



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS  
División de Estudios de Posgrado

00381

21  
rej.

"ESTUDIO EDAFOLOGICO Y SISTEMAS DE  
DISTINTAS ESPECIES DE PASTOS TROPICALES  
EN LA HUASTECA POTOSINA".

T E S I S

Que para obtener el Grado Académico de  
DOCTOR EN CIENCIAS (BIOLOGIA)

p r e s e n t a

MARCO VINICIO VELARDE HERMIDA

Director de Tesis: M. en C. Nicolás Aguilera Herrera

México, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1994

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A mis padres Alfonso (QEPD) y Rosalía que me dieron la oportunidad de hacer una carrera Universitaria.

A mis hermanos Rosalinda, Raquel, Alfonso y Olivia cuyo cariño fue siempre un estímulo para seguir adelante.

A mi esposa Aida sin cuyo amor y sacrificio no hubiera sido posible este trabajo.

A mis hijos Jimena y Marco Vinicio que sin darse cuenta fueron una motivación y apoyo constante.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es producto del esfuerzo de algunos años, sin embargo no hubiera sido posible realizarlo sin la conjunción de esfuerzos y apoyo tanto, de Instituciones como personas a las que doy mi más sincero agradecimiento por el papel que en algún momento tuvieron en mi desarrollo profesional y en especial en el desarrollo de este trabajo.

De las personas que apoyaron e influyeron decisivamente en este trabajo, me parece justo y necesario agradecer profundamente al Maestro en Ciencias Nicolas Aguilera Herrera, por la dirección no sólo de este trabajo, sino también, de mis anteriores tesis de Maestría y Licenciatura y del que siento mucho orgullo ser alumno; ya que en la actualidad existen pocas personas con su capacidad de comprensión, motivación y suficiencia académica en la formación de recursos humanos como la que él tiene.

Agradezco sinceramente a la Doctora Norma Eugenia García Calderón y al Dr. David Flores Román por sus enseñanzas y orientaciones durante mi estancia en el laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias y en el Departamento de Edafología del Instituto de Geología, como estudiante de Posgrado, por su colaboración en la revisión del trabajo de tesis y por la confianza y amistad brindadas.

Así mismo, agradezco a la Dra. Margarita Collazo Ortega Coordinadora del Posgrado de Biología, al Dr. Gilberto

Hernández Silva del Departamento de Edafología del Instituto de Geología, al Dr. Victor Jaramillo Luque del Centro de Ecología, todos ellos de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Dr. Antonio Trinidad Santos del Centro de Edafología del Colegio de Posgraduados; por sus finas y amables atenciones, como por sus valiosas y acertadas correcciones a este trabajo. También agradezco a la QFB. Ana María Rocha del Instituto de Geología, por su paciencia y ayuda en la revisión de la traducción del resumen en inglés.

Un especial y personal reconocimiento a la Dra. Aida Salcedo Martínez del Instituto Tecnológico de Valles, S.L.P., por su participación y apoyo decidido en todas y cada una de las etapas de desarrollo de este trabajo, en el campo, laboratorio y gabinete.

Del Instituto Tecnológico de Cd. Valles agradezco el apoyo de el Ing. Emigdio Ilizaliturri Verastegui, del M. en C. Miguel Angel Villar Morales y del M. en C. Leopoldo Ocegueda Altamirano, por las facilidades dadas a la realización de este trabajo en su calidad de Directores de la Institución. A la Srta. Dolores Mayorga Lara, a la Ing. Belzabet Rueda Chávez, y a la QFB. Guadalupe Rivera Morales, del Departamento de Investigación por su apoyo en los análisis de laboratorio; al M. en C. Fernando Figueroa Hernández y al Ing. Constancio Correa Castillo del laboratorio de Computo y a todos los jóvenes estudiantes de la carrera de Agronomía en Sistemas de Producción Pecuaria, que apoyaron los trabajos de campo y laboratorio.

De las Instituciones mi primer y más grande agradecimiento es para la Universidad Nacional Autónoma de México, que me cobijo en sus aulas durante quince años, desde mis estudios de Bachillerato en el Colegio de Ciencias y Humanidades hasta mis estudios de Licenciatura y Posgrado en la Facultad de Ciencias.

Deseo expresar mi agradecimiento al Instituto Tecnológico de Cd. Valles, S.L.P., donde he podido desempeñarme profesionalmente y por las facilidades y apoyo a esta investigación.

Por su apoyo económico agradezco al Gobierno del Estado de San Luis Potosí, por el equipamiento de el laboratorio y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por su apoyo en la compra de sustancias y materiales, así como, a la Dirección General de Institutos Tecnológicos por la licencia otorgada para la redacción y elaboración del trabajo de tesis.

I N D I C E

		Página
	SUMMARY	1
1.0	RESUMEN	5
2.0	INTRODUCCION	10
3.0	OBJETIVOS	12
4.0	REVISION BIBLIOGRAFICA	13
4.1	SITUACION ACTUAL DE LA GANADERIA	13
4.2	CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO	27
4.2.1	LOCALIZACION	27
4.2.2	FISIOGRAFIA	27
4.2.3	GEOLOGIA	30
4.2.4	HIDROGRAFIA	32
4.2.5	CLIMA	34
4.2.5.1	PRECIPITACION	36
4.2.5.2	TEMPERATURA	36
4.2.6	SUELOS	37
4.2.7	VEGETACION	41
4.2.8	USO ACTUAL DEL SUELO Y POTENCIAL DE USO PECUARIO	43
4.3	ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE FERTILIZACION DE LOS PASTOS EXPERIMENTADOS	47
4.4	CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PASTOS DE ESTUDIO	58
4.4.1	CLASIFICACION DE LAS GRAMINEAS ESTUDIADAS SEGUN STEBBINS Y CRAMPTON, 1961	58
4.4.2	VALOR NUTRITIVO DE LAS GRAMINEAS	59
4.4.3	ZACATE TAIWAN ( <i>Pennisetum purpureum</i> var. <i>Taiwan</i> )	60
4.4.4	ZACATE PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> )	61
4.4.5	ZACATE ESTRELLA AFRICANA ( <i>Cynodon plectostachyus</i> )	65
4.4.6	ZACATE BERMUDA ( <i>Cynodon dactylon</i> )	68
4.4.7	ZACATE GUINEA ( <i>Panicum maximum</i> )	70
4.4.8	ZACATE PANGOLA ( <i>Digitaria decumbens</i> )	71
4.4.9	ZACATE HAWAIANO ( <i>Digitaria pentzsi</i> X <i>Digitaria melangiana</i> )	71
4.4.10	ZACATE BUFFEL ( <i>Pennisetum ciliare</i> )	74

		Página
5.0	MATERIALES Y METODOS	76
5.1	MUESTREO Y ANALISIS DE SUELOS	76
5.1.1	ANALISIS FISICO	76
5.1.2	ANALISIS QUIMICO	77
5.2	EVALUACION DEL RENDIMIENTO, VALOR NUTRI- TIVO Y ADAPTACION DE DIFERENTES ESPECIES DE PASTOS TROPICALES	78
5.2.1	ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO	79
5.2.2	EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y VALOR NU- TRITIVO DE LOS PASTOS	81
5.2.2.1	ANALISIS BROMATOLOGICOS	82
5.2.2.2	ANALISIS ESTADISTICO	83
5.3	RESPUESTA A LA FERTILIZACION DE CUATRO ESPECIES DE PASTOS TROPICALES	83
5.3.1	ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO	85
5.3.2	EVALUACION DE LA RESPUESTA A LA FERTILI- ZACION	91
6.0	RESULTADOS Y DISCUSION	92
6.1	SUELOS	92
6.2	EVALUACION DEL RENDIMIENTO, VALOR NUTRI- TIVO Y ACLIMATACION DE DIFERENTES ESPE- CIES DE PASTOS TROPICALES	111
6.3	EXPERIMENTO DE FERTILIZACION	139
6.3.1	ZACATE TAIWAN ( <i>Pennisetum purpureum var. Taiwan</i> )	141
6.3.2	ZACATE PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> )	154
6.3.3	ZACATE HAWAIANO ( <i>Digitaria pentzii X Digitaria melangiana</i> )	168
6.3.4	ZACATE BERMUDA ( <i>Cynodon dactylon</i> )	182
7.0	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	202
8.0	BIBLIOGRAFIA	205

INDICE DE GRAFICAS

		Página
GRAFICA 1	PRINCIPALES PAISES CON INVENTARIO DE GANADO BOVINO	14
GRAFICA 2	PRODUCCION MUNDIAL DE CARNE DE BOVINO (PRINCIPALES PAISES)	15
GRAFICA 3	PRODUCCION BOVINO DE CARNE 1972/1991	18
GRAFICA 4	CLIMOGRAMA. ESTACION SANTA ROSA, CD. VALLES, S.L.P.	38
GRAFICA 5	USO ACTUAL DEL SUELO (%) REGION HUASTECAS	44
GRAFICA 6	USO PECUARIO DEL SUELO POR MUNICIPIO	46
GRAFICA 7	RESULTADOS DE PESO FRESCO DE 10 ESPECIES DE PASTOS	135
GRAFICA 8	RESULTADOS DE PESO SECO DE 10 ESPECIES DE PASTOS	136
GRAFICA 9	RESULTADOS DE PROTEINA DE 10 ESPECIES DE PASTOS	137
GRAFICA 10	CLIMOGRAMA ANOS 1989-1990. ESTACION SANTA ROSA	138
GRAFICA 11	CLIMOGRAMA ANOS 1991-1992. ESTACION SANTA ROSA	140
GRAFICA 12	RENDIMIENTO EN PESO FRESCO ANUAL DE 4 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES	198
GRAFICA 13	RENDIMIENTOS EN PESO SECO DE 4 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES	199

## INDICE DE MAPAS

		Página
MAPA 1	RECURSOS FORRAJEROS DE MEXICO	21
MAPA 2	LOCALIZACION GEOGRAFICA	28
MAPA 3	FISIOGRAFIA	29
MAPA 4	GEOLOGIA	31
MAPA 5	HIDROGRAFIA	33
MAPA 6	CLIMA	35
MAPA 7	SUELOS	40
MAPA 8	USO POTENCIAL DEL SUELO	108

INDICE DE CUADROS

		Página
CUADRO 1	GANADERIA VACUNA. SUPERFICIE OCUPADA (MILES DE HAS)	17
CUADRO 2	SERIE HISTORICA DE PRODUCCION DE CARNE Y LECHE 1987-1991	19
CUADRO 3	ALTURA PROMEDIO DE HIJOS POR M2 EN EL PASTO TAIWAN <i>Pennisetum purpureum</i> DIFERENTES INTERVALOS DE COSECHA.	62
CUADRO 4	PRODUCCION DE MATERIA SECA (M.S.) DEL PASTO TAIWAN COSECHADO A DIFERENTES INTERVALOS DE CORTE, BAJO CONDICIONES DE CLIMA Af(c).	62
CUADRO 5	PRODUCCION DE MATERIA SECA (M.S.) DEL PASTO TAIWAN COSECHADO A DIFERENTES INTERVALOS DE CORTE, BAJO CONDICIONES DE CLIMA Aw1.	62
CUADRO 6	VARIACION DE LA ALTURA DE LA PLANTA Y PRODUCCION DE MATERIA VERDE A DIFERENTES EIDADES DE CORTE EN PASTO TAIWAN A-143.	63
CUADRO 7	VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO TAIWAN A-143 A DIFERENTES EIDADES.	63
CUADRO 8	VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> )	67
CUADRO 9	VALOR NUTRICIONAL DEL ZACATE ESTRELLA AFRICANA ( <i>Cynodon plectostachyus</i> )	67
CUADRO 10	VALOR NUTRITIVO DEL ZACATE BERMUDA CRUZA I.	69
CUADRO 11	VALOR NUTRITIVO DEL PASTO BERMUDA ALICIA	69
CUADRO 12	VALOR NUTRITIVO DEL ZACATE GUINEA ( <i>Panicum maximum</i> )	72
CUADRO 13	VALOR NUTRITIVO DEL PASTO PANGOLA ( <i>Digitaria decumbens</i> )	72
CUADRO 14	VALOR NUTRITIVO DEL PASTO BUFFEL ( <i>Pennisetum ciliare</i> )	72
CUADRO 15	DISPOSICION DE LOS BLOQUES EN EL CAMPO	80

		Página
CUADRO 16	DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO DEL PASTO TAIWAN ( <i>Fennisetum purpureum</i> var. <i>Taiwan</i> )	86
CUADRO 17	DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO DEL PASTO BERMUDA CRUZA 1 ( <i>Cynodon dactylon</i> )	87
CUADRO 18	DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO DEL PASTO PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> )	88
CUADRO 19	DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO DEL PASTO HAWAIANO ( <i>D. pentzii</i> X <i>D. melanogiana</i> )	89
CUADRO 20	TRATAMIENTOS	90
CUADRO 21	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL PERFIL 1. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	94
CUADRO 22	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 1. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	97
CUADRO 23	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 2. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	98
CUADRO 24	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 3. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	99
CUADRO 25	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 4. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	100
CUADRO 26	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 5. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	101
CUADRO 27	RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 6. LOCALIZADO EN EL	102

		Página
	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	
CUADRO 28	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL POZO 7. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	103
CUADRO 29	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL POZO 8. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	104
CUADRO 30	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL POZO 9. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	105
CUADRO 31	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL POZO 10. LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VALLES, S.L.P. A UNA ALTURA DE 86 msnm	106
CUADRO 32	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE 10 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES, PRIMER CORTE, PROMEDIO DE TRES BLOQUES.	125
CUADRO 33	ANÁLISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES BLOQUES PRIMER CORTE	126
CUADRO 34	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE 10 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES, SEGUNDO CORTE, PROMEDIO DE TRES BLOQUES.	127
CUADRO 35	ANÁLISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES BLOQUES SEGUNDO CORTE	128
CUADRO 36	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE 10 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES, TERCER CORTE, PROMEDIO DE TRES BLOQUES.	129
CUADRO 37	ANÁLISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES BLOQUES TERCER CORTE	130
CUADRO 38	RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS BROMATOLÓGICOS DE 10 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES, EVALUACIÓN TOTAL. PROMEDIO DE TRES CORTES.	131

		Página
CUADRO 39	ANALISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES CORTES EVALUACION TOTAL	132
CUADRO 40	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PASTOS DE PORTE BAJO Y ESTOLONIFERO (8 ESPECIES) PESO SECO	133
CUADRO 41	ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PASTOS DE PORTE BAJO Y ESTOLONIFERO (8 ESPECIES) PROTEINA	134
CUADRO 42	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO TAIWAN ( <i>Pennisetum purpureum</i> var. Taiwan) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. PRIMERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	147
CUADRO 43	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO TAIWAN ( <i>Pennisetum purpureum</i> var. Taiwan) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. SEGUNDA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	148
CUADRO 44	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO TAIWAN ( <i>Pennisetum purpureum</i> var. Taiwan) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. TERCERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	149
CUADRO 45	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO TAIWAN ( <i>Pennisetum purpureum</i> var. Taiwan) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. EVALUACION TOTAL PROMEDIO DE TRES CORTES	150
CUADRO 46	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO TAIWAN PESO SECO	151
CUADRO 47	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO TAIWAN PROMEDIO DE TRES CORTE, EVALUACION TOTAL	152
CUADRO 48	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> ) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. PRIMERA EVALUACION	161

		Página
	PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	
CUADRO 49	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> ) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. SEGUNDA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	162
CUADRO 50	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> ) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. TERCERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	163
CUADRO 51	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO PARA ( <i>Brachiaria mutica</i> ) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. EVALUACION TOTAL PROMEDIO DE TRES CORTES	164
CUADRO 52	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO PARA PESO SECO	165
CUADRO 53	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO PARA PROMEDIO DE TRES CORTES, EVALUACION TOTAL	166
CUADRO 54	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO HAWAIANO ( <i>D.pentzii</i> X <i>D. melangiana</i> ) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. PRIMERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	175
CUADRO 55	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO HAWAIANO ( <i>D.pentzii</i> X <i>D. melangiana</i> ) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. SEGUNDA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	176
CUADRO 56	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO HAWAIANO ( <i>D.pentzii</i> X <i>D. melangiana</i> ) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. TERCERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	177

		Página
CUADRO 57	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO HAWAIANO (D.pentzii X D. me- langiana) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. EVALUACION TOTAL PROMEDIO DE TRES CORTES	178
CUADRO 58	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO HAWAIANO PESO SECO	179
CUADRO 59	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO HAWAIANO PROMEDIO DE TRES CORTES, EVALUACION TOTAL	180
CUADRO 60	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO BERMUDA CRUZA 1 (Cynodon dactylon) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. PRIMERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	188
CUADRO 61	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO BERMUDA CRUZA 1 (Cynodon dactylon) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. SEGUNDA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	189
CUADRO 62	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO BERMUDA CRUZA 1 (Cynodon dactylon) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. TERCERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES	190
CUADRO 63	RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO BERMUDA CRUZA 1 (Cynodon dactylon) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. EVALUACION TOTAL PROMEDIO DE TRES CORTES	191
CUADRO 64	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO BERMUDA CRUZA I. PESO SECO	192
CUADRO 65	ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO BERMUDA CRUZA I. PROMEDIO DE TRES CORTES, EVALUACION TOTAL	193
CUADRO 66	ANALISIS DE VARIANZA DE CUATRO ESPECIES DE PASTOS, BAJO FERTILIZACION	196

## S U M M A R Y

The present research has the objective to contribute to the understanding of important aspects of the cattle production systems, mainly to the forage production, through desk, field and laboratory work systematic studies. First, by determining the physicochemical properties of the grass cultivated soils, and then, evaluating yield, nourishing value and different grasses acclimatization to the region. After performing all these experiments, the best grasses species were tested for their fertilization response.

The work was achieved on the Instituto Tecnológico de Ciudad Valles, S.L.P., located on the km 2 of the Ingenio Plan de Ayala freeway, in the Mexican Gulf Northeast Coastal Plain at 95 meters over the sea level; on limestone derived Vertisols, with warm subhumid climate, 1050 mm of rainfall and medium annual temperature of 24 °C.

In order to know the physicochemical properties of the soils, a systematic sampling was achieved by determining the real or specific density, bulk density, texture, color, organic matter, nitrogen, phosphorus, potassium, magnesium, calcium, carbonate, bicarbonate, pH and cation exchange capacity. The map of potential use of the Instituto Tecnológico and the taxonomy classification, were drawn.

Ten tropical grasses from six gramineous genus were evaluated with the following varieties and species: Pará grass (*Brachiaria mutica*), Buffel grass (*Pennisetum ciliaris*), Guinea grass (*Panicum maximum*), Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*), Hawaiian grass (*Digitaria pentzii* x *D. melangiana*), African Star grass common and bequest varieties (*Cynodon plectostachyus*), and Bermuda grass (*Cynodon dactylon*) varieties Cross one and Alice. A randomized blocks design with three repetitions was tested. The

experiment lasted one and a half year under temporal weather conditions practicing three cuttings. The collected material was analysed determining fresh and dry yield, ash, total nitrogen, crude protein and ethereal extract percentage. The variance analysis and the Duncan test were applied.

The better four grass species were selected to evaluate their fertilization response: Taiwan grass (*Pennisetum purpureum*), Bermuda cross I (*Cynodon dactylon*), Pará grass (*Brachiaria mutica*), and Hawaiian grass (*D. pentzsi* X *D. melangiana*). Four levels of nitrogen -as amonium sulphate- fertilization were used 0, 100, 200 y 300 kg/ha and four levels of phosphorus -triple superphosphate- fertilization 0,50,100 and 150 kg/ha. A randomized blocks design with four repetitions was used. During a year three cuttings were achieved on each experiment, under temporal weather conditions. The same bromatological analysis described for the first experiment were accomplished.

The soils belong to the Order Vertisol, Suborder Udert, Great Group Chromudert, Subgrup Typic. According to their potencial use capacity the soils are of third class with climatic limitations, heavy texture, and with ocassional floods.

Regarding to the yield and feeding value evaluation of the ten grasses species studied, the Taiwan grass has produced the best yield ( $109 \text{ t.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$ ) of dry matter with 6.5% of protein). The Guinea grass had high yield ( $45 \text{ t.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$ ) of dry matter with 5.4% of protein). The Buffel grass showed good yield ( $18 \text{ t.d.m.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$ ). From the *Digitaria* genus the Pangola grass had lesser yield than the Hawaiian grass with 13 and  $17 \text{ t.d.m.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$ . The Pará grass gave yields of  $14 \text{ t.d.m.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$  and 5% of protein. The grasses of the *Cynodon* genus have medium yields between  $10-15 \text{ t.ha}^{-1}.\text{year}^{-1}$  of dry matter and with protein values from 4.7 to 7.3%.

Statistically and in dry matter production, Taiwan grass was the highest during the different seasons and also in the annual yield. After Taiwan grass, Guinea grass came second best yield, presenting regeneration periods of more than 150 days during the dry season, after of a freezing period.

Of the stoloniferous grasses Buffel an Hawaiian showed the best yields along the year. The grasses of the *Cynodon*, *Brachiaria* and *Digitaria* genus, gave a similar productive behavior.

The Pangola and Buffel grasses, have a good behavior during the dry seasons. The Hawaiian grass decreases its yield on the dry season and resists humidity excess.

The yearly differences on the rainfall amount and distribution, the extreme temperatures and the edaphic conditions, determine the differences on forage yield and food value.

A seasonality on the production of all studied grasses was confirmed, obtaining the highest yields in the summer, and also in the rainy season (July to October) and the lowest yields in the dry season (March to June).

The recuperation periods of the grasses varied from sixty days, under optimus temperature and humidity conditions, to one hundred and fifty days in the dry season.

In the four grass species on which the fertilization response was tested, this was statistically significative for the nitrogen dose alone. In decreasing order species yield were Taiwan > Bermuda > Pará > Hawaiian.

Taiwan grass had the better response to the nitrogen and phosphoric fertilization (300-150-0 and 200-50-0), Bermuda grass gave response to the nitrogen fertilization and to the combination of nitrogen and phosphorous (300-150-0 y 300-50-0). Para grass only reacted to nitrogen fertilization. According to Duncan test the better dose was 200-100-0. Regarding forage yield Hawaiian grass showed best response to the phosphoric fertilization. For protein value this grass gave response to just nitrogen and also when in was combined with phosphorus (300-150-0).

To recommend and adequate fertilization dose, it is necessary to continue these fertilization response studies for a number of years. This is due to the wide climatic variations from one year to the next one.

To improve soil use and forage resources, it is recommended to evaluate soil capacity of each productive unit. According to this evaluation best lands must be left to Taiwan cultivation and worst land for grazing forage.

It is recommended for future researches to determine the behavior of studied grasses under cutting or grazing and to determine digestibility and forage meat conversion, as well as to test different animal charges and different management grass systems in order to find the way of improve moreover the explotations.

## 1. RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo contribuir al conocimiento de algunos aspectos importantes en los sistemas de producción pecuaria, particularmente a la producción de forrajes en la Huasteca Potosina, a través de estudios sistemáticos de gabinete, campo y laboratorio. Primero, se determinan las características físicas y químicas de los suelos dedicados al cultivo de pastos, para posteriormente evaluar el rendimiento, valor nutritivo y aclimatación a la región de diferentes especies de gramíneas, para seleccionar las más adecuadas y evaluar su respuesta a la fertilización.

Los trabajos se desarrollaron en el Instituto Tecnológico de Cd. Valles, S.L.P., ubicado en el km 2 de la carretera al Ingenio Plan de Ayala, en la Planicie Costera Nororiental del Golfo de México, a 95 msnm, en terrenos planos de Vertisoles derivados de calizas del Cretácico, con un clima Aw (1) cálido subhúmedo, con una precipitación anual de 1050 mm y una temperatura media anual de 24°C.

