1975.) Stability of grazing systems: An application of predator-prey graphs. *Journal of Ecology* (63):459-481.

Ortiz, L. C. E. (1982.) La producción de doble propósito (carne y leche) en Tabasco y norte de Chiapas. *Revista de Geografía Agrícola*. 2 (103 y 122).

Pereira, R. M. A., Sykes, D. J., Comide, J. A & Vidigal. G. T. (1966) Competicao de 10 Gramíneas para capineiras, no cerrado, em 1965, *Rev. Ceres*, 13, No. 74, 141-53.

Printchard, A. J. (1971) The Irbid between *Pennisetum typoides* and *P. purpureum* as a potential forage crop inn south-eastern Queensland, *Trop. Grasslds*, 5, No. 1, 35-9

Ranking, M. (1997.) Temperature and moisture effects on forage quality. University of Wisconsin. U.S.A. Vol 21 No. 2 pp 2-4.

Raymond, W.F. (1969.) The nutritive value of forage crops. *Advan. Agron.* 21:1-108

Ramanzin. M., L. Bailoni and S. Schiavon. (1997.) Effect of forage to concentrate ratio on comparative digestion in sheep, goats and fallon deer. *Anim. Sci.*, 64: 163.170.

Rivera-Brenes, L., Cestero, H. & Sierra, A. (1962) Napier grass (*Pennisetum purpureum*) versus sugar cane as forage crops in Puerto Rico, *J. Agr. Univ. Puerto Rico*, 46, No. 4, 307-12.

Rodríguez, S. C. & Blanco, E. (1970) Composición química de hojas y tallos de 21 cultivares de elefante (*Pennisetum purpureum* Schumacher), *Agron. Trop. (Maracay)*, 20, No. 6, 383-96.

Ruiz, R. J. M. (1983.) Pastizales de Tabasco. *Ranchos y Fierros* 3(28); 10 – 21.

Stephens, D. (1967) Effect of fertilizers on grazed and cut elephant grass leys al Kawanda Research Station, Uganda, *E. Afr. Agric. For. J.*, 32, No 4, 383-92.

Seth. D.N., G.S. Raj. P.C. Vadav y M. D. Pandeley. (1976.) A note on the rate of secretion and chemical composition of parotid saliva in sheep and goat. –*Indian J. Anim. Sci.*, 46:660-663.

Sharma, V.V. And P.C. Murdia. (1974.) Utilization of berseem hay by ruminants. *J. Agric. Sci.* 83:289-293.

Schneider, B. H. and W. P. Flatt. (1975.) *The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments.* The University of Georgia Press Athens.

Suttie, J. M. & Moore, C, E. M. (1966) *Desmodium uncinatum*, Kenya Fmr, No. 116, 18.

Thaiphanich, N. (1968) Effects of diferent rates of nitrogen on yield and quality of Napier (*Pennisetum purpureum*) and hybrid Napier (*Pennisetum purpureophoides*) grasses. Thesis Kassertsart Univ. Thailand. From Herb. Abstr., 1972, abst. 715.

Tilley, J. M. And R. A. Terry. (1963.) A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, 18: 104-111.

Van Soest. P. J., R. H. Wine and L. A. Moore. (1966.) Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls. *Proc. 10 th Int. Grasslands Congr.*, Helsinki. Pp. 438-441.

Van Soest, P. J. (1994.) *Nutritional Ecology of the Ruminants.* 2nd ed., Cornell University Press. New York.

Vicente Chandler, J; Caro, C. R.; Arbuña, F. Y Silva, S. (1983.) Producción y utilización de intensiva de las forrajeras en Puerto Rico. Vol. 271. Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas, Estación Experimental Agrícola, Río Piedras, P. R. 226.

Wang, C. C. (1961) Growth, flowering and forage production of some grasses and legumes in response to different photoperiods, J. agric, Assoc., China, No. 36, 27-52.