Para investigar las propiedades físicas y químicas de los suelos se realizó un muestreo sistemático, determinándose la densidad aparente, densidad real, color, materia orgánica, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, pH y capacidad de intercambio catiónico total. Con los resultados de los suelos se elaboró el mapa de uso potencial y se clasificó taxonómicamente el suelo de acuerdo al USDA, 1990.

Se evaluaron 10 pastos pertenecientes a 6 géneros de gramíneas con las siguientes especies y variedades: 1) Pasto Pará (*Brachiaria mutica*), 2) Pasto Buffel (*Pennisetum ciliaris*), 3) Pasto Guinea (*Panicum maximum*), 4) Pasto Taiwan

(*Pennisetum purpureum*, var. taiwan), 5) Pasto Pangola (*Digitaria decumbens*), 6) Pasto Hawaiano (*Digitaria pentzii* X *Digitaria melangiana*), 7) Pasto Estrella Africana variedad común (*Cynodon plectostachyus*), 8) Pasto Estrella Africana variedad mejorada (*C. plectostachyus*), 9) Pasto Bermuda variedad Cruza I (*C. dactylon*) y 10) Pasto Bermuda variedad Alicia (*C. dactylon*). Se empleó un diseño experimental con arreglos de los tratamientos en bloques al azar con tres repeticiones. El experimento duró un año y medio en condiciones de temporal, practicándose 3 cortes. Al material colectado se le determinaron los siguientes parámetros: rendimiento en peso fresco y seco, porcentaje de cenizas, nitrógeno total, proteína cruda y extracto etéreo. A los resultados obtenidos se les realizó el análisis de varianza y la prueba de Duncan.

Se seleccionaron las siguientes especies de pastos para evaluar su respuesta a la fertilización: Pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* var. taiwan), Pasto Bermuda Cruza I (*Cynodon dactylon*), Pasto Pará (*Brachiaria mutica*) y Pasto Hawaiano (*D. pentzii* X *D. melangiana*). Se utilizaron cuatro niveles de fertilización nitrogenada: 0, 100, 200 y 300 kg/ha<sup>-1</sup> en forma de sulfato de amonio y cuatro niveles de fertilización fosfórica: 0, 50, 100 y 150 kg/ha<sup>-1</sup> en forma de superfosfato triple. Se estableció un diseño con arreglos de los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Se practicaron 3 cortes en cada experimento el cual tuvo una duración de un año bajo condiciones de temporal. A los pastos se les practicaron los mismos análisis descritos para el primer experimento.

Los suelos corresponden al Orden Vertisol, Suborden Udert, Gran grupo Chromoudert, Subgrupo típico, de acuerdo con la clasificación del Soil Taxonomy (USDA, 1990). En función a su capacidad de uso potencial son de tercera clase con

limitaciones climáticas, por ser de temporal, ser suelos pesados y presentar inundaciones ocasionales a lo largo del año.

En lo que respecta a la evaluación del rendimiento y valor nutritivo de las 10 especies de pastos, el Pasto Taiwan produjo un mayor rendimiento (109 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de m.s., con 6.5% de proteína). El Guinea tuvo rendimientos altos (45 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de m.s., con 5.4% de proteína). El Buffel da buenos rendimientos (18 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de m.s., con 5% de proteína). Del género *Digitaria* el Pangola dio menores rendimientos que el Hawaiano, con 13 y 17 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de m.s. respectivamente. El Pará produjo 14 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de m.s., y 5% de proteína. Los pastos del género *Cynodon* dan rendimientos medios entre 10 y 15 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de m.s. y con valores de proteína desde 4.7 a 7.3%.

El pasto Taiwan sobresalió estadísticamente en producción de materia seca, tanto en las diferentes épocas del año, como en el rendimiento anual. El pasto Guinea, fue después del Taiwan el que tuvo mayor producción, presentando periodos de regeneración de más de 150 días, durante la época de sequía después de una helada.

De los pastos estoloníferos, el Buffel y Hawaiano son los que tienen los mejores rendimientos a lo largo del año. Los pastos del género *Cynodon*, *Brachiaria* y *Digitaria*, tienen un comportamiento productivo similar. El pasto Pangola y Buffel, tienen un mejor comportamiento durante las épocas de sequía. El pasto Hawaiano abate su rendimiento en la época de sequía y soporta excesos de humedad.

La cantidad y distribución de la precipitación, las temperaturas extremas y las condiciones edáficas, determinan,

la diferencia en producción de forraje y valor nutritivo de un año a otro.

Se confirmó una marcada estacionalidad en la producción para todos los pastos estudiados obteniéndose los mayores rendimientos en el verano en la época lluviosa (julio a octubre), y los rendimientos más bajos en la época seca (marzo a junio).

Los periodos de recuperación de los pastos variaron desde 60 días en condiciones óptimas de humedad y temperatura, hasta 150 días en épocas de sequía.

En las cuatro especies de pastos en las cuales se estudio la respuesta a la fertilización, fue estadísticamente significativa para las dosis con nitrógeno sólo. Las mejores dosis generales, para estos pastos, según la prueba de Duncan fueron las de 300-150-0 y 200-50-0. La especie que dio mayores rendimientos fue el pasto Taiwan > Bermuda > Pará > Hawaiano en orden decreciente.

El pasto Taiwan respondió mejor a la fertilización nitrogenada y fosfatada (300-150-0 y 200-50-0). El pasto Bermuda obtuvo mejor respuesta a la fertilización nitrogenada y a la combinación del nitrógeno-fósforo (300-150-0 y 300-50-0). El pasto Pará dió mejor respuesta a la fertilización nitrogenada sólo, según la prueba de Duncan el mejor tratamiento fue 200-100-0. El pasto Hawaiano tuvo mejor respuesta a las dosis solas de fósforo en el rendimiento y a nitrógeno sólo y combinado con fósforo para proteína (300-150-0).

Es necesario continuar con éstos estudios de respuesta a la fertilización por más años, debido a que las variaciones climáticas de un año a otro, son muy grandes, para poder

recomendar una dosis de fertilización adecuada para cada especie.

Para optimizar el aprovechamiento de los recursos suelo-forraje se recomienda dedicar las mejores tierras al cultivo del pasto Taiwan y las de menor calidad a los forrajes para pastoreo, seleccionando la especie de acuerdo a las condiciones particulares de cada explotación.

Se recomienda para futuras investigaciones determinar el comportamiento de los pastos estudiados bajo corte o pastoreo con animales y determinar la digestibilidad y conversión de forrajes en carne, así como probar con diferentes cargas animales y diferentes sistemas de manejo de los pastos a fin de contar con datos que permitan optimizar aún más las explotaciones.

## 2. INTRODUCCION

El principal reto que afronta la humanidad en la actualidad es el de incrementar la producción de alimentos básicos para el consumo de una población que aumenta constantemente. México no escapa a esta situación y se observa que parte importante de este problema de escasez de alimentos la constituyen los productos de origen animal principalmente la carne y la leche (Velarde, 1984).

Los problemas que obstaculizan el desarrollo intensivo de la ganadería del país en la actualidad son más complejos de lo que eran hace apenas cuatro décadas, siendo estos de carácter técnico, político, económico y social, dando como resultado la producción insuficiente de alimentos y de productos para la industria (Sánchez, 1984).

Una de las causas de esta falta de productos pecuarios es la producción insuficiente de forrajes para alimentar al ganado en praderas y tierras cultivadas y, a la subutilización y mal manejo de los suelos, los forrajes y el ganado. Por esta razón es imperativo mejorar la capacidad de producción forrajera y la calidad nutricional de los pastos mediante la aplicación de las tecnologías que se requieran en cada caso particular.

En las regiones tropicales y subtropicales, donde las potencialidades para la producción de pastos son enormes las investigaciones deben encaminarse al estudio de tres aspectos principales; 1) El lugar que ocupa la producción de pastos y forrajes en la estructuración o reestructuración de empresas agropecuarias, 2) La planeación de un programa experimental, con objeto de determinar que métodos de producción de forrajes pueden aplicarse según las distintas condiciones, desde la simple parcela de observación de plantas, hasta los diseños experimentales complejos, cuyo objeto es expresar el

rendimiento de los pastos y, 3) Que formas de uso y manejo son las más adecuadas para obtener mejores rendimientos en la producción (Whyte, 1975).

Las zonas tropicales de México presentan condiciones favorables para la producción de forrajes, pero se requiere de un conocimiento muy detallado de los factores que determinan la producción.

En la producción de forrajes, el clima, la topografía y los suelos condicionan a las especies de gramíneas, abonos y fertilizantes que deben utilizarse para obtener mayores rendimientos.

Actualmente, la implantación de praderas cultivadas para la alimentación del ganado ha venido incrementándose año con año en las zonas tropicales de nuestro país. En México existen más de 4 millones de has dedicadas a praderas cultivadas, manteniendo a 16 301 761 cabezas de ganado; localizadas en los estados de Veracruz, Chiapas, Tamaulipas, San Luis Potosí, Yucatán y Campeche. El Estado de San Luis Potosí ocupa el cuarto lugar con 696 385 cabezas de ganado, distribuidas en una superficie de 580 000 has (INEGI, 1991).

Por esto, surge la necesidad de conocer las características climáticas, topográficas y edáficas por un lado, y por otro, con base en los datos obtenidos, experimentar con distintas especies de gramíneas y distintos tratamientos de fertilización para determinar las condiciones óptimas de productividad.

### **3. OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al conocimiento de la producción de forrajes en la Huasteca Potosina.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

1. Determinar las características y propiedades físicas y químicas de los suelos dedicados al cultivo de pastos en la zona de estudio.

2. Evaluar el rendimiento, valor nutritivo y aclimatación ecológica de 10 especies de pastos en la Huasteca Potosina.

3. Determinar la respuesta a la fertilización y manejo en general de las especies de pastos mejor aclimatadas a las condiciones de la Región.

#### 4.0 REVISION BIBLIOGRAFICA

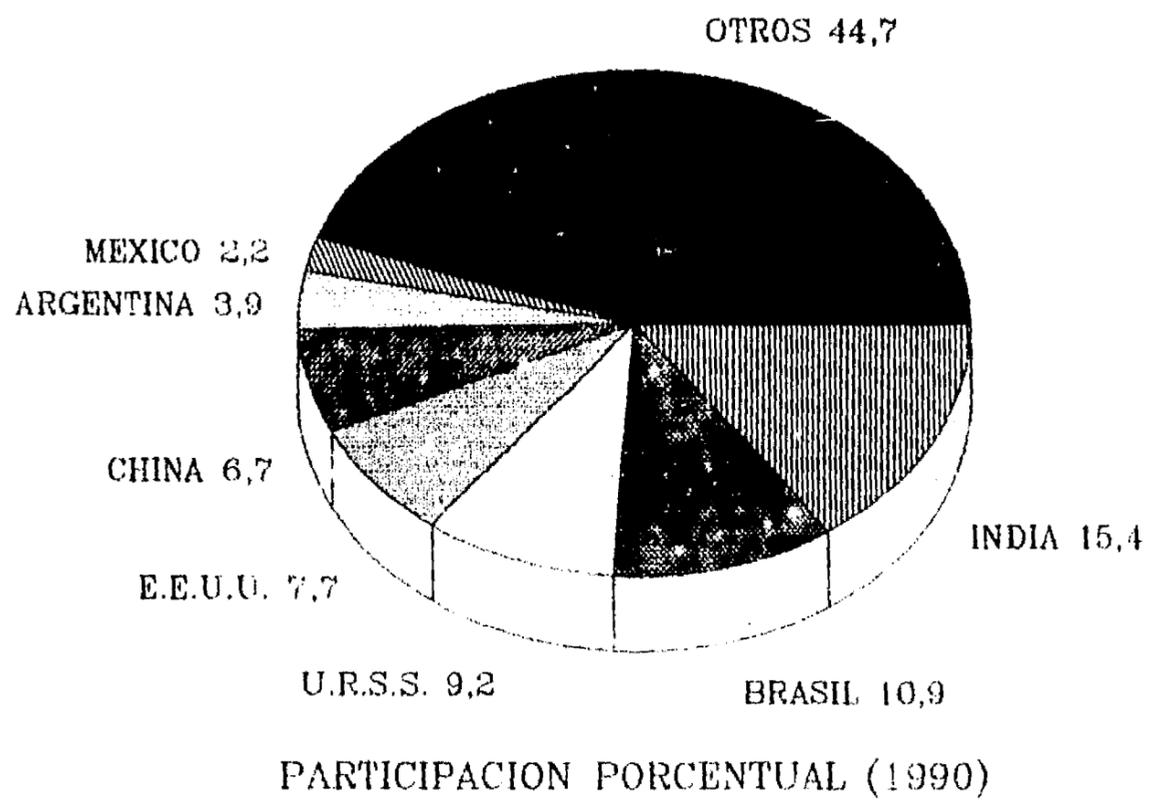
##### 4.1. SITUACION ACTUAL DE LA GANADERIA MEXICANA

Los problemas que obstaculizan el desarrollo de la ganadería del país son diversos. Abarcan desde una producción insuficiente de forrajes, un deficiente control de plagas y enfermedades del ganado, poco mejoramiento genético, estancamiento tecnológico en los sistemas de producción, falta de créditos y capacitación para los ganaderos, hasta una distribución, comercialización e industrialización deficiente de los productos pecuarios (Sánchez, 1984).

En México, la ganadería está compuesta por seis ramas productivas de acuerdo con el tipo de ganado: la bovina, la porcina, la caprina, la ovina, la de aves, la caballar y la asnar. Puede afirmarse que durante las últimas cinco décadas ha habido en el país un marcado incremento de la ganadería bovina, porcina y de aves, en tanto que la de caprinos, porcinos y asnos ha tendido al decremento (Toledo et al., 1993).

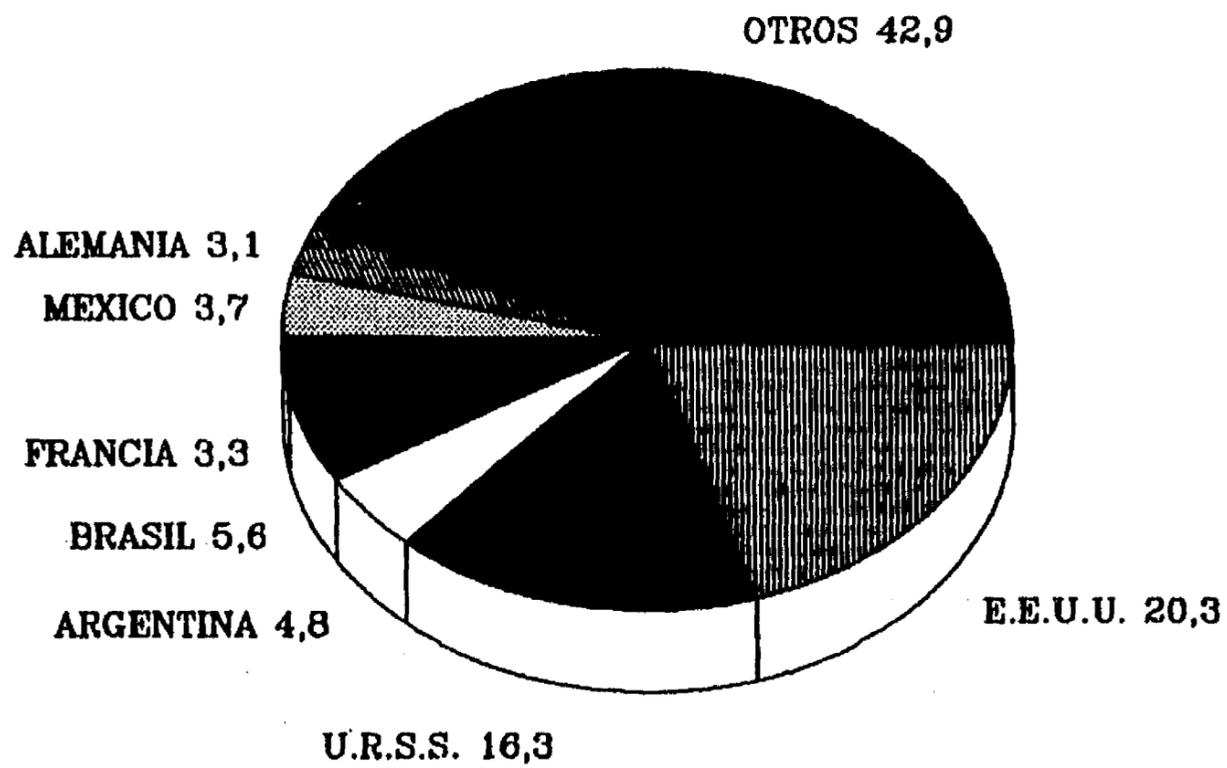
Por el número de cabezas y por la extensión que ocupa, la ganadería de bovinos encabeza la producción pecuaria del país, ocupando 90.5 millones de has con 37.5 millones de cabezas (INEGI, 1991). México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en cuanto al número de cabezas de ganado, participando con el 2.2% del hato mundial (Gráfica 1). En cuanto a la producción de carne, México ocupa el sexto lugar con 3.7% que corresponden a 1.2 millones de toneladas anuales (Gráfica 2) y ocupa el onceavo lugar como exportador de carne fresca refrigerada, contribuyendo con 0.27% de las exportaciones mundiales, que equivalen a 26.4 millones de dólares anuales. Con respecto a la producción de carne deshuesada, México es el décimo exportador aportando 0.52% del total mundial, equivalente a 26.6 millones de dólares anuales (SARH, 1992).

### GRAFICA 1. PRINCIPALES PAISES CON INVENTARIO DE GANADO VACUNO



FUENTE: SARH (1992)

### GRAFICA 2. PRODUCCION MUNDIAL DE CARNE DE BOVINO (PRINCIPALES PAISES)



PARTICIPACION PORCENTUAL (1990)

FUENTE: SARH (1992)

La ganadería bovina en México es fundamentalmente de carácter extensivo y especializado; es decir, ocupa enormes extensiones de terreno con matorrales, bosques o pastos naturales o inducidos (sólo el 5% de los predios ganaderos poseen pastos cultivados). Resulta muy rentable dado el bajo nivel de inversiones que requiere. Lo anterior supone el libre pastoreo de un sólo tipo de animales sobre la vegetación natural o inducida, sin ningún mejoramiento tecnológico y poca mano de obra. Como resultado de lo anterior la ganadería bovina ha tenido una expansión muy alta con una baja productividad. La superficie ganadera pasó de los 38.8 millones de has en 1940 a los 78.0 millones en 1980 (Cuadro 1) y en la actualidad se estima en 90.5 millones (INEGI, 1991).

Por otro lado, diversos mecanismos legales como la definición constitucional de la pequeña propiedad ganadera, aunada a los bajos índices de agostadero, permiten eludir la reforma agraria en este tipo de explotaciones y favorecen su práctica en unidades privadas. Otra de las causas de la expansión de la ganadería radica en el hecho de que recientemente ha habido un incremento en los créditos bancarios para estas actividades y existen oportunidades para la exportación de ganado en pie a los Estados Unidos (Toledo et al, 1993).

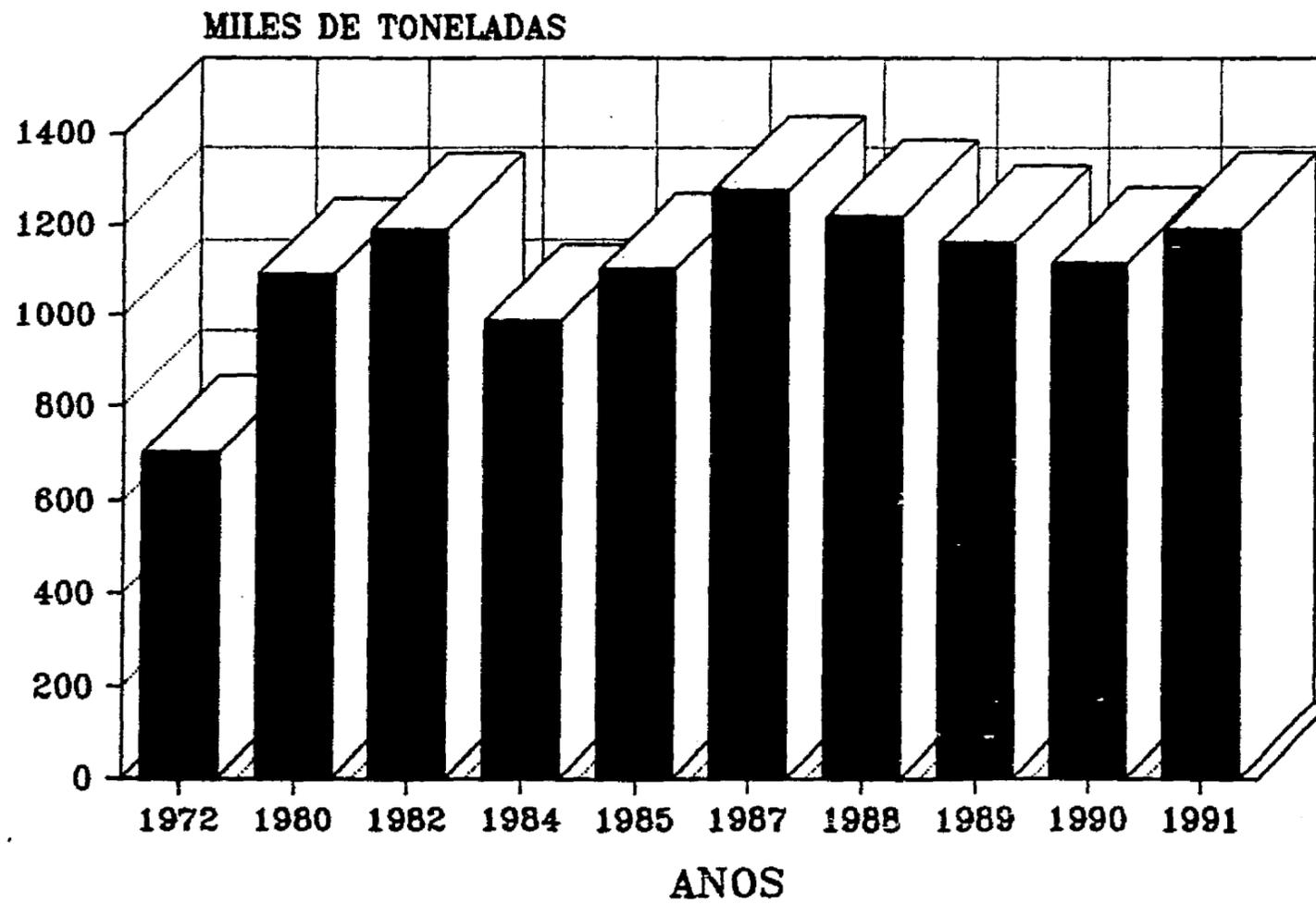
La ganadería bovina de carne es una de las pocas actividades pecuarias que logra un crecimiento sostenido en la década de los 80 (Gráfica 3). Si bien el sistema bovino de carne muestra un crecimiento cuantitativo (Cuadro 2), por otro lado, los índices de productividad reflejan el predominio del carácter extensivo de la actividad sustentada en una base tecnológica tradicional. La alimentación es insuficiente, dada la mala calidad del agostadero y del mal manejo del suelo y del ganado, fenómeno que ha redundado en diversos grados de erosión

CUADRO 1. GANADERIA VACUNA: SUPERFICIE OCUPADA (MILES DE HAS)

	1940	1950	1960	1970	1980
<b>I. NORTE ARIDO Y SEMIARIDO</b>	24080	39634	43804	50782	57726
1. Baja California		1319	1328	1783	2393
2. Coahuila		6705	7410	8081	8315
3. Chihuahua		12357	12384	14004	15837
4. Durango		2939	4604	4761	4923
5. Nuevo León		2743	2401	2650	2961
6. San Luis Potosí		1857	1798	1890	2115
7. Sonora		6209	8457	10569	12031
8. Tamaulipas		2976	2596	3621	4307
9. Zacatecas		2529	2827	3423	4844
<b>II. TROPICO SECO Y HUMEDO</b>	8750	6949	7367	9989	12786
1. Campeche		391	341	347	489
2. Colima		136	119	161	217
3. Chiapas		1097	690	1396	2082
4. Huastecas					
a) Tamaulipas, Hidalgo y Puebla		96	151	185	226
b) San Luis Potosí		148	162	276	295
c) Veracruz		379	705	726	976
5. Guerrero		697	968	1246	1465
6. Nayarit		348	435	461	589
7. Oaxaca		413	1181	1493	1716
8. Sinaloa		671	624	979	1323
9. Tabasco		569	581	815	1043
10. Veracruz		1017	951	1345	1471
11. Yucatán		978	459	556	874
<b>III. TEMPLADA CENTRO</b>	5980	4205	4579	5807	7493
1. Aguascalientes		141	128	138	194
2. Guanajuato		327	472	496	591
3. Hidalgo		559	357	369	381
4. Jalisco		1396	1315	1732	2399
5. México		491	599	692	796
6. Michoacán		719	744	1217	1726
7. Puebla		214	466	541	761
8. Querétaro		274	191	243	252
9. Otros (Morelos, D.F., Tlaxcala)		284	307	379	393
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>38810</b>	<b>50788</b>	<b>55750</b>	<b>66578</b>	<b>78005</b>

FUENTE: Reig, 1982

**GRAFICA 3. PRODUCCION BOVINO DE CARNE  
1972/1991**



FUENTE| SARH/DGEA 1973/1984, SARH,1992

CUADRO 2. SERIE HISTORICA DE PRODUCCION DE CARNE Y LECHE 1987-1991

CONCEPTO	1987	1988	1989	1990	1991 1/
CARNE (miles de ton)	2917	2795	2561	2682	2924
BOVINOS	1273	1217	1162	1114	1189
PORCINOS	915	861	726	757	812
OVINOS	22	24	25	25	26
CAPRINOS	35	39	37	36	39
AVES	672	654	611	750	858
LECHE (miles de lts)	6330	6281	5704	6266	6848
BOVINOS	6201	6159	5577	6142	6717

1/ Preliminar

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA, SARH, 1992

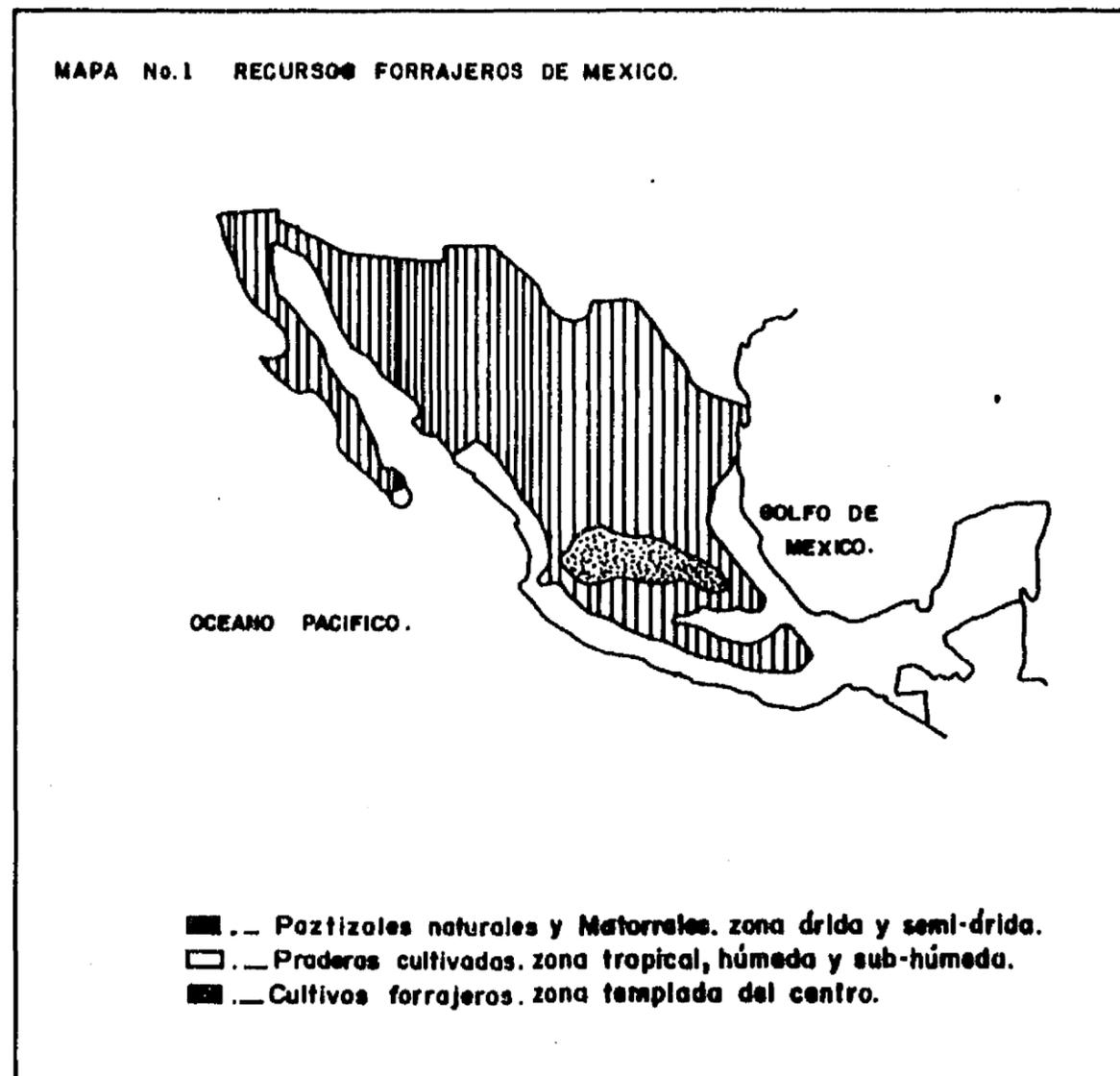
y degradación del suelo. Las praderas cultivadas ocupan una mínima parte de la superficie ganadera y es poco frecuente el uso de complementos alimenticios. Todavía hoy el ganado criollo constituye la mayor parte del inventario, seguido en importancia por las razas Cebuinas, mientras que las razas Europeas (Suiza, Hereford, Charolais, Angus, Simmental, Beef Master, Charbray, etc.) representan cerca del 20%. En lo que respecta al uso del suelo, 65% del territorio nacional son tierras dedicadas a la ganadería, ocupando los bovinos el 70% de las tierras ganaderas (De La Fuente et al, 1989).

Los recursos forrajeros en que se sustentan la ganadería mexicana se encuentran localizados en tres grandes regiones ecológicas: 1. La región árida y semiárida del norte del país, 2. La región tropical del sureste, y parte de las vertientes del Golfo de México y el Pacífico y 3. La región templada del centro de México, Mapa 1 (Sánchez, 1984).

Las zonas áridas y semiáridas en nuestro país ocupan cerca de 86 millones de has de las cuales aproximadamente 23 millones corresponden a pastizales naturales y 63 millones a matorrales xerófitos, en donde los coeficientes de agostadero son considerados bajos, requiriéndose de 14 a 80 has para sostener una unidad animal (COTECOCA, 1986).

Las zonas tropicales, húmeda y seca, dedican cerca de 4 millones de has a praderas cultivadas, las cuales son el resultado de substituir la vegetación natural por pastos introducidos, con coeficientes de agostadero altos que, van desde 0.8 hasta 5 has por unidad animal (Jaramillo, 1993).

Alrededor de 2.4 millones de has de tierras agrícolas se dedican a la producción de forrajes en condiciones de riego y temporal, en la región templada del centro de México, además de cerca de 400 000 has de praderas de invierno y cultivos



FUENTE: SANCHEZ, 1984

forrajeros de maíz, cebada, sorgo, avena, garbanzo, remolacha y otros principalmente para una ganadería intensiva enfocada a la producción de leche (Sanchez, 1984).

La región del trópico comprende por orden de importancia en superficie los estados de Veracruz, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Sinaloa, Tabasco, Yucatán, Nayarit, Campeche, San Luis Potosí, Tamaulipas y Colima. Ocupan sólo el 16% de la superficie ganadera nacional y concentran casi la mitad del hato (Cuadro 1).

El sistema de producción en las zonas tropicales es más complejo y heterogéneo que en el norte de la República: los ranchos son mucho más pequeños, con alta carga animal y una creciente tendencia hacia el doble propósito (carne y leche). Hay gran variabilidad técnica porque coexisten formas muy rudimentarias de manejo y moderna tecnología (Reig y Feder, 1982).

El área más dinámica de la región la constituye el "trópico húmedo", formado por los Estados de Chiapas, Tabasco, Yucatán y sur de Veracruz. En las Huastecas, el centro de Veracruz y la costa de Chiapas, la ganadería es una actividad de mayor tradición y también observa un dinamismo importante. En contraste se encuentra el "trópico seco", como Oaxaca y Guerrero, donde los ritmos de crecimiento son más lentos y las formas de explotación más atrasadas.

La especialización productiva de la región tropical húmeda es la engorda de bovinos orientada al abastecimiento de la zona metropolitana y nuevos centros urbanos del sureste. Las Huastecas son el principal centro de engorda a nivel nacional con un 35.9% del hato nacional (De La Fuente *et al*, 1989).

Durante las últimas cuatro décadas la ganadería del trópico se distingue por observar los mayores ritmos de desarrollo y expansión dentro de la ganadería bovina nacional. La frontera pecuaria se expande de 7.3 a 12.7 millones de has, lo que en términos relativos la sitúa como el área de mayor crecimiento. Por entidades federativas destacan Chiapas y Sinaloa, que absorben el 25.7 y 12.9% del incremento de la superficie regional (Cuadro 1).

La expansión más importante ocurre en el sureste, donde se incorporan 3.5 millones de has, afectando a selvas y bosques. La tala de los bosques tropicales ha asumido proporciones gigantescas: en 1960, los bosques tropicales ocupaban el 27% de la superficie del Estado de Tabasco y en 1975 la proporción se había reducido al 5%; o sea, aún antes del auge del petróleo la quinta parte del Estado de Tabasco fue deforestada en 15 años. Un fenómeno parecido está presentándose en Chiapas, Campeche y Yucatán, donde se llevan a cabo programas de desarrollo ganadero (Barkin, 1982).

El inventario ganadero del trópico crece más aceleradamente que en el centro y norte del país, pasando de 5.3 a 10.6 millones de unidades animales entre 1960 y 1980. Los Estados de Chiapas y Tabasco absorben el 45% de este incremento, con tasas medias de crecimiento superior al 6% anual, considerando la media nacional de 2.9% (De La Fuente et al, 1989).

La calidad de los agostaderos se ve favorecida por condiciones físico-naturales más benignas que en otras regiones. La base nutriente es buena, como resultado de la abundante agua y vegetación y por la importancia que va cobrando la introducción de pastizales mejorados, siendo que de los 4 millones de has de praderas artificiales a nivel

nacional, el trópico concentra el 90% de estas áreas (Toledo et al, 1993)

Las condiciones favorables del agostadero se expresan en los índices de productividad alcanzados en esta región. La carga animal es de 1.2 ha/u.a. y la producción de carne es de 90 kg/ha<sup>-1</sup>. Las diferencias intrarregionales fluctúan, para el primer caso, entre 0.8 y 2.7 ha/u.a. (Jaramillo, 1993).

Dadas las buenas condiciones de agostadero se podría esperar un ciclo de reproducción más corto que en el norte y centro del país, siendo sin embargo, muy similar.

Las plagas y parásitos cuya erradicación es muy difícil en amplias regiones del trópico, tienden a tomar el papel limitante o restrictivo que tiene la base alimenticia en el norte, tratándose de plagas asociadas al tipo de clima y vegetación tropicales y de muy fácil propagación. De tal modo que, la ampliación de la frontera ganadera tropical se ha realizado hasta ahora sin lograr saltos tecnológicos significativos en la materia: de este modo, se reduce la gran ventaja que representa el buen nivel forrajero existente y/o inducido (Reig y Feder, 1982).

La Huasteca Potosina se ubica dentro de lo que se podría considerar una subregión de la región tropical húmeda, pudiendo catalogarse en función de su clima, como subregión tropical subhúmeda donde existen cerca de 580 mil has de praderas cultivadas (INEGI, 1991). Las causas que limitan la producción de forrajes en esta región, en principio, se deben a que los tipos de vegetación natural no contienen en su composición florística especies forrajeras en número importante. A esta situación se agrega el hecho de que la sustitución de vegetación por praderas artificiales, se ha efectuado lenta y parcialmente, generalmente en forma arbitraria y desordenada, a

costa de otros recursos naturales como los bosques tropicales, con métodos como la roza, tumba y quema y para una ganadería de tipo extensivo y poco tecnificado, de bajos rendimientos y con un impacto ambiental desfavorable en la mayoría de los casos.

Concluyendo acerca de la situación actual de la ganadería en México, y considerando en especial la ganadería tropical, podemos advertir que en materia de recursos naturales y uso del suelo, la ganadería bovina de carne es importante en la ampliación de la frontera ganadera, pero principalmente en el sureste.

Contrariamente a lo que se supone, que esta expansión ganadera se da a costa de la disminución de la frontera agrícola, lo cierto es que la ganadería ha crecido en áreas áridas y semiáridas nortefías (de difícil empleo para la agricultura), pero sobre todo a costa de bosques y selvas en regiones tropicales.

También se observa que en su conjunto la actividad implica un enorme desperdicio de recursos naturales en lo que a biomasa vegetal se refiere.

De la Fuente et al, 1989, analizando la problemática de la ganadería nacional recomiendan para mejorar la producción de carne en las zonas tropicales, cuatro acciones principales: 1. La utilización óptima del forraje a fin de evitar su desperdicio durante la época de lluvias. En este sentido, aumentan en importancia los diagnósticos sobre las prácticas más recomendables de conservación del mismo, como el ensilaje y la henificación, 2. Incrementar la calidad nutricional del pastizal realizando investigaciones sobre los recursos forrajeros naturales y conocer la posibilidad de introducir en mayores magnitudes las praderas artificiales, 3. Evaluar la

asociación de leguminosas con gramíneas y la nutrición mineral en pastoreo y 4. Evitar la degradación del suelo mediante las prácticas más recomendables de manejo del mismo, tales como fertilización y rotación de potreros.

Por lo anteriormente expuesto, surge la necesidad de establecer un programa de investigación para el mejor aprovechamiento de los recursos forrajeros de la región que deben empezar con la evaluación de distintas especies forrajeras con el fin de seleccionar las más adecuadas a las condiciones ecológicas de la región, para posteriormente determinar la respuesta a la fertilización, evaluar su comportamiento bajo corte y pastoreo con diferentes sistemas de manejo para obtener el máximo beneficio de su explotación y finalmente investigar el potencial alimenticio de subproductos agropecuarios y la utilización de las técnicas de conservación y mejoramiento de los forrajes.

Por otro lado, es necesario difundir los resultados de estas investigaciones, ya que en general los productores no utilizan estos resultados.

## 4.2. CARACTERIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 4.2.1. LOCALIZACION

El área de estudio se localiza en la Planicie Costera Nororiental del Golfo de México, al Este del Estado de San Luis Potosí, entre los 21°48' a 22°25' latitud norte y 99°45' a 99°25' longitud oeste, en la región conocida como Huasteca Potosina, a una altura sobre el nivel del mar de 95 m. Los experimentos se establecieron en el Instituto Tecnológico de Valles, S.L.P. localizado en el km 2 de la carretera al Ingenio Plan de Ayala, Mapa 2 (INEGI, 1985).

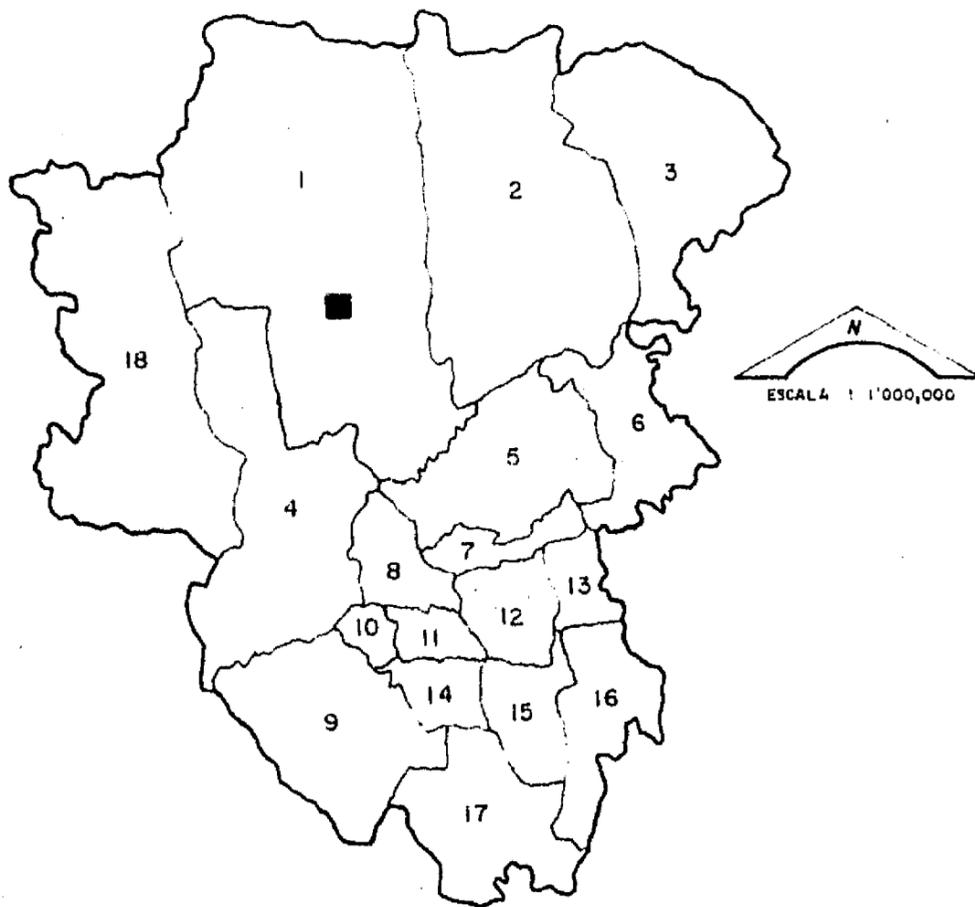
### 4.2.2. FISIOGRAFIA

El territorio de la Huasteca Potosina comprende zonas que pertenecen a dos provincias fisiográficas que son: La Llanura Costera del Golfo norte y la Provincia de la Sierra Madre Oriental (Mapa 3).

La parte de la Huasteca Potosina que corresponde a la Llanura Costera del Golfo norte, es considerada como una Subprovincia denominada Subprovincia de las llanuras y lomeríos. Se presenta en forma de una superficie levemente ondulada inclinada generalmente hacia el este, con drenaje deficiente en muchos sitios. Tiene una extensión de 4 823.77 km<sup>2</sup> y abarca en su totalidad los municipios de Tamuín, Ebano, San Vicente, Tanquián, así como parte de los de Valles, Tanlajás, Cd. Santos, San Antonio, Tampamolón, Axtla de Terrazas, San Martín y Aquismón (INEGI, 1985).

La Provincia de la Sierra Madre Oriental en el territorio de la Huasteca esta subdividida en dos Subprovincias: 1)

MAPA No. 2 LOCALIZACION GEOGRAFICA

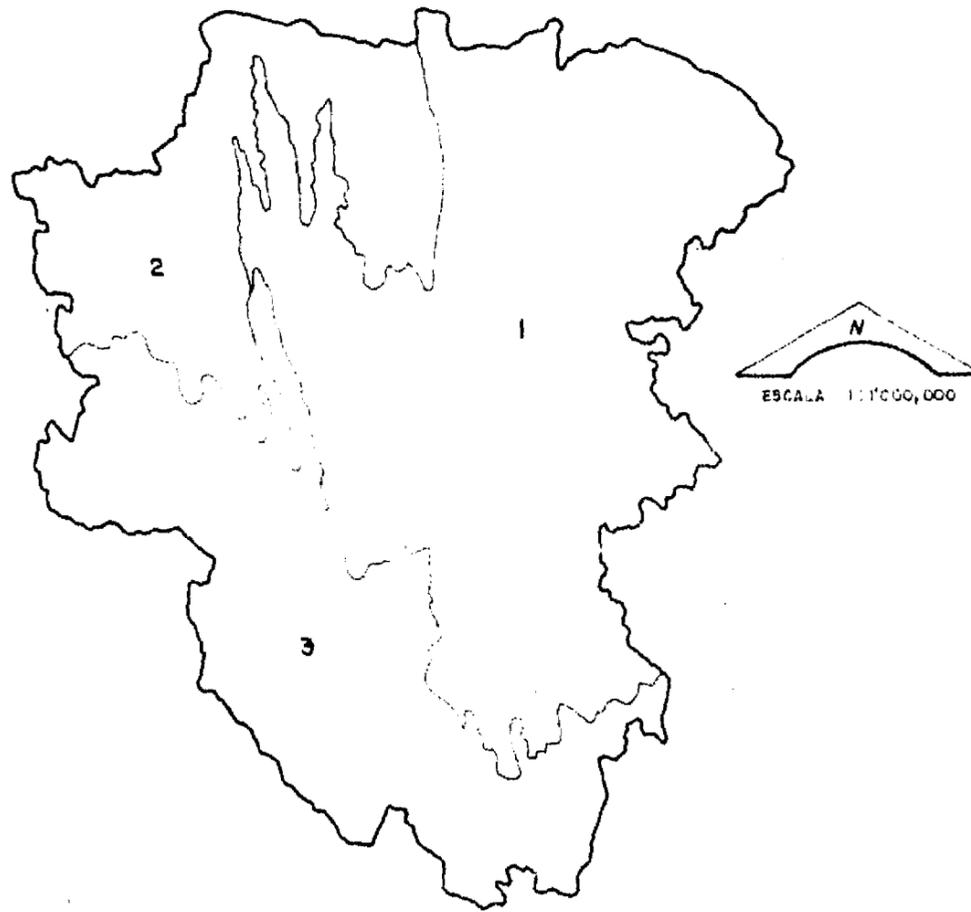


- |                                   |                   |
|-----------------------------------|-------------------|
| 1.- CD. VALLES ■ Zona de Estudios | 10.- HUEHUETLAN   |
| 2.- TAMUIN                        | 11.- COXCATLAN    |
| 3.- EBANO                         | 12.- TAMPAMOLON   |
| 4.- AQUISMON                      | 13.- TANQUIAN     |
| 5.- TANLAJAS                      | 14.- AXTLA        |
| 6.- SAN VICENTE                   | 15.- TAMPACAN     |
| 7.- SAN ANTONIO                   | 16.- SAN MARTIN   |
| 8.- CD SANTOS                     | 17.- TAMAZUNCHALE |
| 9.- XILITLA                       | 18.- TAMASOPO     |

FUENTE: INEGI. 1985

MAPA No. 3 FISIOGRAFIA

29



- 1.- PROVINCIA DE LLANURA COSTERA
- 2.- SUB-PROVINCIA GRAN SIERRA PLEGADA
- 3.- SUB-PROVINCIA CARSO HUASTEKO

FUENTE: INEGI, 1985

Subprovincia del Carso Huasteco que abarca los municipios de Coxcatlán, Huehuetlán, Tamazunchale y Xilitla; y parte de los de Aquismón, Cd. Santos, San Antonio, San Martín, Tamasopo, Tampacán, Tampamolón, Tanlajás y Axtla de Terrazas. Y 2) Subprovincia Gran Sierra Plegada que comprende parte de los municipios de Cd. del Maíz, Cd. Valles, Aquismón y Tamasopo.