Waite, R., M.J. Jphndton, and D.G. Armstrong. (1964.) The evaluation of artificially dried grass as a course of energy for sheep I. The effect of stage of maturity on the apparent digestibility of rye grass, cockcfoot and timothy. J. Agric. Sci. 62-391-398.

Ware-Austin, W. D. (1963) Napier grass for milk production in the trans Nzoia, E. Afr. Agric. For. J., 28, No. 4, 223-7.

Webster, C. C. & Wilson , P. N. (1966) Agriculture in the tropics, Longmans, London.

Werner, J. C., Pereira, L. F., Martinelli, D. & Cintra, B. (1965-6) Estudio de tres diferentes alturas de corte em capim elefante Napier, Bolm. Ind. Anim., 23, 161-8.

West, R. C.; Psuty, N. P. y Thom, B. G. (1987.) Las tierras bajas de Tabasco, en el sureste de México. Gobierno del estado de Tabasco. Biblioteca Básica Tabasqueña. Villahermosa, Tab. 409.

Weiss, W. P. (1994.) Estimation of digestibility of forages by laboratory methods. In: G. C. Fahey (ed.). Forage quality, Evaluation and Utilization. Pp. 644 – 681. American Society of Agronomy, Inc. Madison, Wisconsin, USA.

Whiteman, P. C. (1976.) El papel de las leguminosas en la producción de pastos tropicales. Memoria de Producción de Forrajes. Seminario Internacional de Ganadería Tropical. SAG-FIRA-Banco de México. Acapulco Guerrero. México. 18.

Whiteman, P. C. (1980.) Tropical Pasture Science. Oxford University Press. Great Britain. 392.

Whitney, A. S. (1966) Nitrogen fixation by three forage legumes and the utilization of legumes-fixed nitrogen by their associated grasses, Diss. Abstr., 1966, 27, No. 6, 1688b.

Whyte, R. O., Moir, T. R. G. & Cooper, J. P. (1959) Grasses in Agriculture, FAO Agricultural Studies, No. 42, FAO, Rome.

WWW.fedegan.org.co/carta fedegan/cartafede66/investigacion.html.

WWW.municipiosdechiapas.com.mx.

Zuñiga, M. P., Sykes, D. J. & Comide, J. A. (1967) Competicao de Treze Gramineas forrageiras para corte, como e sem adubacao, em Vicoso, Minas Gerais. Revta Ceres. 13. No. 77, 324 – 43.

XI. APÉNDICE.

9. Análisis de varianza. Digestibilidad *in vitro* de la materia seca.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
-------------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Tratamientos	5	43.3654	8.6730	.2418 _{N.S.}	5.05	10.97
Bloques	1	2.7840	2.7840	.0776 _{N.S.}	6.61	16.26
Estación. (EC)	1	21.4273	21.4273	.5974 _{N.S.}	6.61	16.26
Especie . (E)	2	15.3219	7.6609	.2136 _{N.S.}	5.79	13.27
EC X E.	2	6.6161	3.3080	.0922 _{N.S.}	5.79	13.27
Error exper.	5	179.3124	35.8624			
Total	11	225.4619				

9.1 Análisis de varianza. Digestibilidad *in vitro* de la M.O.

F.V.	g.l	S.C.	C.M.	F.C.	0.05	0.01
Tratamientos	5	13.9236	2.7847	2.4227 _{N.S.}	5.05	10.97
Bloques	1	0.003017	0.0030	0.0026 _{N.S.}	6.61	16.26
Estación. (EC)	1	5.1352	5.1352	4.4676 _{N.S.}	6.61	16.26
Especie . (E)	2	.05202	0.0260	0.0226 _{N.S.}	5.79	13.27
EC X E.	2	8.7363	4.3681	3.8003 _{N.S.}	5.79	13.27
Error exper.	5	5.7470	1.1494			
Total	11	19.6737				