Su altitud alcanza casi los 2 000 msnm en la región de Aquismón, pero en muchos sitios es posible atravesarla sin necesidad de subir alturas mayores de 1350 msnm.

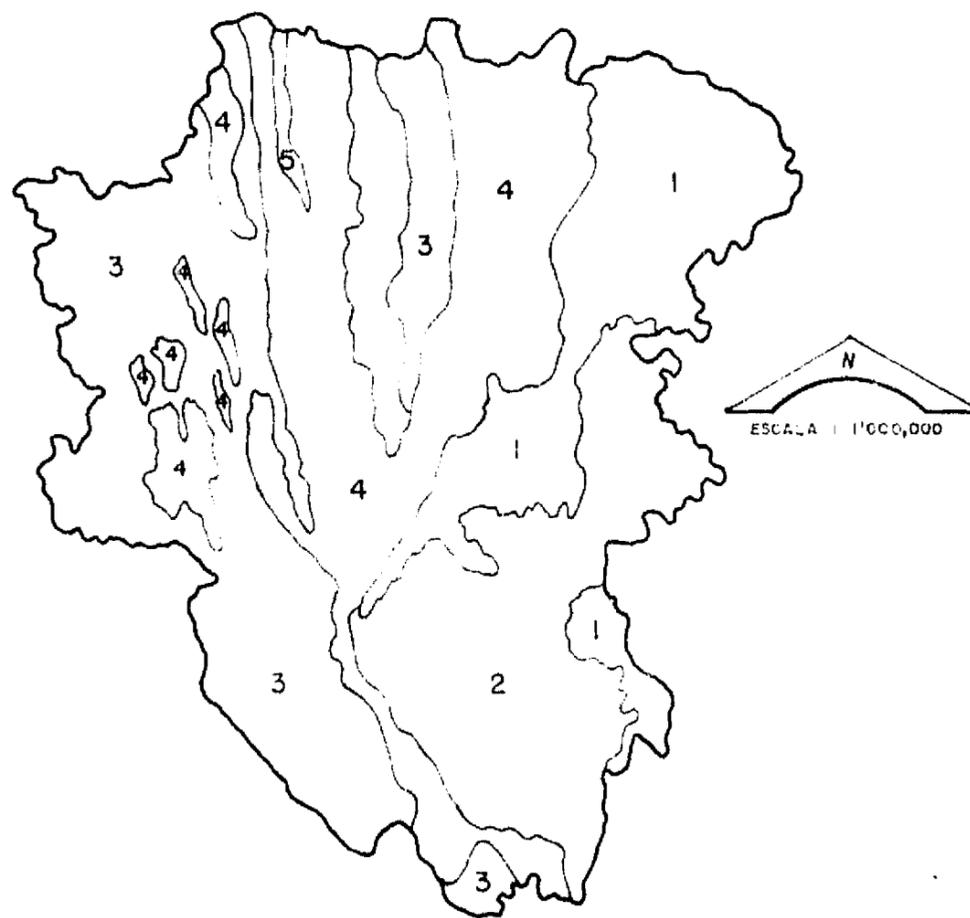
La Sierra Madre Oriental dentro del territorio de la Huasteca Potosina coincide con un clima relativamente húmedo, que al actuar sobre las rocas calizas ha producido erosión intensa por disolución y paisaje Kárstico bien desarrollado (INEGI, 1985).

#### 4.2.3. GEOLOGIA

Las rocas que con mayor frecuencia afloran sobre el territorio de la Huasteca Potosina son sedimentarias y entre ellas destacan las calizas y aluviones, las rocas ígneas más bien son escasas (Mapa 4).

Las calizas afloran en la mayor parte de las montañas, corresponden al Cretácico superior y medio y a veces al Jurásico superior.

Gruesas capas de areniscas calcáreas y de lutitas del Paleoceno y Eoceno Superior forman el gran macizo montañoso situado al pie de la Sierra Madre Oriental en la zona entre Ciudad Santos y San Martín.



- 1.- T<sub>pal</sub> (lu) LUTITAS DEL PALEOCENO
- 2.- T<sub>e</sub> (lu-ar) LUTITAS Y ARENISCAS DEL EOCENO
- 3.- K<sub>1</sub> (cz) CALIZAS DEL CRETACICO INFERIOR
- 4.- K<sub>2</sub> (cz-lu) CALIZAS Y LUTITAS DEL CRETACICO SUPERIOR
- 5.- T (lgeb) IGNEAS EXTRUSIVAS BASICAS DEL TERCARIO

FUENTE: INEGI. 1985

Margas del Paleoceno cubren la parte oriental de la zona de la Planicie costera de San Luis Potosí; un poco más al Oeste dominan margas del Cretácico superior, que pasan a cubrir los valles sinclinales de las primeras estribaciones de la Sierra Madre Oriental y las mismas reaparecen en los declives occidentales de la mencionada sierra. Conglomerados y brechas cementadas forman numerosos cerros y lomas al pie de las sierras; en su composición participan diversos tipos de rocas, principalmente trozos de calizas.

Las zonas mal drenadas en la Planicie Costera y en la Sierra Madre Oriental generalmente presentan aluviones arcillosos negros o casi negros. En el valle inferior del río Moctezuma y de algunos de sus afluentes se encuentran, en las partes planas, depósitos gruesos de arcillas rojas, que probablemente representan el material residual de la decalcificación de las rocas de la sierra (Heim, 1940).

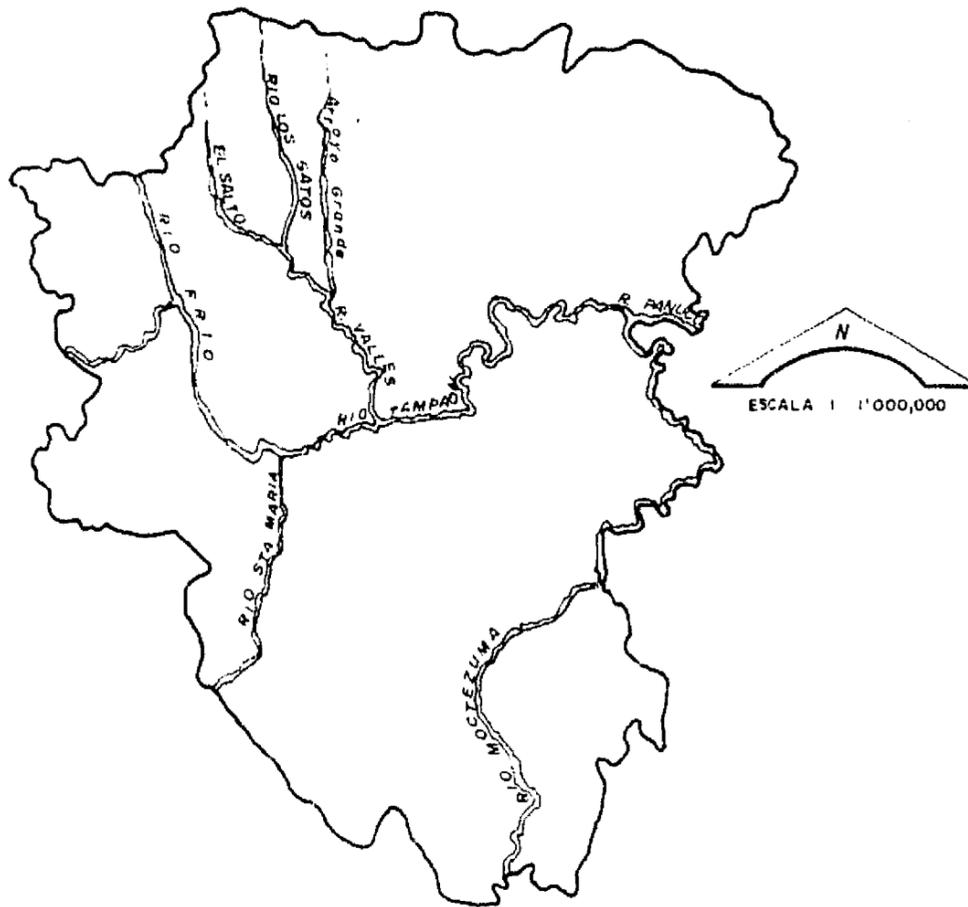
#### 4.2.4. HIDROGRAFIA

El territorio de la Huasteca Potosina presenta condiciones relativamente favorables en cuanto a sus recursos hidráulicos, pues en concomitancia con un clima más o menos húmedo lo atraviesan varios ríos importantes, algunos de los cuales se originan fuera del estado de San Luis Potosí. Todos estos ríos pertenecen a la cuenca del río Pánuco (Mapa 5).

Los ríos de la Huasteca Potosina afluentes del sistema del Pánuco, corren en general del poniente al oriente en función del desnivel del Altiplano con relación a la Planicie Costera y para alcanzar el mar más cercano.

MAPA No. 5      HIDROGRAFIA

13



FUENTE: INEGI 1985

Las cantidades de agua que transportan los ríos de la Cuenca del Pánuco varían mucho a lo largo del año y de un año a otro. Aunque las principales corrientes llevan agua en forma permanente, sus caudales suelen reducirse mucho durante la estación seca. Algunos, en sus partes superiores llegan a secarse en tramos, pero esto se debe quizá a la utilización del agua para fines de riego (Gálvez, 1941).

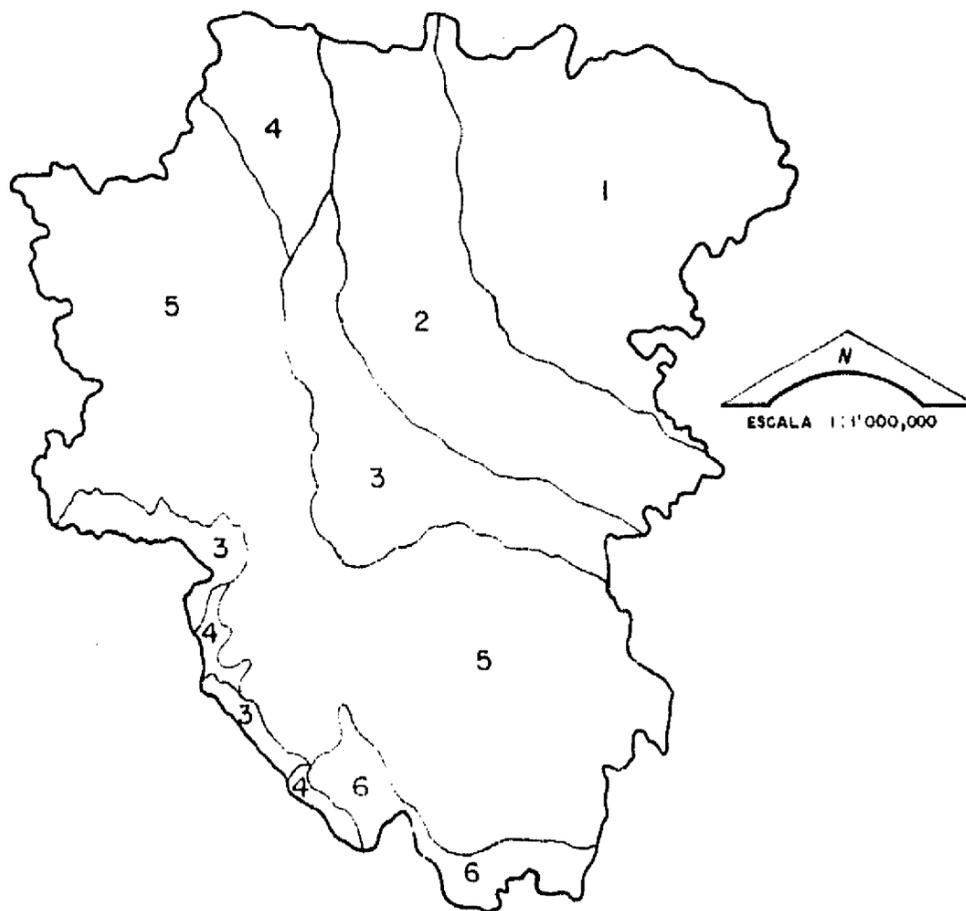
La eficiencia del drenaje superficial varía notablemente de unos sitios a otros, pero sólo es buena en las escasas zonas montañosas de rocas ígneas, o margas y lutitas. En la Planicie Costera el drenaje es limitado y en las regiones calizas es predominantemente de tipo subterráneo, pues los sistemas dendríticos, cuando existen, sólo funcionan en el momento de la precipitación o poco tiempo después, y la mayor parte del agua aparece al pie de las sierras en forma de fuentes valclusianas, como es el caso de los nacimientos de los ríos Huichihuayan, Coy, Pujal y otros más.

Además existen lagos, lagunas y ciénagas, casi todas de carácter periódico y ninguno alcanza extensiones importantes.

No son raras las inundaciones, particularmente en la Planicie Costera y en las regiones Kársticas (Rzedowski, 1961).

#### 4.2.5. CLIMA

En función de las diferencias de altitud, de la topografía y de algunos otros factores, las condiciones del clima difieren en forma notable en las diferentes partes del territorio de la Huasteca Potosina. Los climas húmedos están muy diversificados. Son muy frecuentes las diferencias considerables de clima entre



**CALIDOS SUB-HUMEDOS CON LLUVIAS EN VERANO**

- 1.-  $Aw_0$  EL MENOS HUMEDO
- 2.-  $Aw_1$  HUMEDAD INTERMEDIA
- 3.-  $Aw_2$  EL MAS HUMEDO

**SEMICALIDOS**

- 4.- (A)C(w<sub>2</sub>)(w) - SUBHUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO
- 5.- (A)C(m)(w) - HUMEDO CON LLUVIAS EN VERANO
- 6.- (A)C(fm) - HUMEDO CON LLUVIAS TODO EL ANO

FUENTE: INEGI. 1985

zonas contiguas en lugares montañosos y muchas veces acompañan a cambios bruscos de topografía (Mapa 6).

#### 4.2.5.1. PRECIPITACION

La concentración de la precipitación en los meses de mayo a octubre es del 70 al 90% (Gráfica 4). Precipitaciones anuales entre 500 y 1 000 mm son propias de una zona relativamente pequeña en algunos puntos de la Planicie costera del Golfo. El resto de la Planicie y la mayor parte de la Sierra Madre Oriental (vertiente oriental) reciben precipitaciones mayores a 1 500 mm. La franja correspondiente a este volumen de lluvia es muy angosta hacia el norte (en la región de Cd. del Maíz), se ensancha de Tamasopo hacia el sur hasta la región de Xilitla, que coincide con las alturas máximas de la sierra. En una zona no muy extensa, cercana a Xilitla y a Tamazunchale, llueve un poco más de 2 500 mm al año.

En cuanto a la forma de la precipitación, generalmente es de tipo torrencial, de corta duración y gran intensidad. En la época de los nortes entre diciembre y marzo, la precipitación es de gota fina (Rzedowski, 1961).

#### 4.2.5.2. TEMPERATURA

La parte más caliente de la Huasteca (Planicie Costera) se caracteriza por una temperatura media anual superior a 25° y en la zona más fría (cumbres de la Sierra Madre, cerca de Xilitla) la media anual es de 18°C. Cabe hacer notar la considerable amplitud entre los valores extremos de la temperatura en escala anual. Esta amplitud tiene su origen no tanto en la oscilación estacional, que en general es de poca cuantía, como en la oscilación diurna. La diferencia entre las temperaturas medias de los meses más calientes y más fríos varía entre 7 y 11°. En

cambio la oscilaciones diurnas arrojan cifras medias anuales de 8 a 18°C (Gráfica 4, promedio de 10 años).

Las heladas no se presentan en la zona que abarca Tamazunchale, Xilitla y se extiende a lo largo de la base de la Sierra Madre Oriental hasta Tamasopo, allí la temperatura no desciende a 0°C ó lo hace muy rara vez. En la Planicie Costera y en la parte inferior de la Sierra Madre las heladas tampoco se presentan con regularidad y su incidencia es inferior a una por año (Rzedowski, 1961).

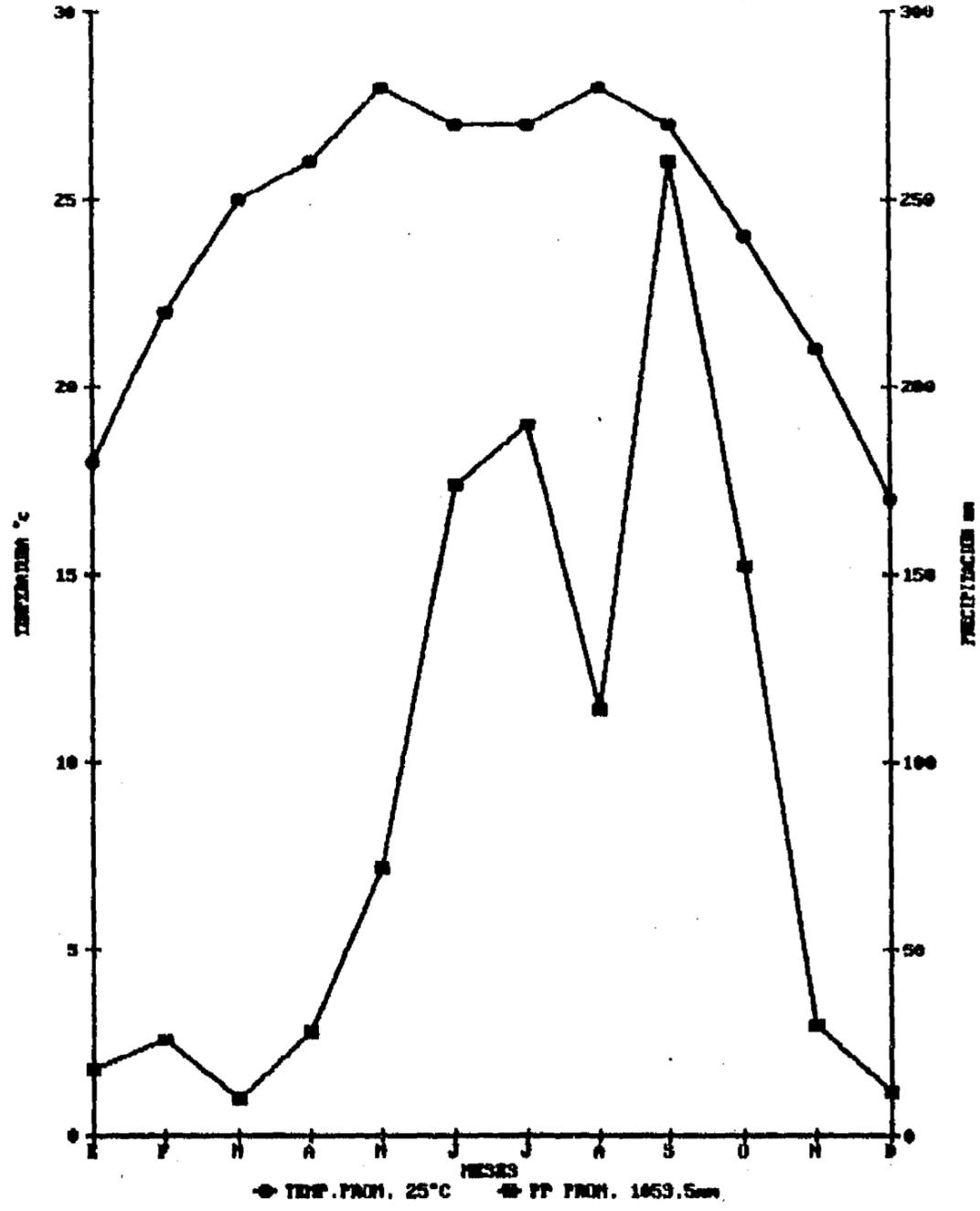
#### 4.2.6. SUELOS

Como consecuencia natural de la diversidad del substrato geológico, de la topografía y del clima, los suelos de la Huasteca varían mucho en cuanto a sus propiedades y características. Los suelos que se tienen en la zona corresponden a los Ordenes Entisol, Mollisol, Ultisol y Vertisol (Aguilera, 1989).

En general, se puede observar que el factor de mayor trascendencia en la morfogénesis de estos suelos es la topografía, seguida por las variaciones climáticas y de la vegetación que sostienen estos suelos.

En zonas de pendiente pronunciada los suelos presentan pH ácido debido al lavado de bases, contenidos de Materia Orgánica bajos, y colores rojizos o pardos claros debidos a la oxidación de los materiales del suelo producidas por las altas precipitaciones y temperaturas dando lugar a suelos del tipo de los Ultisoles. Son suelos extremadamente intemperizados con muy baja retención de bases, altos en aluminio intercambiable, horizontes superficiales argílicos B<sub>t</sub> y bajo contenido de

GRAFICA No. 4 CLIMOGRAMA  
 ESTACION SANTA ROSA, CD. VALLES, S.L.P.

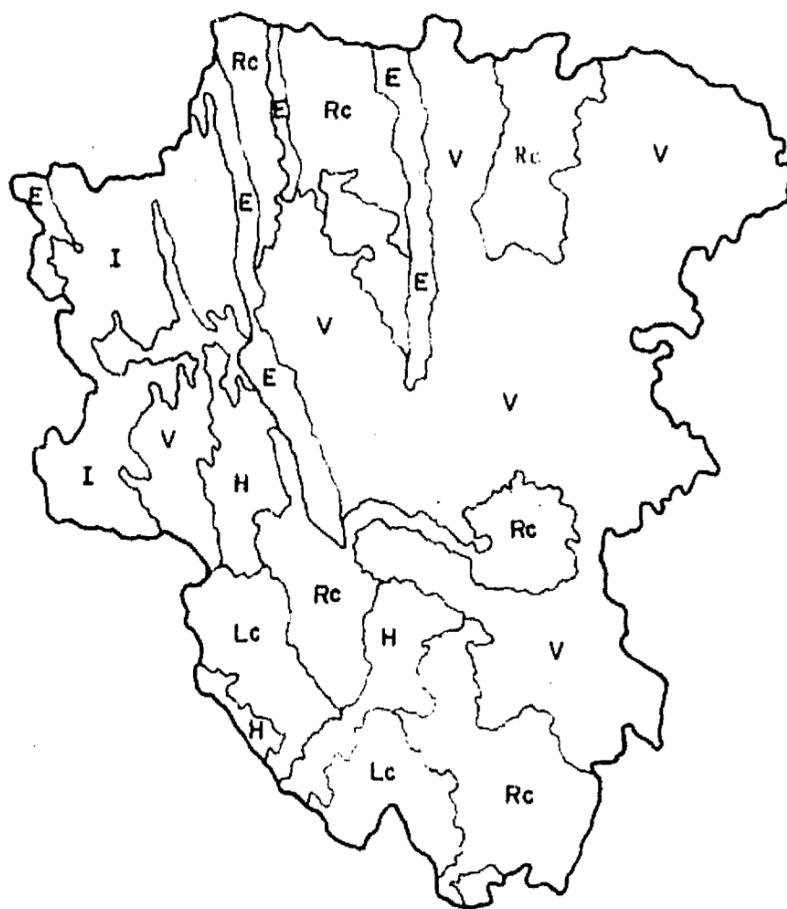
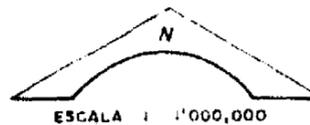


calcio. Son utilizados para el cultivo de frutales, caña, plátano, café y pastos (Velarde, 1984).

En zonas de pendientes suaves se presentan suelos del Orden Mollisol, Suborden Rendoll (USDA, 1990), también conocidos como Rendzinas (FAO, 1970). Se consideran suelos inmaduros que se desarrollan sobre material parental de rocas calizas suaves o margas, tienen altos porcentajes de materia orgánica, de color negro, son suelos someros de 15 a 60 cm de profundidad. Sin horizonte B, con un epipedón Mólico que descansa directamente sobre la caliza. Son suelos en los que se cultivan exitosamente frutales y pastizales (Aguilera, 1989). La melanización, el proceso de oscurecimiento de los suelos por la adición de materia orgánica, produce la formación de un epipedón mólico u horizonte superficial oscuro profundo a poco profundo bien estructurado.

En las zonas planas se presentan suelos del Orden Vertisol. Son suelos que se localizan en climas templados y cálidos en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa. La vegetación natural de estos suelos va desde selvas bajas hasta pastizales y matorrales en los climas más secos. Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen durante la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises, pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. Su utilización agrícola es muy extensa y productiva. Son suelos casi siempre muy fértiles, pesados, con ciertos problemas de manejo, ya que se dificulta la labranza y además tienen con frecuencia problemas de inundación y drenaje. Los vertisoles contienen grandes cantidades de Montmorillonita, arcilla expandible que debido a su expansión y contracción alternada produce que a través del tiempo el suelo se invierta.

MAPA No. 7 SUELOS



- V VERTISOL
- E RENDZINA
- Rc REGOSOL
- Lc LUVISOL
- H FEZEM
- I LITOSOL

FUENTE: INEGI. 1985

Los vertisoles son suelos donde se produce la mayor parte de caña de azúcar, así como el arroz y sorgo, y en la costa del Golfo son muy utilizados para pastizales artificiales como los que se presentan en la Huasteca Potosina (Aguilera, 1989).

Los Entisoles se presentan en zonas de pendientes pronunciadas que han sido desmontados con fines agrícolas y que han estado sujetos a fuertes procesos de erosión, principalmente hídrica. Son suelos jóvenes caracterizados por no tener horizontes genéticos naturales o tienen solo el inicio de ellos, se agrupan aquí a los suelos aluviales (Fluvisoles, USDA), Regosoles y Litosoles de la clasificación de la FAO, (1970). En los Litosoles y Regosoles el desarrollo se atenúa por que se encuentran en pendientes pronunciadas donde la erosión ocurre severamente cuando son deforestados. En las orillas de los ríos es común la presencia de los Fluvisoles que se han formado por la continua depositación de los sedimentos. En general, son de textura limosa con buen contenido de materia orgánica y bastante profundos (Aguilera, 1989).

En el Mapa 7 se observa la distribución de las principales unidades de suelos según la síntesis geográfica del Estado de San Luis Potosí, que utiliza el sistema de clasificación de la FAO, 1970, modificada por DGGETENAL (INEGI, 1985).

#### 4.2.7. VEGETACION

En la Subprovincia de las Llanuras y Lomerios la vegetación que impera es el pastizal cultivado, constituido por una serie de plantas herbáceas y gramíneas, entre las que se distinguen: pangola (*Digitaria decumbens*) y guinea (*Panicum sp*). También destaca el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum spp*). Esta

vegetación se cultiva sobre terrenos que sustentaron en alguna ocasión selva baja espinosa, de la que no quedan evidencias.

Al sur de la Subprovincia las condiciones son más húmedas, lo que favorece el desarrollo de la agricultura; debido a esto la vegetación original de selva alta perennifolia ha sido por completo alterada, y solo quedan relictos de ella en las partes más inaccesibles, o las que han sido abandonadas.

La selva baja caducifolia se encuentra al oeste de la zona en pequeños manchones; está formada por elementos como: quasima (*Guasuma ulnifolia*), chaca (*Bursera simaruba*), rajador (*Lisiloma divaricata*), etc.

En la Subprovincia del Cerso Huasteco los tipos de vegetación son predominantemente arbóreos, entre ellos los bosques de encinos, encino-pino, pino-encino y las selvas, alta perennifolia y baja caducifolia. El bosque de encino que está constituido con árboles del género *Quercus*, es el más abundante y se presenta al noreste de Xilitla. Los bosques mixtos (pino-encino y encino-pino) se encuentran principalmente en las partes más altas de Xilitla, Aquismón y Tamasopo. La selva alta se desarrolla en las sierras del sur y la selva baja se encuentra en el centro de la región.

En la Subprovincia de la Sierra plegada la vegetación que predomina es la selva baja caducifolia que está formada por árboles que pierden más del 75% de sus hojas en épocas de secas, y llegan a medir hasta 15 m. Presenta un alto grado de perturbación. Se encuentra al este y sureste de la sierra de Tanchipa.

En la sierra de la Colmena se encuentran bosques de encinos, matorrales submontanos y pastizales cultivados (INEGI, 1985).

#### 4.2.8. USO ACTUAL DEL SUELO Y POTENCIAL DE USO PECUARIO

Las características climáticas y edáficas de la Huasteca Potosina han sido propicias para el desarrollo de cultivos perennes, sobre todo pastos, cítricos, caña de azúcar y café. También se han desarrollado los cultivos anuales en algunos microclimas específicos.

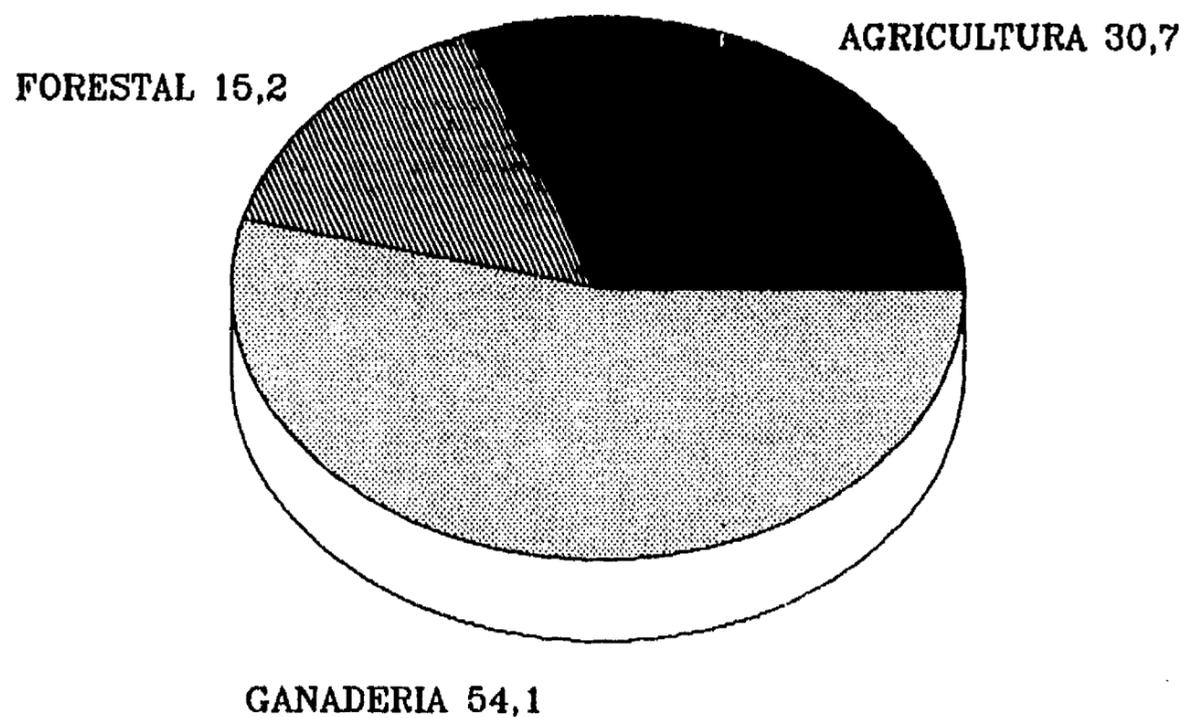
Según los informes de los Distritos de desarrollo rural en el estado en 1988 (Gráfica 5), la mayor parte del territorio de la Huasteca tiene uso pecuario (SARH, 1992).

El 93.05% de los terrenos de la Subprovincia de las Llanuras y Lomerios tiene posibilidades para el establecimiento de praderas cultivadas.

Estas zonas corresponden a las áreas aptas para la agricultura mecanizada continua y al igual que en ellas, hay diferentes grados de aptitud para el desarrollo de especies forrajeras, establecimiento de riego y la movilidad del ganado. De acuerdo con las condiciones físicas dominantes en estos terrenos, la introducción de ganado bovino es la más adecuada ya que ofrece grandes perspectivas para su explotación. Los suelos de esta Subprovincia denominados vertisoles pélicos dominan casi el 80% de la región, normalmente asociados a vertisoles crómicos y rendzinas.

Al norte de las poblaciones General Pedro Antonio Santos, Aquismón (lomerios suaves) y Cd. Valles (pequeña llanura aluvial con lomerios), se puede realizar el pastoreo extensivo mediante el aprovechamiento de las selvas baja caducifolia y mediana subcaducifolia, las cuales tienen una mejor condición

**GRAFICA 5. USO ACTUAL DEL SUELO (%)  
REGION HUASTECAS**



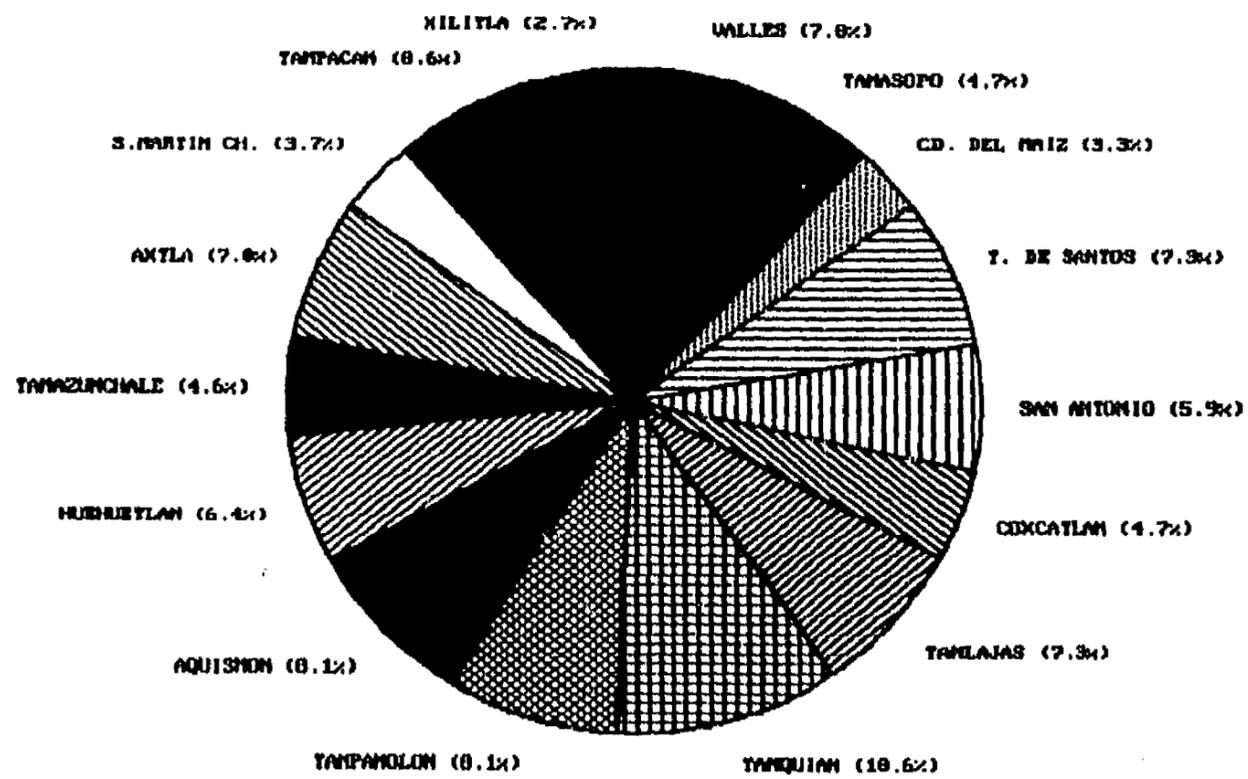
**FUENTE: SARH (1992)**

en los lomerios que en las llanuras. El desplazamiento del ganado tiene limitaciones fuertes en algunas zonas, ya que las pendientes varían de 12 a 40% y la obstrucción superficial cubre de 35 a 50% de su área, sin embargo, hay otras porciones donde las restricciones son medias, (Gráfica 6).

En la Subprovincia del Carso Huasteco la utilización de áreas para ganado bovino puede efectuarse en las zonas bajas que corresponden al 14% de la Subprovincia.

En la Subprovincia de la Gran Sierra Plegada el potencial de uso pecuario se encuentra restringido al pastoreo extensivo de ganado caprino (INEGI, 1985).

GRAFICA 6. USO PECUARIO DEL SUELO POR MUNICIPIO (19291, 1965)



#### 4.3. ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE FERTILIZACION DE LOS PASTOS

##### EXPERIMENTADOS

Existen un gran número de trabajos de investigación realizados en pastos tropicales en diferentes países de América Latina, como Colombia, Brasil, Cuba, Costa Rica y México, así como, de algunos países de Africa y en Australia. Dichos trabajos se refieren a evaluaciones de especies, estudios de la respuesta a la fertilización, digestibilidad, valor nutritivo, comportamiento en pastoreo, etc.; sin embargo, los resultados obtenidos en cada lugar varían mucho puesto que las condiciones ecológicas de clima, suelo y topografía, a las que pueden adaptarse las gramíneas tienen límites muy amplios. Es por esto que difícilmente pueden aplicarse los resultados obtenidos en diferentes localidades a un sitio en particular; sin embargo, se pueden establecer rangos o parámetros de comportamiento para los pastos. Aunque es conveniente experimentar en cada localidad para poder establecer las condiciones óptimas de productividad.

Se presentan aquí los resultados de algunos de estos estudios obtenidos en los géneros y especies utilizadas en este trabajo en condiciones diferentes a las aquí experimentadas:

En 1980, Serrano y Vázquez en la Habana, Cuba estudiaron la variación estacional, la disponibilidad y persistencia de los pastos *Panicum maximum*, *Cynodon dactylon*, en dos variedades y el *C. nmenfluensis*, conocidos también como Guinea, Bermuda Cruza I, Bermuda de la Costa y Estrella Santo Domingo, con cargas de dos, tres y cuatro vacas Holstein por hectárea; se aplicó una fertilización de  $360 \text{ kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$  y riego durante la temporada seca con una lámina de 25 mm cada 21 días. Todas las especies mantuvieron más de 80% de pureza, con excepción de

la Bermuda de Costa que fue de 68%. Las mayores disponibilidades de m.s. (32.6% del total anual) se obtuvieron durante agosto-octubre y las menores durante febrero-abril (17.4%); la especie de mayor rendimiento en todas las cargas y trimestres fue la Bermuda de Costa (6.1 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.rotación<sup>-1</sup>); el rendimiento de hoja en Guinea común fue superior en 30 y 50% a la Bermuda de Costa y Bermuda Cruza I, respectivamente, mientras que los porcentajes de tallo y material muerto variaron de modo inverso. Los mayores porcentajes de proteína bruta (14.4%) y los menores de fibra bruta (25.7%) aparecen de febrero a julio.

En 1982, en Matanzas, Cuba, Gerardo y Oliva estudiaron durante un año el comportamiento de 14 cultivares pertenecientes a los géneros *Pennisetum*, *Panicum*, *Digitaria*, *Cynodon* y *Brachiaria* bajo condiciones de riego y fertilización; se utilizó una frecuencia de corte de 5 y 6 semanas para lluvia y seca respectivamente; la fertilización nitrogenada consistió en la aplicación de 270 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> fraccionado por corte. Por sus rendimientos anuales se destacaron el *Pennisetum purpureum* var. Cra 265 y *P. purpureum* X *P. tiphoides* (King grass) (23.38 y 22.83 t.m.s.ha<sup>-1</sup>) siendo *B. brizantha* y *P. purpureum* var. Elefante las variedades menos productivas (8.97 y 7.95 t.m.s.ha<sup>-1</sup>). En el periodo de menor precipitación (invierno) Cra 265 y el King grass resultaron los más destacados, mientras que *Panicum*, *Brachiaria* y *P. purpureum* var. Elefante tuvieron los más bajos rendimientos. Se concluye que después de esta primera fase de investigación es necesario seguir evaluando los cultivares más destacados, excepto las variedades forrajeras, en condiciones de pastoreo.

Gerardo y Oliva en 1982, en Matanzas, Cuba compararon 13 cultivares pertenecientes a seis especies de gramíneas. La mayor disponibilidad total en dos años (t.m.s.ha<sup>-1</sup>) se encontró en *Brachiaria decumbens* (62.24), *Panicum maximum* var. Makueni (59.62), *P. maximum* var. Likoni (52.94), *P. maximum* var. Peluda

(52.23) y *P. maximum* var. *Uganda* (51.28). Para todos los tratamientos se detectó un desequilibrio estacional en cuanto a disponibilidad de materia seca, siendo mayor en la época de lluvias. La mayor utilización del pasto se obtuvo en las épocas secas y no hubo diferencias entre los porcentajes de utilización. *Panicum*, *Brachiaria* y *Digitaria* resultaron los pastos más hojosos. *Cenchrus* y *Cynodon* no soportaron el pastoreo y fueron despoblados. Se concluye que los cultivares de *Panicum maximum* y de *Brachiaria* son los más promisorios, sugiriéndose su evaluación en producción animal.

En la provincia de Cienfuegos en Cuba en 1985, Gerardo y Thompson, estudiaron el comportamiento de 16 cultivares con pastoreo rotacional simulado durante un año y medio. El Buffel (*Pennisetum ciliaris*), el King grass (*Pennisetum purpureum* X *P. tiphoides*) y el Rhodes (*Chloris gayana*) fueron los cultivares que más produjeron (11.9, 11.5 y 9.8 t.m.s.ha<sup>-1</sup> respectivamente).

Rocha y Vera en 1981, en Minas Gerais en Brasil, estudiaron el efecto de la edad (21, 42, 63 y 84 días) sobre la composición química y digestibilidad *in vitro* de ocho gramíneas tropicales. El contenido de proteína disminuyó con el aumento de la edad en todas las especies, pero a diferente velocidad en diferentes pastos. Los carbohidratos estructurales aumentaron con la edad en todas las especies; el contenido de hemicelulosa fue diferente entre especies y el de celulosa fue bastante uniforme. La relación media entre ambos fue de 1.34 ± 0.12. Hubo diferencias considerables entre especies en digestibilidad *in vitro* de la materia seca, pero el efecto de la edad fue semejante para todas ellas. La tasa de disminución de la digestibilidad de materia seca, hemicelulosa y celulosa fue de 0.311 ± 0.013, 0.304 ± 0.021 y 0.304 ± 0.014 por día, respectivamente. El porcentaje de holocelulosa digestible en la materia seca digestible varió entre especies y edades, oscilando entre 38 y 70%.

En el Centro Experimental Pecuario de Hueytamalco, Puebla, Garza, (1973) investigó la influencia de la fertilización nitrogenada en seis pastos tropicales sobre la producción de carne por hectárea durante 168 días de pastoreo. Los zacates en investigación fueron: Bermuda (*Cynodon dactylon*), Pangola (*Digitaria decumbens*), Pangola gigante (*Digitaria valida*), Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*), Gordura (*Melinis minutiflora*) y los pastos nativos, *Paspalum notatum* y *Axonopus affinis*.

En potreros de tres hectáreas divididos en dos partes iguales se aplicaron los tratamientos de 0 y 100 kg. N.ha<sup>-1</sup>, practicándose pastoreo rotacional con cargas de 2 y 4 animales por hectárea. La tendencia de la respuesta de los zacates en kg.carne.ha<sup>-1</sup> vario con el uso del nitrógeno (de 30 a 138%). El pasto Bermuda produjo con 100 kg.N.ha<sup>-1</sup> 344 kg.carne.ha<sup>-1</sup> en 168 días en pastoreo con una ganancia diaria en promedio de 586 g, resultando estadísticamente superior a los demás zacates. Los pastos nativos solamente permitieron 142.7 kg.carne.ha<sup>-1</sup>. Las gramas nativas no respondieron a la fertilización nitrogenada.

Valles de la Mora en 1989 en Martínez de la Torre, Veracruz, México, estudió el efecto de la aplicación del nitrógeno sobre la producción de forraje de los pastos Estrella Santo Domingo, Pará, Elefante y Taiwan, aplicando 4 niveles de fertilización nitrogenada (0, 92, 184 y 276 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>) durante dos años; realizando 12 cortes para los pastos rastreros y 9 para los de corte. En todos los casos hubo respuesta significativa a la fertilización, obteniendo los resultados más altos de rendimiento en los pastos de corte (Elefante y Taiwan) con 3.6 y 3.3 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.corte; mientras que en el Pará y el Estrella se obtuvieron rendimientos de 1.9 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup>.

El primer corte del zacate Taiwan, sembrado en las regiones del trópico húmedo y subhúmedo del Golfo de México, puede realizarse con buenos rendimientos 90 días después de la siembra. Machado (1985), afirma que los rendimientos del pasto Elefante, independientemente de la variedad y de las condiciones ambientales y de manejo, se encuentran entre los más altos dentro de un gran número de gramíneas que se desarrollan en los países tropicales y subtropicales. Reporta producciones de 14 a 35 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Con niveles de fertilización de 200 a 400 kg de nitrógeno por año y que se pueden alcanzar producciones de hasta 84 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Ortega (1986), indica que Taiwan A-144 resultó sobresaliente en una prueba de 5 variedades de híbridos de *Pennisetum purpureum*, con una producción de 24.4 t.m.s.año<sup>-1</sup>.

González (1979), citado por Ortega (1986), al evaluar 16 híbridos de zacate Elefante en un suelo litosol amarillo de textura media y con fertilización, encontraron que una de las variedades sobresalientes fue el pasto Taiwan A-146 con 48.1 t.m.s.año<sup>-1</sup>.

Este pasto responde favorablemente a la fertilización nitrogenada, aumentando linealmente la producción al incrementarse los niveles de este elemento. Chlander *et al.*, (1959), afirma que el pasto Elefante, en intervalos de corte adecuados, asociados con fertilización nitrogenada, ofrecen resultados positivos, elevando las producciones de materia seca y proteína cruda, aunque se presentan algunas alteraciones en el contenido de fósforo.

Ferraris (1975), encontró que *Pennisetum purpureum* fertilizado con 120 y 240 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> realizando 6 cortes por año durante dos años, produjo con la dosis baja de

fertilización, 47.9 y 56.6 t.m.s.ha<sup>-1</sup> durante el primero y el segundo año respectivamente; con la dosis alta de fertilización, la producción fue de 56.3 y 75.5 t.m.s.ha<sup>-1</sup> para el primero y segundo año respectivamente.

En otro estudio, Cáceres y Santana (1982), determinaron la digestibilidad de 4 variedades de pasto Elefante bajo condiciones de riego y fertilizados con 400 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, encontrando que el Taiwan A-144 tuvo mayor digestibilidad de materia seca con 60.1%.

Pinson y González (1978), evaluaron el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el contenido de proteína del pasto Taiwan, encontrando una tendencia al incremento a medida que se aumenta el nivel de fertilización, con contenidos que variaron de 8.64% para el testigo contra 10.79% para el nivel de 200 kg.N.ha<sup>-1</sup>.

El zacate Estrella Africana responde a fertilizantes nitrogenados. La falta de nitrógeno y fósforo lo perjudican mucho y no desarrolla estolones largos, por lo que las aplicaciones de estos elementos aumentan su rendimiento y contenido proteínico (Flores, 1985).

Se ha observado que la producción de forraje seco de Estrella Africana varía en función de la fertilización. En un estudio efectuado en Nyasaland, Cheda (1973), encontró que este zacate produjo 6.17 t.heno.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> sin fertilización, y al fertilizarlo produjo 24.7 t.heno.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

En Rhodesia, se observó que fertilizado era más alta su producción y cantidad de proteína que no fertilizado, produciendo fertilizado de 9 a 15 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> con 7 a 12% de

proteína cruda y no fertilizado producía de 1 a 5 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> con 5 a 7% de proteína cruda (Whyte, 1975).

En estudios realizados en nuestro país, en la Huasteca Potosina, se encontró que el zacate Estrella Africana se adapta a las condiciones ecológicas de la zona. Al fertilizarlo con nitrógeno, fósforo, en dosis de 300 kg.N.año<sup>-1</sup> y 80 kg.P.año<sup>-1</sup> tuvo un rendimiento de 13.8 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de m.s., con un porcentaje de proteína cruda de 14.5% y un rendimiento de 2.1 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de proteína (Velarde, 1984).

Laredo, (1981), en estudios con el pasto Guinea (*Panicum maximum*) en la zona cálida de Colombia, tomó muestras en praderas sometidas a pastoreo rotacional, con 10 días de ocupación y 40 días de descanso. Encontró que los valores de proteína bruta y digestibilidad tanto en época de lluvia como de sequía fueron altos y con poca diferencia estacional; en cambio, las fracciones de la pared celular, como la fibra en detergente ácido y la lignina, presentaron valores significativamente altos entre estaciones, condición que de alguna forma regula el consumo por parte del animal. Las regresiones simples no mostraron ninguna relación con los componentes químicos y la digestibilidad; sin embargo, cuando se calcularon las regresiones múltiples se encontró que la proteína cruda, la fibra en detergente ácido, la celulosa y la lignina afectaron en un 77% la variabilidad de la digestibilidad y en un 86% la energía digestible.

En la Habana, Cuba, Chongo et al en 1981 realizaron un estudio sobre pasto Guinea (*Panicum maximum*) en condiciones de pastoreo con el objetivo de determinar algunas de sus principales características nutritivas, empleando para ello cuatro vacas mestizas Holstein de primer recruce, a las cuales se les suministraron diariamente 20 g de óxido crómico. El

pasto fue fertilizado a razón de 400, 100 y 125 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O con nitrato de amonio, superfosfato simple y cloruro de potasio, respectivamente, encontrándose el pasto en estado de floración cuando los animales lo consumieron. Los resultados obtenidos muestran que el contenido químico del pasto cuando se encuentra en la fase reproductiva es pobre en proteína bruta digestible (46.4 g.kg.m.s.) y en fósforo (1.50 g.kg.m.s.), y no satisface los requerimientos nutritivos de las vacas en producción; además, los porcentajes de digestibilidad de estos compuestos fueron relativamente bajos: 58.0% (proteína) y 53.9% (fósforo). Recomendó que para satisfacer las necesidades nutritivas de las vacas cuando se encuentran pastando Guinea con las condiciones antes señaladas, se debe incluir un suplemento fosforado y otro proteico en la ración, así como también, dar un riguroso manejo al pastoreo a fin de cosecharlo con la máxima calidad.

Crespo en 1986, estudió la respuesta del pasto Guinea (*Panicum maximum*) en la Habana Cuba, durante un año, con dosis de 0, 30, 60, 90, 120 y 150 kg.N.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup>, en un suelo ferralítico rojo con irrigación, encontrando que los rendimientos anuales y estacionales se ajustaron significativamente a ecuaciones de regresión cuadráticas con coeficientes de determinación mayores de 0.80. Los rendimientos diarios se incrementaron significativamente hasta la dosis de 60 kg.N.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y fueron mayores en el corte de junio (167 kg.m.s.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) seguido de los cortes de mayo y agosto (97 y 86 kg.m.s.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>, respectivamente). Por su parte el menor rendimiento diario se presentó en el corte de marzo con solamente 27 kg.m.s.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>. La mayor conversión promedio de nitrógeno aplicado se produjo con la dosis de 30 kg.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> con un máximo valor en el corte de junio (49.3 kg.m.s.ha<sup>-1</sup>.día<sup>-1</sup>) y menor en el corte de marzo (9.8 kg.m.s.ha<sup>-1</sup>). Los resultados demuestran que aún en condiciones de

irrigación, el rendimiento y la respuesta al nitrógeno del pasto Guinea muestra marcada fluctuación durante el año.

Pareta (1980), estudió al pasto Pangola en cuatro experimentos donde los tratamientos fueron: fuentes de nitrógeno (urea, nitrato y sulfato de amonio); niveles de nitrógeno (0 a 800 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>; fraccionamiento del nitrógeno (cada uno o dos cortes); momento de aplicación (9, 10 y 20 días después del corte) y fertilización según la época del año. Concluyó que los rendimientos de materia seca aumentaron hasta niveles de 800 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de nitrógeno; no obstante, la eficiencia de utilización del nitrógeno disminuyó al incrementarse el nivel utilizado. Con niveles de 200 y 400 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> no existen diferencias entre las fuentes de nitrógeno utilizadas. Esta especie sólo debe explotarse intensivamente en la época de primavera, donde el nitrógeno puede aplicarse de siete a diez días después de cada dos siegas, o rotación.

Herrera et al (1967) en Colombia, encontraron que el nivel en proteína del pasto Pangola se incrementaba de 7.8 a 11% con dosis de 50 kg.ha<sup>-1</sup>, pero niveles menores de 50 kg no produjeron ningún efecto sobre la calidad de la pradera. Butterworth (1971) en Trinidad, trabajando con Pangola durante las diferentes estaciones del año, encontró que el contenido de proteína disminuyó de 11.1% en época de lluvias a sólo 6.08% en sequía. Resultados similares fueron encontrados en Cuba por Almanza en 1978, encontrando en época de lluvia 13.5% de proteína y en época de sequía de 7.5%.

Estudiando la respuesta del Pangola a través del año a dosis crecientes de nitrógeno en 1985 en Cuba, Crespo encontró que la dosis de 340 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> fue la que obtuvo mayores rendimientos, y que durante el año al final de la época

lluviosa y principios del invierno se obtuvieron menores rendimientos.

En Matanzas, Cuba, Valdés en 1984, evaluaron el pasto Pangola con dos tratamientos y 4 animales por hectárea con fertilización de 80 y 160 kg.N.ha<sup>-1</sup> respectivamente y otros dos tratamientos con 6 animales por hectárea fertilizados a razón de 160 y 240 kg; en los primeros tratamientos se segregó el 50% del área durante el período de lluvias para conservar el pasto como ensilaje y en el segundo se segregó el 30% del área para ensilar. Bajo la menor carga se observó respuesta significativa al incremento del nivel de fertilización en la ganancia diaria (341 y 416 g/día<sup>-1</sup> para 80 y 160 kg.N.ha<sup>-1</sup>), mientras que en la mayor carga sólo se observó alguna tendencia en la respuesta al incremento de la fertilización. En este mismo sentido la fertilización influyó sobre el peso vivo final, la disponibilidad de pasto y la producción de ensilaje. El sistema con la menor carga y el nivel alto de fertilización resultó más ventajoso.

Cáceres y García en 1982 en un estudio realizado en Matanzas, Cuba, utilizando el pasto Buffel con riego y 60 kg.N.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup>, en cuatro épocas, analizaron el rendimiento y valor nutritivo del pasto. Encontraron que el contenido de proteína bruta disminuyó con la edad del pasto y que es mayor en la época seca (9.8 a 5.9%) que en la de lluvias (7.5 a 3.8%). El rendimiento de m.s. se incrementó con la edad y fue mayor en la época de lluvias (2.8 t.ha<sup>-1</sup> en seca y 3.2 t.ha<sup>-1</sup> en lluvia), los mayores rendimientos se alcanzaron entre los 35 a 42 días de edad.

En un estudio comparativo de la producción de varias especies de pastos tropicales realizado por Sosa et al en 1982, en la región del trópico seco del sur del Estado de Morelos y

fertilizando con  $365 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ , el zacate Buffel obtuvo la mayor producción de m.s. total siendo esta de  $9.35 \text{ t.ha}^{-1}$ .

## 4.4. CARACTERISTICAS GENERALES DE LOS PASTOS DE ESTUDIO

## 4.4.1. CLASIFICACION DE LAS GRAMINEAS ESTUDIADAS SEGUN STEBBINS Y CRAMPTON, 1961

DIVISION	CLASE	ORDEN	FAMILIA	SUBFAMILIA	TRIBU	GENERO Y ESPECIE	NOMBRE COMUN				
A N T O F I T A S	M O N O C O T I L E D O N E A E	G L U M I N A E	G R A M I N A E	PANICOIDEAE	PANICEAE	<i>Pennisetum purpureum</i> var. <i>Tainan</i>	PASTO TAIWAN				
						<i>Pennisetum ciliare</i>	PASTO BUFFEL				
						<i>Panicum maximum</i>	PASTO GUINEA				
						<i>Digitaria decumbens</i>	PASTO PANGOLA				
						<i>D.pentzii</i> X <i>D.melangiana</i>	PASTO HAWAIANO				
						<i>Brachiaria mutica</i>	PASTO PARA				
						CHLORIDOIDEAE	CHLORIDEAE			<i>Cynodon pleystachyus</i> var. <i>Comis</i> var. <i>Mejorada</i>	ESTRELLA COMUN ESTRELLA MEJORADA
										<i>Cynodon dactylon</i> var. <i>Cruza I</i> var. <i>Alicia</i>	BERMUDA CRUZA I BERMUDA ALICIA

#### 4.4.2. VALOR NUTRITIVO DE LAS GRAMINEAS

El valor nutritivo de las gramíneas es un aspecto a considerar para la selección de nuevas especies y variedades. La calidad de un pasto es influenciada por varios factores, entre los que se encuentran los siguientes:

1. Clima.- La temperatura, intensidad de la luz, cantidad y distribución de las lluvias; ejercen influencia directa sobre los procesos metabólicos y fisiológicos de la planta haciendo que varíe su composición química. Por otro lado, la recuperación de un pasto después del corte, está estrechamente relacionado con la cantidad de carbohidratos de reserva y la cantidad de material verde remanente después del corte. Estos factores al combinarse en una proporción baja, provocan una reducción en la velocidad de rebrote, con lo cual, hay variación en la calidad.

2.- Fertilización nitrogenada aumenta la calidad del forraje, dado que los componentes solubles y la digestibilidad aumentan y los compuestos estructurales disminuyen.

3.- Edad de la planta. Existen otros factores interrelacionados como: la especie, clima, tipo de suelo y humedad entre otros; sin embargo, aunque los factores mencionados son importantes, la edad de la planta es el que más afecta la calidad de un forraje, debido a los cambios que ésta provoca en el metabolismo vegetal; al incrementarse la edad, los compuestos solubles y la digestibilidad disminuyen y los carbohidratos estructurales se incrementan, este marcado efecto negativo en la calidad es atenuado con la fertilización nitrogenada (Crespo, 1981).

#### 4.4.3. ZACATE TAIWAN (*Pennisetum purpureum* var. Taiwan)

El zacate Taiwan es una variedad mejorada del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*) y no existen dudas respecto a su taxonomía (Machado *et al.*, 1983).

Este cultivo fue introducido en Cuba en el año de 1978 a través de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" procedentes de Venezuela. Su introducción en nuestro país es reciente, en la actualidad se ha empezado a distribuir en varias partes del país, encontrándose en pequeñas plantaciones en todo el Estado de Veracruz, en los Estados de Tabasco, Campeche, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero y la Huasteca Potosina.

El zacate Taiwan (*Pennisetum purpureum*), es una gramínea tropical perenne tiene hábitos de crecimiento erecto y alcanza alturas hasta de 4 m. Posee cepas vigorosas y bien enraizadas que produce de 30 a 50 hijos cuando la siembra se realiza por estacas de 4 a 6 yemas; estos hijos se producen a partir de las yemas basales y rizomas (Cuadro 3).

Produce abundantes hojas que llegan a alcanzar hasta los 120 cm de largo y 4 cm de ancho de color verde oscuro. Tiene sistema radicular profundo y vigoroso a veces rizomatoso, se reproduce básicamente en forma asexual (Machado *et al.*, 1983).

El pasto Taiwan prospera bien en condiciones tropicales, aclimatándose a los más diversos climas y suelos; con excepción de los que permanecen encharcados o de muy baja fertilidad y

con drenaje deficiente, prefiriendo los suelos fértiles y profundos con buen drenaje, sean arcillosos o arenosos.

Con respecto a la altitud se adapta bien a pocos metros sobre el nivel del mar hasta alturas de 1000 m.

Las temperaturas óptimas pueden ir de 20 a 30°C, dependiendo de la zona en donde se siembra el pasto, ya que se aclimata bien a diversos climas (Machado et al, 1983).

El primer corte del zacate Taiwan, sembrado en las regiones del trópico húmedo y subhúmedo del Golfo de México, puede realizarse con buenos rendimientos 90 días después de la siembra. Los rendimientos del pasto Elefante, independientemente de la variedad y las condiciones ambientales y de manejo, se encuentra entre los más altos dentro de un gran número de gramíneas que se desarrollan en los países tropicales (Cuadros 4, 5).

Al evaluar diferentes intervalos de corte (28, 56, 84, 112, 140, 168 y 196 días) se observa que la edad de corte tiene un marcado efecto sobre el vigor de los rebrotes, consiguiéndose el máximo vigor cuando se corta a los 28 días aunque la producción de materia seca es baja. El pasto Taiwan debe cortarse cuando tiene una altura de 1.50 a 1.80 m, la cual se alcanza aproximadamente entre los 50 y 90 días de edad (Cuadro 6) El valor nutritivo del pasto Taiwan decrece con la edad, Cuadro 7 (Andrade y Gomide, 1972).

#### 4.4.4. ZACATE PARA (*Brachiaria mutica*)

CUADRO 3. ALTURA Y PROMEDIO DE HIJOS POR M2 EN EL PASTO  
TAIWAN Pennisetum purpureum A DIFERENTES INTERVALOS DE  
COSECHA

ESPECIE	EDAD (Días)†	ALTURA (m)	EPOCA DE SEQUIA	EPOCA DE LLUVIAS	No. HIJOS/M2
			No. HIJOS/m2	ALTURA (m)	
TAIWAN	45	.63	78	1.31	123
TAIWAN	90	.92	42	1.91	48
TAIWAN	135	1.35	29.00	1.96	42
TAIWAN	180	1.80	23.00	3.09	38

FUENTE: Machado et al, 1983

†Los resultados presentados en el caso de las edades de 45 y 90 días son un promedio de 4 y 2 evaluaciones respectivamente y en las edades de 135 y 180 días de una evaluación única.

CUADRO 4. PRODUCCION DE MATERIA SECA (m.s.) DEL PASTO TAIWAN  
COSECHADO A DIFERENTES INTERVALOS DE CORTE BAJO CONDICIONES DE  
CLIMA Af (c)

ESPECIE	INTERVALO DE CORTE (DIAS)	EPOCA CRITICA	EPOCA LLUVIOSA	TOTAL DE PROD.
		m.s. t/ha	m.s. t/ha	t/ha
TAIWAN	45	12.59	11.31	23.89
TAIWAN	90	32.11	40.18	72.29
TAIWAN	135	30.21	84.40	114.60
TAIWAN	180	48.63	93.34	141.97

FUENTE: Cerda et al, 1985

Los valores de materia seca reportados por época del año son las producciones acumuladas de 4 cortes de 45 días, 2 de 90 y 1 de 135 y 180 días.

CUADRO 5. PRODUCCION DE MATERIA SECA (m.s.) DEL PASTO TAIWAN  
COSECHADO A DIFERENTES INTERVALOS DE CORTE BAJO CONDICIONES DE  
CLIMA Aw1

ESPECIE	INTERVALO DE CORTE (DIAS)	EPOCA CRITICA	EPOCA LLUVIOSA	TOTAL DE PROD.
		m.s. t/ha	m.s. t/ha	t/ha
TAIWAN	45	7.11	20.45	27.56
TAIWAN	90	6.87	23.06	29.93
TAIWAN	135	4.51	30.79	35.30
TAIWAN	180	4.45	24.79	29.24

FUENTE: Ortega et al (1986)

Los valores de materia seca reportados por época del año son las producciones acumuladas de cuatro cortes.

CUADRO 6. VARIACION DE LA ALTURA DE LA PLANTA Y PRODUCCION DE MATERIA VERDE A DIFERENTES EDADES DE CORTE EN PASTO TAIWAN A-143

EDAD DIAS	ALTURA DE LA PLANTA (m)	PRODUCCION DE MATERIA VERDE (t.ha-1)
28	0.78	9.0
56	1.73	33.8
84	1.84	38.5
112	2.73	44.2
140	2.86	51.9
168	2.91	42.5
196	3.16	41.1

FUENTE: Andrade y Gomide (1972)

CUADRO 7. VALOR NUTRICIONAL DEL PASTO TAIWAN A-146 A DIFERENTES EDADES

EDAD DIAS	MATERIA SECA %	PROTEINA BRUTA %	CARBOHIDRATOS SOL. (% m.s.)	CELULOSA (% m.s.)	DIGESTIB. in vitro CELULOSA	MATERIA SECA %
28	12.9	15.3	8.6	31.3	61.9	50.3
56	16.2	8.4	14.8	35.4	47.6	40.3
84	21.3	4.8	15.7	39.7	40.1	36.9
112	26.9	4.1	14.7	41.3	35.5	32.4
140	31.6	4.2	14.3	42.1	25.9	24.3
168	34.4	2.5	12.4	42.6	23.4	24.5
196	35.2	2.3	11.9	41.5	19.8	22.1

FUENTE: Andrade y Gomide (1972)

Es una gramínea originaria de África, se le conoce como zacate Paraná en Brasil. En la actualidad se produce en América Central y América del Sur. En los Estados Unidos solo se adapta en Florida y en las costas del Golfo de Texas. Los botánicos la identificaron por primera vez en las Indias Orientales (Hughes et al, 1981).

En México, se siembra principalmente en Tabasco, Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Michoacán, en algunos lugares se le conoce como zacate Egipcio. Se cultiva en clima tropical y subtropical (Flores, 1985).

Esta gramínea se adapta a los suelos húmedos, ricos en materia orgánica. Se ha producido con éxito sin riego en suelos pesados, donde otras cosechas necesitan riego. El pasto Pará crece bien en suelos que son demasiado húmedos para otras muchas cosechas, en orillas de lagos y corrientes, pantanos y terrenos bajos, expuestos a prolongadas inundaciones.

Es una planta perenne de vegetación basta que se identifica fácilmente por sus tallos rastreros fuertes y largos, a veces de hasta diez metros. Estos tallos rastreros forman raíces en sus nudos dando origen a plantas independientes. Estas plantas crecen hasta una altura de 1 m. Las hojas suelen tener una longitud de 10 a 30 cm y una anchura de 1 cm aproximadamente. Las vainas de las hojas y los nudos son sumamente pubescentes. Para su propagación se usan estolones. El pasto Pará produce semilla, pero la germinación suele ser sumamente baja (Hughes et al, 1981).

Una ventaja de este pasto es su rápida recuperación después de pastorear, por lo que dejándolo descansar de 5 a 7

semanas, se puede utilizar con éxito en pastoreo rotacional. Pruebas efectuadas en el campo Cotaxtla muestran que este pasto soporta una carga de 2.28 animales por hectárea (Robles, 1981).

Se pueden hacer de 3 a 5 cortes al año, rindiendo de 30 a 104 toneladas de hierba fresca por hectárea (Flores, 1985).

Esta planta resiste bien el pastoreo y junto con el zacate Guinea (*Panicum maximum*) es la base de sustentación de la ganadería tropical de México, en un mismo potrero se les encuentra a veces juntos, el Guinea en los lomeríos y el Pará en los bajos, incluso en los lugares que se inundan por varios meses en la temporada de lluvia. Su riqueza nutritiva se muestra en el Cuadro 8 (Flores, 1985).

#### 4.4.5. ZACATE ESTRELLA AFRICANA (*Cynodon plectostachyus*)

Dentro de este género existen otras especies y variedades, de las cuales sólo nos referiremos a las establecidas en el experimento: Estrella común y Estrella mejorado, que por tener características semejantes se describen en forma general.

El zacate Estrella Africana es nativo de Kenya, Etiopía, Tanzania y Rhodesia, al este de Africa (McIlroy, 1964).

Después de 1938 en que fue introducido en América, se diseminó rápidamente en varios países, entre éstos, Estados Unidos de Norteamérica. En México se introdujo hasta el año de 1950 (Flores, 1985).

El zacate Estrella Africana crece desde el nivel del mar hasta altitudes de 1700 msnm, siendo la temperatura, la precipitación y la altitud las que ejercen mayor influencia en el crecimiento del pasto, reflejándose en los rendimientos de forraje. Es mejor su desarrollo entre 0 y 1300 msnm.

A mayor temperatura mayor es la producción, y a menor temperatura la producción disminuye, siendo la temperatura óptima entre 25 y 38°C. Crece bien para áreas con temporales arriba de 900 mm de lluvia anual; con riegos de auxilio puede prosperar en climas de escasa humedad (González y Cambell, 1980).

Se adapta a una gran variedad de suelos, desde arenosos hasta arcillosos. Crece mejor en tierras de textura media a fina. Se adapta muy bien a suelos pobres y secos y a suelos de topografía ondulada. Crece en suelos ligeramente alcalinos y en suelos ácidos; tiene cierta resistencia a la salinidad.

El zacate Estrella Africana es un pasto frondoso, perenne, rastrero, con estolones que lo hacen extenderse con gran rapidez. Sus hojas son pubescentes, sus cañas alcanzan hasta un metro de altura, sus espigas son numerosas y hasta de 8 cm de largo, sus espiguillas miden de 2.5 a 3.00 mm de longitud.

El zacate Estrella Africana puede funcionar como controlador de malezas debido a su agresividad de crecimiento; además es usado para controlar la erosión en lugares de alta precipitación. Puede asociarse bien con leguminosas, ya que produce pasto nutritivo y puede ser mantenido en rotación resultando excelente para la engorda de ganado vacuno.

CUADRO 8. VALOR NUTRITIVO DEL PASTO PARA (*Brachiaria mutica*)

	VERDE	HENO
	%	%
AGUA	85.50	9.80
PROTEINA BRUTA	0.90	4.60
CARBONHIDRATOS	9.80	44.50
FIBRA BRUTA	1.22	33.60
GRASA BRUTA	0.28	0.90
CENIZAS	2.30	6.60

FUENTE: Flores (1985)

CUADRO 9. VALOR NUTRITIVO DEL ZACATE ESTRELLA AFRICANA  
(*Cynodon plectostachyus*)

	VERDE	HENO
	%	%
PROTEINA CRUDA	3.8	16.6
GRASA CRUDA	0.6	2.5
FIBRA CRUDA	4.5	19.1
E.L.N.	8.5	36.1
CENIZAS	2.6	11.0

FUENTE: Flores (1985)

Este pasto ha sido objeto de numerosos estudios en diversos países como Kenya, Rhodesia, Nigeria, Colombia y México. Estos estudios se refieren a experimentos sobre su fertilización, calidad nutritiva y rendimiento (Velarde, 1984).

Los análisis nutritivos en base seca se muestran en el Cuadro 9.

#### 4.4.6. ZACATE BERMUDA (*Cynodon dactylon*)

A partir de la cruce del Bermuda de la Costa con el Bermuda Kenia 56 Núm. 14 se formó la variedad Bermuda Cruza I, la cual junto con el Bermuda Alicia desarrollado en Texas al cruzar Bermuda de la costa con el Bermuda N.K. forman parte de los pastos estudiados, los cuales se seleccionaron en la estación experimental de Tiftón, Georgia en 1967 (Flores, 1985).

El Bermuda Cruza I se adapta bien al trópico mexicano, prefiere suelos fértiles y bien drenados y con suficiente precipitación pluvial. La siembra debe efectuarse a la entrada de las lluvias o en el periodo de las mismas; como la semilla no es fértil, debe utilizarse material vegetativo.

Es un zacate perenne, rastrero que cubre el suelo formando un tupido tapete de estolones delgados y hojas abundantes y finas.

Burtón (1972) citado por Flores, (1985), señala que es 6.6% más digestible que el Bermuda de la Costa y que posee más cantidad de proteína cruda y menor de fibra cruda que aquél,

CUADRO 10. VALOR NUTRITIVO DEL ZACATE BERMUDA CRUZA I

COMPOSICION QUIMICA EN	VERDE	HENO
	%	%
PROTEINA CRUDA	2.6	6.9
GRASA CRUDA	0.5	1.3
FIBRA CRUDA	10.0	26.7
E.L.N.	14.7	39.2
CENIZA	2.2	5.9

FUENTE: Flores (1985)

CUADRO 11. VALOR NUTRITIVO DEL ZACATE BERMUDA ALICIA

COMPOSICION QUIMICA EN	VERDE	HENO
	%	%
PROTEINA CRUDA	4.8	9.7
GRASA CRUDA	1.0	2.0
FIBRA CRUDA	11.7	23.8
E.L.N.	17.8	36.2
CENIZA	4.0	8.1

FUENTE: Flores (1985)

así como un 12.3% más de materia seca, por tal motivo la ganancia diaria de los animales es muy buena (Cuadro 10).

En cuanto a las características del Bermuda Alicia, se señala la de crecer en cualquier tipo de suelos: negros, arcilla roja, tierra caliza, arenas y aún en terrenos pedregosos o de gravilla, estableciéndose rápidamente gracias a un nutrido sistema radicular que llega a penetrar hasta 2-3 m.

Es resistente al frío, a la sequía y aún a la alta salinidad de los terrenos, de buena gustosidad y muy rico en proteína (Cuadro 11).

En México más o menos se empezó a introducir por 1972 y lo mismo se ha probado en campos experimentales del Norte, Noreste y Noroeste que en el de Cotaxtla (Flores, 1985).

#### 4.4.7. ZACATE GUINEA (*Panicum maximum*)

El zacate Guinea es originario de Africa, es una gramínea perenne de gruesos macollos, sus tallos alcanzan de 1.50 a 2 m de altura, es una planta de clima tropical y subtropical, por lo que lo encontramos en los Estados de Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Tabasco, Yucatán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Morelos, Jalisco, Nayarit, Colima, San Luis Potosí, etc (Flores, 1985).

El zacate Guinea crece bien en suelos secos que no sean demasiado pobres, de cualquier textura incluso en suelos arenosos; prefiere la humedad, pero no el exceso.

Su siembra se hace por medio de semilla al voleo, pero puede propagarse por macollos, por cepas o coronas (Cuadro 12).

#### **4.4.8. ZACATE PANGOLA (*Digitaria decumbens*)**

El zacate Pangola es originario de Natal, Africa Central, a orillas del río Pangola. En México, se estima que cubre unas 400,000 has de las costas del Golfo, aunque existen áreas donde ha sido sustituido por el zacate Estrella (Flores, 1985).

El zacate Pangola es un zacate tropical perenne de crecimiento bajo y rápido que invade el suelo con sus estolones. La vegetación foliácea es muy densa sobre los tallos y los estolones que crecen hasta 50 cm de altura; cuando florece, las semillas generalmente no son fértiles.

El zacate no es resistente al frío, pero soporta temporadas cortas de sequía.

Este zacate se adapta bien al pastoreo por ser muy resistente al pisoteo del ganado, Cuadro 13, (Flores, 1985).

#### **4.4.9. ZACATE HAWAIANO (*Digitaria pentzsi* x *Digitaria melangiana*)**

Es un zacate originario de Hawai, U.S.A., que proviene de una hibridación de los pastos *Digitaria pentzsi* x *Digitaria melangiana*. Su introducción en México es reciente.

CUADRO 12. VALOR NUTRITIVO DEL ZACATE GUINEA (*Panicum maximum*)

COMPOSICION QUIMICA EN VERDE		HENO	
	%		%
¡HUMEDAD	77.75	¡AGUA	10.95
¡MATERIA SECA	22.25	¡PROTEINA BRUTA	4.50
¡CENIZAS	3.43	¡CARBOHIDRATOS	43.80
¡FIBRA	1.26	¡FIBRA BRUTA	33.70
¡PROTEINAS	2.60	¡GRASA BRUTA	1.30
¡GRASA	0.29	¡CENIZAS	5.75
¡H. DE CARBONO	12.86		
¡RELACION NUTRITIVA	1:6.75		

FUENTE: Flores (1985)

CUADRO 13. VALOR NUTRITIVO DEL PASTO PANGOLA (*Digitaria decumbens*)

	VERDE	HENO
	%	%
¡AGUA	75.0	10.00
¡PROTEINA BRUTA	2.0	8.40
¡CARBOHIDRATOS	12.4	39.40
¡FIBRA	7.0	29.50
¡GRASA	0.4	2.15
¡CENIZA	3.2	10.55

FUENTE: Flores (1985)

CUADRO 14. VALOR NUTRITIVO DEL PASTO BUFFEL (*Pennisetum purpureum*)

	VERDE	HENO
	%	%
¡E.L.N.	10.4	44.3
¡CENIZAS	2.8	11.9
¡PROTEINAS	2.8	11.9
¡GRASA	1.1	4.3
¡FIBRA	5.4	23.2

FUENTE: Flores (1985)

Es una gramínea estolonífera, rastrera y vigorosa que crece cubriendo densamente el suelo. Al comenzar a establecerse produce tallos rastreros en todas direcciones, alcanzando hasta 6 m de largo y están divididos cada 10-15 cm por nudos provistos de pelos finos. Estos estolones producen raíces entre los nudos donde hacen contacto con el suelo húmedo; luego producen tallos decumbentes, delgados y lisos.

En el crecimiento vertical alcanza alturas de 0.60-1.20 m cuando las condiciones son favorables. Las hojas son lineales estrechas de 7-9 mm de ancho y son lisas de ambas caras. La inflorescencia está formada por 3-6 espigas, dispuestas en la madurez en forma de dedo de una mano: situada en el extremo de un largo pedúnculo, las espiguillas que constituyen las espigas tienen un tamaño de 2.5-3 mm y son glabras. Se da bien en amplio rango de precipitación y condiciones de suelo, pH y fertilidad. Sus raíces son muy ramificadas y profundas, aproximadamente 3/4 partes de la raíz está en los primeros 30 cm del suelo, menos del 10% de sus raíces están abajo de 60 cm de profundidad del suelo. El zacate Hawaiano tiene alta proporción de finas raíces y las mismas tienen un alto peso en conjunto. Los tallos son suaves con alto contenido de agua, poco fibrosos y son fácilmente asimilados por el ganado (Flores, 1985).

El zacate Hawaiano es propio de climas tropicales cálidos, pero se adapta bien a zonas subtropicales. Se cultiva desde el nivel del mar hasta 2000 msnm, pero con el inconveniente de que a partir de los 1200 mm disminuye la producción al aumentar la altura sobre el nivel del mar.

Se adapta a regiones alrededor de 2000 mm de precipitación pluvial al año. Resiste bien a la sequía de corta duración. La temperatura óptima es de 25-30 °C, con una mínima de 18 °C.

Este pasto se adapta bien a suelos arcillosos pesados, no tolera el exceso de humedad pudiendo soportar periodos cortos de inundación, siempre y cuando el agua no lo tape completamente (Flores, 1985).

#### 4.4.10. ZACATE BUFFEL (*Pennisetum ciliare*)

El zacate Buffel es originario de las regiones subtropicales y semiáridas de Africa y de la India, en donde se localiza en suelos secos y arenosos. En la India este zacate fue sembrado con gran éxito en situaciones difíciles, en un desierto descubierto, para controlar la erosión producida por el viento, produciendo además excelente pastura cuando ha sido posible cortarlo y pastorearlo (Valdés, 1977).

Existen tres tipos específicos de acuerdo a su tamaño; variedades altas como la Biloela, Numbank, Tarewinnavar, Malopo y Lawes que alcanzan una altura de hasta 1.50 m, con hojas grandes de color verde azulado. Variedades medianas como el Gayndah, American y Cloncurry, con alturas entre los 0.90 a 1.20 m, y variedades pequeñas de 0.75 m de altura, las cuales crecen en zonas de menor precipitación.

En México se han introducido variedades como la Azul, Hindú II, Buffel 8, Hindú I Africano, Pretoria, South Rhodesia.

El zacate Buffel es una planta perenne, de una corona fuerte y nudosa que produce una masa de raíces largas, fuertes y abundantes, las hojas son alargadas y un poco ásperas; la inflorescencia es un panículo en forma de espiga de una a

cuatro pulgadas de largo, las semillas se encuentran apretadas y son delgadas, con barbas como erizo que se pegan al pelo de los animales (característica que le ha servido para su propagación), son poco pesadas y el viento las transporta fácilmente, tienen una tonalidad púrpura que las hace fácilmente reconocibles (Flores, 1985).

Además de su propagación por semillas, que duran hasta dos años con buen poder germinativo, en ocasiones emite rizomas y una gran cantidad de raíces.

Puede prosperar en regiones con clima templado a cálido. La altura que alcanza el zacate es variable, dependiendo del suelo, clima y disponibilidad de agua. En la zona de Cuernavaca ha crecido unos 0.70 m; en la Huasteca mas de 1.50 m y en Texas 0.60-1 m, Cuadro 14 (Flores, 1985).

## **. MATERIALES Y METODOS**

Para cumplir con los objetivos planteados, el trabajo se dividió en tres etapas que fueron:

### **5.1. MUESTREO Y ANALISIS DE SUELOS**

Al analizar la información relativa al uso del suelo se encontró que la mayor parte de las praderas cultivadas que se dedican a la ganadería de bovinos en la región de la Huasteca Potosina se encuentran sobre suelos que pertenecen al Orden Vertisol.

Se procedió a efectuar un levantamiento de suelos en los terrenos del Instituto Tecnológico de Cd. Valles, S.L.P., donde se realizaron los trabajos de campo que se incluyen en este trabajo.

Con el fin de conocer las propiedades físicas y químicas de los suelos se realizó un muestreo sistemático por cuadrantes con una densidad de muestreo de un pozo de 60 cm de profundidad por cada 2.5 has, muestreando cada 20 cm un total de 10 pozos; un perfil con fines de clasificación de 160 cm de profundidad, tomando una muestra cada 10 cm. En ambos casos se tomaron 2 kg de suelo por muestra, las cuales se secaron y tamizaron utilizando un tamiz de 2 mm de abertura para determinar las siguientes propiedades físicas y químicas del suelo:

#### **5.1.1. ANALISIS FISICO**

Color: en seco y húmedo, por comparación con las tablas (Munsell, 1975).

Densidad aparente: por el método de la probeta (Baver, 1956).

Densidad real: por el método volumétrico (Baver, 1956).

Textura: por el método de Bouyoucos (Black et al, 1962).

#### 5.1.2. ANALISIS QUIMICO

pH: por medio de un potenciómetro Corning, usando una relación suelo-agua destilada 1:2.5 y en solución salina de KCl 1 N, pH 7 en la relación 1:2.5.

Materia orgánica: por el método de Walkley y Black, modificado por Walkley (Jackson, 1982).

Capacidad de intercambio catiónico total: por el método de centrifugación desplazando con  $\text{CaCl}_2$  1 N pH 7, lavando con alcohol, extrayendo con NaCl 1N pH 7 y determinando por el método del Versenato (Jackson, 1982).

Calcio y magnesio: por el método del Versenato (Jackson, 1982).

Nitrógeno total: por el método de Kjeldhal (Jackson, 1982).

Fósforo: por el método de Olsen (Jackson, 1982).

Potasio: por el método flamométrico (Jackson, 1982).

Carbonatos y bicarbonatos: por el método volumétrico (Jackson, 1982).

Con los resultados obtenidos se elaboró el mapa de uso potencial del suelo del Instituto Tecnológico y se clasificó al suelo, de acuerdo al USDA, 1990 del Soil Taxonomy.

## 5.2. EVALUACION DEL RENDIMIENTO, VALOR NUTRITIVO Y ADAPTACION DE DIFERENTES ESPECIES DE PASTOS TROPICALES

Con el fin de conocer el comportamiento productivo y la adaptación a la región se estableció un experimento en el cual se evaluaron 10 cultivares de pastos pertenecientes a seis géneros de gramíneas con diferentes especies y variedades:

1. *Cynodon dactylon* var. *cruza I* (Pasto Bermuda Cruza I)
2. *C. dactylon* var. *Alicia* (Pasto Bermuda Alicia)
3. *C. plectostachyus* var. *común* (Pasto Estrella Africana común)
4. *C. plectostachyus* var. *mejorado* (Pasto Estrella mejorado)
5. *Digitaria decumbens* (Pasto Pangola)
6. *D. pentzii* X *D. melangiana* (Pasto Hawaiano)

7. *Pennisetum purpureum* var. *taiwan* (Pasto Taiwan)

8. *Panicum maximum* (Pasto Guinea)

9. *Pennisetum ciliaris* (Pasto Buffel)

10. *Brachiaria mutica* (Pasto Pará)

De estos pastos, el Bermuda, Estrella, Pangola, Guinea y Pará se encuentran ampliamente distribuidos en la Región, mientras que el resto no son comúnmente utilizados.

#### 5.2.1. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en los terrenos del Instituto Tecnológico de Cd. Valles, S.L.P., en donde se seleccionó un lote de aproximadamente 400 m<sup>2</sup>.

Se preparó el suelo mediante una aradura general, seguido de dos pasos de rastra sencilla, esto con la finalidad de proporcionar una cama adecuada para el mejor desarrollo de las diferentes especies de pastos.

Se estableció un diseño experimental simple con arreglo de los tratamientos en bloques al azar con tres repeticiones. Los lotes experimentales fueron de 10 m<sup>2</sup> (5 x 2), dejando entre cada lote calles de un metro de ancho. La disposición de los lotes se muestran en el Cuadro 15. En total se tuvieron 30 lotes divididos en bloques con 10 tratamientos cada uno (cada pasto corresponde a un tratamiento) con tres repeticiones, separados por calles de 2 m entre cada bloque y de 1 m entre cada parcela experimental.

CUADRO 15. DISPOSICION DE LOS BLOQUES EN EL CAMPO

I	II	III
BERMUDA ALICIA; 2 m	HAWAIIANO	BUFFEL
- 5 m -		
PARA	TAIWAN	ESTRELLA COMUN
TAIWAN	GUINEA	PANGOLA
HAWAIIANO	BUFFEL	BERMUDA C. 1
BERMUDA C. 1	ESTRELLA COMUN	TAIWAN
BUFFEL	PARA	GUINEA
PANGOLA	ESTRELLA MEJ.	BERMUDA ALICIA
ESTRELLA MEJ.	BERMUDA ALICIA	PARA
GUINEA	PANGOLA	ESTRELLA MEJ.
1 m	1 m	1 m
-2 m- ESTRELLA COMUN	-2 m- BERMUDA C. 1	-2 m- HAWAIIANO -2 m-

Los parámetros de estudio fueron: rendimiento en peso fresco y seco, proteína, cenizas y extracto etéreo.

La siembra se realizó, plantando partes vegetativas frescas; en el caso de las especies con guía se utilizaron estolones, estacas en el caso del zacate Taiwan y cepas como en el zacate Guinea y Buffel.

Las partes vegetativas que se utilizaron como material madre para el establecimiento del experimento fueron obtenidas del INIFAP a través de su campo experimental de Huichihuayan, S.L.P.; del Banco de México por medio del FIRA y su campo demostrativo en Tamuin, S.L.P. y con productores particulares de la región.

La densidad de siembra fue de 80 cepas por parcela, con una distancia entre hileras de 50 cm y una distancia entre cepas de 25 cm

El experimento se mantuvo libre de hierbas mediante deshierbes manuales. Estas actividades de limpieza se realizaron mensualmente para mantener libre las calles y los lotes experimentales así como para evitar el cruzamiento de los estolones de lotes adyacentes.

#### **5.2.2. EVALUACION DEL RENDIMIENTO Y VALOR NUTRITIVO DE LOS PASTOS**

El experimento duró un año y medio aproximadamente, en condiciones de temporal, realizándose la siembra durante la época de lluvia. Durante el transcurso del experimento se hicieron tres cortes aproximadamente cada cuatro meses cada uno; el primero correspondió al crecimiento obtenido durante el

período de lluvias (julio a octubre de 1989); el segundo correspondiente a la época de invierno (noviembre 1989 a febrero 1990) no se pudo efectuar debido a una helada que se presentó en el mes de diciembre, por lo que se procedió a realizar un corte para uniformizar y hasta el mes de junio de 1990 se realizó un segundo corte correspondiente a la época de sequía. El tercer corte se efectuó en octubre del mismo año y corresponde también a la época de lluvias.

Los cortes se efectuaron utilizando un marco metálico de 0.25 m<sup>2</sup>, el cual fue colocado al azar dentro de cada parcela cuatro veces hasta completar un m<sup>2</sup>. Todo el material que quedaba dentro del marco fue cortado para después ser colocado en bolsas de papel estrasa previamente identificadas con el número de bloque y tratamiento correspondiente.

Este material fue pesado al momento de ser cortado para determinar el rendimiento en fresco de las distintas especies. Después de evaluar el rendimiento en peso fresco se practicaron cortes para uniformizar las parcelas retirando el forraje del área experimental. El material colectado fue limpiado en seco, picado para uniformizar la muestra y posteriormente se secó en una estufa de tiro forzado a 80°C hasta peso constante y se determinó el rendimiento en peso seco; una vez secas las muestras se molieron y se les practicaron los siguientes análisis:

#### 5.2.2.1. ANALISIS BROMATOLOGICOS

1. Rendimiento en peso fresco; utilizando una balanza Torino con capacidad de 40 kg (Flores, 1985).

2. Rendimiento en peso seco; secando en una estufa Felisa a 80°C hasta obtener peso constante (Flores, 1985).

3. Cenizas; por el método gravimétrico en una mufla a 600 °C durante 24 horas (Flores, 1985).

4. Nitrógeno total; por el método de Kjeldhal (Jackson, 1982).

5. Proteína cruda; multiplicando por el factor 6.25 el porcentaje de nitrógeno total.

6. Extracto etéreo; por el método de Soxhlet (Flores, 1985).

#### 5.2.2.2. ANALISIS ESTADISTICO

Para conocer las diferencias obtenidas en los resultados del experimento, entre las 10 especies de pastos, se realizó el análisis de varianza a las variables de estudio que fueron: rendimiento en peso fresco y seco, porcentajes de proteína cruda, extracto etéreo y cenizas. Estos análisis se hicieron a cada corte y al promedio de los tres cortes. También se realizó la prueba de Duncan para saber cuales pastos obtuvieron los mejores resultados.

#### 5.3. RESPUESTA A LA FERTILIZACION DE CUATRO ESPECIES DE PASTOS TROPICALES

Con base en los resultados obtenidos en el experimento descrito, se seleccionaron cuatro especies de las 10 experimentadas para evaluar su respuesta a la fertilización. Las especies seleccionadas y los criterios de selección fueron los siguientes:

1. *Pennisetum purpureum* var. *Taiwan*. Esta especie fue seleccionada por ser la que presentó mayor rendimiento y por ser un pasto de corte, propio para ensilado o henificado y que representa una alternativa para la alimentación del ganado en épocas de escasez de forraje y que, sin embargo, en la región normalmente no es utilizado por los productores.

2. *Cynodon dactylon* var. *Cruza 1*. Se incluyó este pasto en el experimento por ser una de las especies más utilizadas por los ganaderos de la región, por su gran adaptación a condiciones adversas como: sequías, exceso de humedad, pastoreo, así como por su rápido rebrote y persistencia. Representa un recurso forrajero que, bajo un buen manejo puede dar excelentes resultados.

3. *Brachiaria mutica*. Este pasto fue seleccionado por sus buenos rendimientos y, principalmente, por ser muy resistente a las inundaciones, condición muy frecuente en las zonas de Vertisoles más bajas que existen en la región y en las que difícilmente se puede establecer alguna otra especie de pasto u otro cultivo.

4. *Digitaria pentzsi* X *Digitaria melangiana*. Se seleccionó por ser un material genético nuevo en la región, que al evaluar su comportamiento demostró buena adaptación a las condiciones regionales, muy similar en este aspecto al Pangola (*D. decumbens*) con la diferencia de que el pasto Hawaiano es resistente a la mosca pinta o salivazo (*Prosofia spp*), al cual el Pangola es muy susceptible motivo por el que casi ha desaparecido entre las especies utilizadas en la región; sin embargo, es muy apreciado por los productores. Por lo tanto, el pasto Hawaiano puede sustituir al Pangola.

### 5.3.1. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO

Considerando los resultados de los análisis de suelo y algunos estudios de fertilización realizados en pastos tropicales se planteó el diseño experimental.

Se utilizaron cuatro niveles de fertilización nitrogenada; 0, 100, 200 y 300 kg/ha<sup>-1</sup> en forma de sulfato de amonio y cuatro niveles de fertilización fosfórica; 0, 50, 100 y 150 kg/ha<sup>-1</sup> en forma de superfosfato triple de calcio. Se estableció un diseño simple con arreglo de los tratamientos en bloques al azar con cuatro repeticiones. La dosis de nitrógeno se dividió en tres partes, aplicándose una parte después de la siembra y las otras después de cada corte. El fósforo se aplicó en una sola vez después de la siembra (Cuadros 16, 17, 18 y 19).

La preparación del terreno comprendió las labores agrícolas normales para cualquier siembra, como son: aradura, barbecho y dos pasos de rastra; una vez preparado el terreno se trazaron las parcelas experimentales de 2 X 5 m dando una parcela bruta de 10 m<sup>2</sup>.

En total fueron cuatro experimentos, uno por cada especie de pasto, con 16 tratamientos (Cuadro 20) y cuatro repeticiones cada uno; dándonos un total de 256 parcelas experimentales. El experimento se llevó a cabo en condiciones de temporal. Por esta razón hubo que esperar hasta el año de 1991 para establecer este experimento, ya que en octubre de 1990 que se realizó el último corte de evaluación de especies, la falta de humedad de los meses siguientes impidió el establecimiento del nuevo experimento el cual se efectuó hasta el mes de junio.

La siembra se realizó por medio de estolones en tres especies y por medio de estacas en el caso del pasto Taiwan. La

CUADRO 16. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO DEL PASTO TAIWAN (*Pennisetum purpureum* var. Taiwan)

BIV	BIII	BII	BI
300-0-0	200-0-0	0-150-0	300-150-0
200-150-0	200-50-0	0-50-0	300-50-0
0-0-0	100-150-0	300-50-0	0-100-0
100-150-0	0-50-0	300-150-0	0-150-0
200-100-0	100-100-0	200-50-0	200-0-0
200-0-0	200-150-0	200-150-0	200-50-0
300-100-0	0-0-0	0-100-0	100-100-0
200-50-0	100-0-0	100-50-0	300-0-0
100-0-0	0-100-0	100-100-0	0-50-0
0-150-0	100-50-0	200-100-0	100-150-0
100-50-0	300-150-0	100-0-0	200-100-0
300-50-0	200-100-0	200-0-0	300-100-0
300-150-0	300-50-0	300-100-0	0-0-0
0-50-0	300-0-0	100-150-0	100-0-0
0-100-0	300-100-0	0-0-0	100-50-0
100-100-0	0-150-0	300-0-0	200-150-0

CUADRO 17. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO DEL PASTO BERMUDA (Cynodon dactylon Cruz 1)

BIV	BIII	BII	BI
0-0-0	200-100-0	200-50-0	200-150-0
0-50-0	300-150-0	200-0-0	0-150-0
100-50-0	300-50-0	300-0-0	100-150-0
300-0-0	0-50-0	100-100-0	200-100-0
0-100-0	0-100-0	100-150-0	200-0-0
200-0-0	0-150-0	0-100-0	0-0-0
100-150-0	300-0-0	0-50-0	200-50-0
300-50-0	200-0-0	300-50-0	100-100-0
0-150-0	200-150-0	0-0-0	100-0-0
200-100-0	100-150-0	100-0-0	300-0-0
100-100-0	100-50-0	300-100-0	100-50-0
300-100-0	0-0-0	300-150-0	300-50-0
300-150-0	100-0-0	200-150-0	300-100-0
200-50-0	200-50-0	200-100-0	0-50-0
200-150-0	100-100-0	100-50-0	300-150-0
100-0-0	300-100-0	0-150-0	0-150-0

CUADRO 18. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO  
DEL PASTO PARA (*Brachiaria mutica*)

BIV	BIII	BII	BI
200-100-0	100-50-0	0-50-0	0-50-0
200-150-0	300-100-0	300-100-0	0-150-0
1100-150-0	100-0-0	1100-150-0	1100-50-0
100-50-0	200-150-0	0-150-0	300-150-0
1100-100-0	0-0-0	1100-50-0	0-100-0
300-50-0	300-50-0	200-0-0	1100-100-0
0-100-0	200-100-0	0-100-0	200-0-0
300-100-0	200-0-0	300-0-0	300-50-0
0-50-0	0-100-0	200-100-0	100-0-0
300-150-0	200-50-0	100-0-0	300-100-0
0-150-0	300-150-0	300-150-0	200-100-0
0-0-0	1100-150-0	300-50-0	300-0-0
200-0-0	0-50-0	1100-100-0	1100-150-0
300-0-0	300-0-0	200-50-0	200-50-0
100-0-0	0-150-0	200-150-0	0-0-0
200-50-0	1100-100-0	0-0-0	200-150-0

CUADRO 19. DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS EN EL CAMPO  
DEL PASTO HAWAIIANO (D.pentzii X D. melangiana)

BIV				BIII			
0-50-0	200-50-0	0-0-0	200-150-0	100-50-0	100-0-0	100-150-0	100-100-0
100-50-0	100-100-0	200-100-0	0-100-0	0-150-0	200-150-0	300-150-0	200-50-0
100-0-0	200-0-0	0-150-0	300-100-0	0-0-0	300-100-0	200-100-0	0-100-0
100-150-0	300-50-0	300-150-0	300-0-0	200-0-0	300-50-0	300-0-0	0-50-0

BII				BI			
300-150-0	0-100-0	200-100-0	200-0-0	300-50-0	0-100-0	0-50-0	300-150-0
100-50-0	300-50-0	0-50-0	0-0-0	100-150-0	300-0-0	100-100-0	200-50-0
0-150-0	100-0-0	300-0-0	200-150-0	100-50-0	200-100-0	200-150-0	200-0-0
300-100-0	100-150-0	200-50-0	100-0-0	0-150-0	100-0-0	300-100-0	0-0-0

CUADRO 20. TRATAMIENTOS

No.	TRATAMIENTO
1	00-00-00
2	00-50-00
3	00-100--00
4	00-150-00
5	100-00-00
6	100-50-00
7	100-100-00
8	100-150-00
9	200-00-00
10	200-50-00
11	200-100-00
12	200-150-00
13	300-00-00
14	300-50-00
15	300-100-00
16	300-150-00

densidad de siembra fue de 100 cepas por parcela. El fertilizante se aplicó al voleo 15 días después de la siembra una vez que se aseguró el establecimiento de los pastos. Se mantuvo el experimento libre de maleza practicando deshierbes manuales mensuales.

### 5.3.2. EVALUACION DE LA RESPUESTA A LA FERTILIZACION

Se practicaron tres cortes en cada experimento el cual tuvo una duración de un año, de la siguiente forma: el primer corte a fines de septiembre de 1991, el segundo corte en enero de 1992 y el tercer corte a fines de mayo del mismo año.

Los cortes se efectuaron utilizando un marco metálico de 0.25 m<sup>2</sup> con el que se muestrearon cuatro veces cada parcela experimental, cortando todo el material vegetativo que quedó dentro del cuadro. Una vez evaluado el rendimiento en peso fresco, se cortó en forma total cada parcela y se practicó la siguiente fertilización nitrogenada.

El material colectado en el campo se secó en una estufa de tiro forzado a 80°C hasta peso constante y se determinó el rendimiento en peso seco; una vez secas las muestras se molieron y se les practicaron los análisis bromatológicos descritos anteriormente, a las 768 muestras resultantes de los tres cortes y los cuatro experimentos.

Para saber si las diferencias obtenidas en los resultados del experimento son debidas a los tratamientos, se sometieron las variables de estudio a un análisis de varianza y a la prueba de Duncan para determinar cuales tratamientos fueron más rendidores.

## 6. RESULTADOS Y DISCUSION

### 6.1. SUELOS

Con la interpretación de las propiedades físicas y químicas del perfil analizado con fines de clasificación, los suelos de la zona de estudio corresponden al Orden Vertisol, Suborden Udert, Gran grupo Crómico, Subgrupo típico, según la clasificación del Soil Taxonomy, (USDA, 1990), que equivalen a los Vertisoles crómicos de la clasificación de la FAO, 1970.

El perfil estudiado (Cuadro 21) muestra un solo horizonte (A) de 160 cm de profundidad, que puede subdividirse en seis subhorizontes, donde los procesos de formación y las actividades humanas han actuado en diferentes grados de intensidad, manifestándose su efecto en diferencias en la textura, color, pH y distribución de la materia orgánica principalmente.

Subhorizonte A1. Se presenta en los primeros 10 cm, con color gris en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo, con textura de migajón limoso, pH neutro, sin reacción al HCl diluido y con una estructura granular.

Subhorizonte A2. A una profundidad de 10 a 40 cm, con los mismos colores y reacción que el A1, pero con una textura de migajón arcilloso.

En los subhorizontes A1 y A2 se manifiesta la actividad humana, que al cultivar con maquinaria esta parte superficial del suelo favorece la incorporación de la materia orgánica

modificando la textura y el pH, haciéndolos menos arcillosos y con un pH menos alcalino que el resto del perfil.

Subhorizonte A3. De 40 a 70 cm de profundidad, con color gris en seco y gris oscuro en húmedo, con textura arcillosa y pH ligeramente alcalino, con reacción leve al HCl diluido y estructura subangular.

Subhorizonte A4. De 70 a 100 cm de profundidad, de color pardo grisáceo claro en seco y pardo oscuro húmedo, con textura arcillosa, pH ligeramente alcalino, con reacción leve al HCl diluido y estructura subangular.

En los subhorizontes A3 y A4 se manifiestan las mayores concentraciones de arcilla y empieza a notarse en el color la disminución en el contenido de materia orgánica.

Subhorizonte A5. De 100 a 120 cm, de color pardo pálido en seco y pardo oscuro en húmedo, con textura de migajón arcilloso, moderadamente alcalino y con reacción media al HCl.

Subhorizonte A6. De 120 a 160 cm, con color pardo pálido en seco y pardo oscuro en húmedo, con textura de migajón, moderadamente alcalino y con reacción fuerte al HCl diluido.

En estos subhorizontes A5 y A6 los procesos de formación del suelo han sido de menor intensidad que en la parte intermedia del perfil. Observándose que la roca caliza subyacente esta sometida a procesos de intemperización que no han culminado aún en la formación de minerales arcillosos y el subhorizonte presenta características muy similares a la roca parental.



Los resultados de los análisis físicos y químicos de los suelos de la zona de estudio se muestran en los Cuadros del 22 al 31 y se discuten a continuación.

Color. Los suelos son profundos, con más de un metro de profundidad, presentan colores grises oscuros (10 YR 4/1, 10 YR 5/1) en la parte superficial del perfil debido a la presencia de materia orgánica combinada con las partículas de arcilla; conforme aumenta la profundidad los colores se tornan grises (10 YR 4/1), grises claros (10 YR 7/1) y pardos grisáceos (10 YR 4/2, 10 YR 4/3, 10 YR 5/3 Y 10 YR 6/2), ya que con la profundidad disminuye el contenido de materia orgánica.

Textura. En todas las muestras la textura es arcillosa, presentando más de 49% en todas las muestras, llegando en algunos en unos sitios a valores hasta de 75%, con un promedio general de 56%. Esta arcilla es del tipo 2:1 montmorillonítica, que se caracteriza por expandirse cuando está húmeda y por contraerse cuando esta seca. Con esto se origina, en la época seca, la formación de grietas de más de un cm de ancho y más de 50 cm de profundidad; por estas grietas el material suelto de la superficie empieza a caer rellenándolas, al humedecerse el suelo, en la época de lluvias, las arcillas se hinchan impidiendo la formación de horizontes típicos y desarrollándose en la superficie del suelo un microrrelieve especial denominado "gilgai". Este fenómeno al repetirse con el paso de los años va invirtiendo el suelo de ahí el nombre genérico al orden de Vertisol.

Densidad.- Las densidades aparentes y reales del suelo varían de 1.0 a 1.3 g/cc y 2.0 a 2.5 g/cc respectivamente. Estas son altas y por el predominio de las arcillas, el suelo presenta una gran cantidad de microporos y una estructura de bloques subangulares. Esta gran cantidad de microporos da como

resultado un drenaje lento o deficiente en las épocas lluviosas.

pH. Por su origen a partir de rocas calizas, estos suelos presentan una reacción de ligera a medianamente alcalina, aumentando la alcalinidad con la profundidad sin llegar a ser salino. Los valores encontrados varían de 7.7 a 8.3 en la relación suelo-agua y de 7 a 7.2 en la relación suelo-KCl.

Materia orgánica. Los contenidos de materia orgánica pueden considerarse de medios a altos, con una variación de 5.6 a 0.3%, encontrándose los valores mayores en la superficie y descendiendo con la profundidad.

Capacidad de intercambio catiónico. Debido al alto contenido de arcilla (49-75%) montmorillonítica la capacidad de intercambio catiónico es alta (65.6 a 112 y un promedio de 75 meq/100g), dominando el calcio el complejo de intercambio.

En cuanto a su contenido de elementos minerales nutritivos, se encontró que las concentraciones de nitrógeno son de bajas a medias (0.08-.23%), las de fósforo son medias (10-14 ppm) y las de potasio son altas (1.2-3.5 meq/100g). Los contenidos de calcio (9.2-29.2 meq/100 g) y magnesio (2.0-15.2 meq/100g) también son altos, lo que junto con los buenos contenidos de materia orgánica y la alta capacidad de intercambio catiónico total nos permiten considerar estos suelos como fértiles y sin problemas de salinidad.

Carbonatos y bicarbonatos. Los bicarbonatos son más abundantes que los carbonatos, presentándose los primeros en rangos que varían de 0.7 a 7.6 con un promedio de 3.2 meq/100g; mientras que los carbonatos presentan valores de 0.4 a 3.8 con un promedio de 0.75 meq/100g. Esto se debe a que la textura arcillosa del suelo no permite un buen drenaje en la

CUADRO 22. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 1, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/2	10 YR 4/2	10 YR 4/2
	PARDO GRI- SACED OSC.	PARDO GRI- SACED OSC.	PARDO GRI- SACED OSC.
COLOR	10 YR 4/1	10 YR 4/2	10 YR 4/2
HUMEDO	GRISACED OSC.	PARDO GRI- SACED OSC.	PARDO GRI- SACED OSC.
D.A. (g/cc)	1.1	1.3	1.3
D.R. (g/cc)	2.3	2.3	2.3
POROSIDAD (%)	52.2	43.5	43.5
ARENA (%)	9.3	11.9	14.6
LIMO (%)	28.7	26.2	21.4
ARCILLA (%)	62.0	62.0	64.0
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	7.9	7.9	8.1
pH (KCl)	7.1	7.2	7.2
M.O. (%)	3.8	3.1	3.1
CALCIO (meq/100 g)	10.1	11.2	11.1
MAGNESIO (meq/100 g)	7.0	8.1	8.0
POTASIO (meq/100g)	1.2	2.2	2.4
NITROGENO TOTAL (%)	0.2	0.2	0.1
RELACION C/N	11	9	18
FOSFORO (ppm)	10.0	10.0	10.0
CARBONATOS (meq/100g)	3.8	3.4	3.0
BICARBONATOS (meq/100g)	0.7	1.4	2.0
C.I.C.T. (meq/100g)	72.4	72.4	65.6

CUADRO 23. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 2, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 5/3 PARDO OSC.	10 YR 6/2 PARDO GRISACEO
COLOR HUMEDO	10 YR 3/2 PARDO GRIS. MUY OSC.	10 YR 3/1 GRIS MUY OSC.	10 YR 3/2 PARDO GRIS. MUY OSC.
D.A. (g/cc)	1.3	1.3	1.2
D.R. (g/cc)	2.2	2.2	2.5
POROSIDAD (%)	40.9	40.9	52.0
ARENA (%)	15.2	19.2	21.1
LIMO (%)	22.8	22.8	22.9
ARCILLA (%)	62.0	58.0	56.0
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	7.9	7.9	7.9
pH (KCl)	7.0	7.0	7.0
M.O. (%)	1.7	0.8	0.3
CALCIO (meq/100 g)	11.6	9.2	8.8
MAGNESIO (meq/100 g)	3.0	3.0	2.0
POTASIO (meq/100g)	2.3	2.3	2.1
NITROGENO TOTAL (%)	0.09	0.04	0.02
RELACION C/N	11.0	11.6	8.7
FOSFORO (ppm)	10.0	11.0	11.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.4	0.6	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	6.0	7.6	7.6
C.I.C.T. (meq/100g)	72.4	75.2	79.2

CUADRO 24. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 3, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/2 PARDO GRISACEO	10 YR 5/1 GRIS GRISACEO
COLOR	10 YR 3/1 GRIS MUY OSC.	10 YR 3/1 GRIS MUY OSC.	10 YR 4/2 PARDO GRISACEO
HUMEDO			
D.A. (g/cc)	1.1	1.1	1.2
D.R. (g/cc)	2.1	2.1	2.2
POROSIDAD (%)	47.6	47.6	45.5
ARENA (%)	10.9	23.9	18.6
LIMO (%)	39.6	22.5	21.8
ARCILLA (%)	49.5	53.6	59.6
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	8.0	8.1	8.1
pH (KCl)	7.1	7.1	7.2
M.O. (%)	5.3	4.8	1.8
CALCIO (meq/100 g)	14.4	16.4	18.8
MAGNESIO (meq/100 g)	4.4	6.2	8.0
POTASIO (meq/100g)	3.4	2.7	2.7
NITROGENO TOTAL (%)	0.20	0.17	0.08
RELACION C/N	15.4	16.4	13.05
FOSFORO (ppm)	14.0	14.0	14.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.8	0.6	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	3.4	3.6	3.6
C.I.C.T. (meq/100g)	74.1	79.2	69.2

CUADRO 25. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 4, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.
COLOR	10 YR 2/1 NEGRO	10 YR 2/1 NEGRO	10 YR 2/1 NEGRO
HUMEDO			
D.A. (g/cc)	1.1	1.1	1.1
D.R. (g/cc)	2.1	2.2	2.0
POROSIDAD (%)	47.6	50.0	45.0
ARENA (%)	9.2	10.6	9.2
LIMO (%)	28.6	25.1	28.6
ARCILLA (%)	62.2	64.3	62.2
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H2O)	7.7	7.7	8.0
pH (KCl)	7.1	7.1	7.2
M.O. (%)	5.0	3.8	3.2
CALCIO (meq/100 g)	15.6	16.0	16.4
MAGNESIO (meq/100 g)	5.6	5.9	6.3
POTASIO (meq/100g)	3.4	2.9	2.6
NITROGENO TOTAL (%)	0.20	0.19	0.15
RELACION C/N	14.5	11.6	12.4
FOSFORO (ppm)	11.0	10.0	11.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.4	0.6	1.0
BICARBONATOS (meq/100g)	2.4	2.4	3.8
C.I.C.T. (meq/100g)	62.2	69.2	75.2

CUADRO 26. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 5, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 5/1 GRIS	10 YR 5/1 GRIS
COLOR	10 YR 3/1 GRIS MUY OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.
HUMEDO			
D.A. (g/cc)	1.1	1.1	1.1
D.R. (g/cc)	2.1	2.2	2.2
POROSIDAD (%)	47.6	50.0	50.0
ARENA (%)	9.9	4.6	1.8
LIMO (%)	18.6	21.9	22.6
ARCILLA (%)	71.5	73.5	75.6
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	8.0	8.2	8.2
pH (KCl)	7.1	7.1	7.1
M.O. (%)	5.5	4.0	3.6
CALCIO (meq/100 g)	23.2	23.6	24.4
MAGNESIO (meq/100 g)	13.0	13.4	13.8
POTASIO (meq/100g)	3.5	3.1	3.0
NITROGENO TOTAL (%)	0.23	0.19	0.18
RELACION C/N	13.9	12.2	11.6
FOSFORO (ppm)	10.0	10.0	10.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.6	1.0	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	3.0	3.0	2.6
C.I.C.T. (meq/100g)	112.0	106.0	94.0

CUADRO 27. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 6, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 5/1 GRIS	10 YR 5/1 GRIS	10 YR 5/1 GRIS
COLOR	10 YR 3/1 GRIS MUY OSC.	10 YR 3/1 GRIS MUY OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.
HUMEDO			
D.A. (g/cc)	1.2	1.2	1.2
D.R. (g/cc)	2.3	2.3	2.3
POROSIDAD (%)	47.8	47.8	47.8
ARENA (%)	3.3	11.3	11.3
LIMO (%)	26.6	22.6	22.6
ARCILLA (%)	70.1	66.1	66.1
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	8.0	8.0	8.0
pH (KCl)	7.1	7.1	7.1
M.O. (%)	3.6	2.4	2.4
CALCIO (meq/100 g)	20.0	28.4	27.6
MAGNESIO (meq/100 g)	12.0	14.0	13.0
POTASIO (meq/100g)	2.6	2.1	2.0
NITROGENO TOTAL (%)	0.18	0.12	0.11
RELACION C/N	11.6	11.6	12.7
FOSFORO (ppm)	11.0	11.0	11.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.4	0.4	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	3.8	3.8	4.2
C.I.C.T. (meq/100g)	95.0	110.0	109.0

CUADRO 28. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 7, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/3 PARDO MUY PALIDO
COLOR	10 YR 3/1 GRIS MUY OSC.	10 YR 4/2 PARDO GRI- SACED	10 YR 7/1 GRIS CLARO
HUMEDO			
D.A. (g/cc)	1.0	1.0	1.0
D.R. (g/cc)	2.2	2.2	2.2
POROSIDAD (%)	54.5	54.5	54.5
ARENA (%)	9.9	11.9	9.6
LIMO (%)	22.9	16.9	26.2
ARCILLA (%)	67.2	71.2	64.2
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	8.0	8.3	8.3
pH (KCl)	7.2	7.2	7.2
M.O. (%)	3.5	2.1	2.5
CALCIO (meq/100 g)	27.6	27.6	25.2
MAGNESIO (meq/100 g)	13.0	12.0	11.0
POTASIO (meq/100g)	2.7	2.2	2.2
NITROGENO TOTAL (%)	0.17	0.10	0.11
RELACION C/N	11.9	12.2	13.2
FOSFORO (ppm)	10.0	10.0	10.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.4	0.4	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	3.0	3.6	3.8
C.I.C.T. (meq/100g)	98.0	80.0	80.0

CUADRO 29. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 8, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 5/2 PARDO GRI- SACEO	10 YR 5/2 PARDO GRI- SACEO
COLOR HUMEDO	10 YR 2/1 NEGRO	10 YR 4/2 PARDO GRI- SACEO OSC.	10 YR 4/2 PARDO GRI- SACEO OSC.
D.A. (g/cc)	1.2	1.2	1.2
D.R. (g/cc)	2.2	2.2	2.2
POROSIDAD (%)	45.5	45.5	45.5
ARENA (%)	19.3	21.3	18.6
LIMO (%)	21.8	17.8	22.6
ARCILLA (%)	58.9	60.9	58.8
TEXTURA	ARCILLOSA	ARCILLOSA	ARCILLOSA
pH (H2O)	7.9	8.1	8.1
pH (KCl)	7.1	7.1	7.1
M.O. (%)	1.9	1.1	1.1
CALCIO (meq/100 g)	24.4	24.8	25.6
MAGNESIO (meq/100 g)	15.0	15.2	12.4
POTASIO (meq/100g)	3.0	2.9	2.4
NITROGENO TOTAL (%)	0.06	0.05	0.04
RELACION C/N	18.4	12.8	16.0
FOSFORO (ppm)	10.0	11.0	11.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.4	0.4	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	3.6	3.2	3.0
C.I.C.T. (meq/100g)	95.2	90.6	84.6

CUADRO 30. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 9, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 5/1 GRIS	10 YR 5/2 PARDO GRI- SACEO	10 YR 5/2 PARDO GRI- SACEO
COLOR HUMEDO	10 YR 4/2 PARDO GRI- SACEO OSC.	10 YR 3/2 P.GRISACEO MUY OSC.	10 YR 3/2 P.GRISACEO MUY OSC.
D.A. (g/cc)	1.2	1.2	1.2
D.R. (g/cc)	2.2	2.2	2.2
POROSIDAD (%)	45.5	45.5	45.5
ARENA (%)	19.3	23.3	23.0
LIMO (%)	22.6	18.6	17.0
ARCILLA (%)	58.1	58.1	60.0
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	7.7	7.7	8.0
pH (KCl)	7.1	7.1	7.2
M.O. (%)	4.3	3.2	2.1
CALCIO (meq/100 g)	23.6	21.6	21.0
MAGNESIO (meq/100 g)	13.0	14.0	14.2
POTASIO (meq/100g)	2.9	2.7	2.7
NITROGENO TOTAL (%)	0.20	0.16	0.14
RELACION C/N	12.5	11.6	8.7
FOSFORO (ppm)	14.0	14.0	14.0
CARBONATOS (meq/100g)	0.4	0.4	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	3.6	3.4	3.2
C.I.C.T. (meq/100g)	83.5	77.6	77.0

CUADRO 31. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DEL POZO 10, LOCALIZADO EN EL INSTITUTO TECNOLOGICO DE VALLES, S.L.P., A UNA ALTURA DE 86 msnm.

PROFUNDIDAD (cm)	0-20	20-40	40-60
SECO	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.	10 YR 4/1 GRIS OSC.
COLOR	10 YR 2/1 NEGRO	10 YR 2/1 NEGRO	10 YR 2/1 NEGRO
HUMEDO			
D.A. (g/cc)	1.2	1.2	1.2
D.R. (g/cc)	2.1	2.2	2.2
POROSIDAD (%)	42.9	45.5	45.5
ARENA (%)	8.7	6.0	5.0
LIMO (%)	31.3	33.3	34.0
ARCILLA (%)	60.0	60.7	61.0
TEXTURA	ARCILLA	ARCILLA	ARCILLA
pH (H <sub>2</sub> O)	7.9	8.0	8.0
pH (KCl)	7.1	7.2	7.2
M.O. (%)	5.0	4.8	3.0
CALCIO (meq/100 g)	29.2	27.2	27.0
MAGNESIO (meq/100 g)	10.0	12.4	13.0
POTASIO (meq/100g)	2.6	2.5	2.5
NITROGENO TOTAL (%)	0.22	0.16	0.15
RELACION C/N	13.2	17.4	11.6
FOSFORO (ppm)	11.0	11.0	11.0
CARBONATOS (meq/100g)	1.0	0.6	0.4
BICARBONATOS (meq/100g)	3.8	3.8	3.4
C.I.C.T. (meq/100g)	85.2	89.4	91.0

época de lluvias y los suelos permanecen saturados de agua durante períodos de más de 60 días al año, lo que favorece la transformación de los carbonatos provenientes de la descomposición de las rocas calizas en bicarbonatos.

Relación C/N. Está presenta valores promedio de 11.3, lo que nos indica que los procesos de descomposición de la materia orgánica son los adecuados para que esta se transforme en humus estable, lo que contribuye a mejorar la fertilidad física y química de estos suelos.

En cuanto a su capacidad de uso potencial, el Instituto Tecnológico de Valles, cuenta con suelos de segunda, tercera y cuarta clase (Mapa 8).

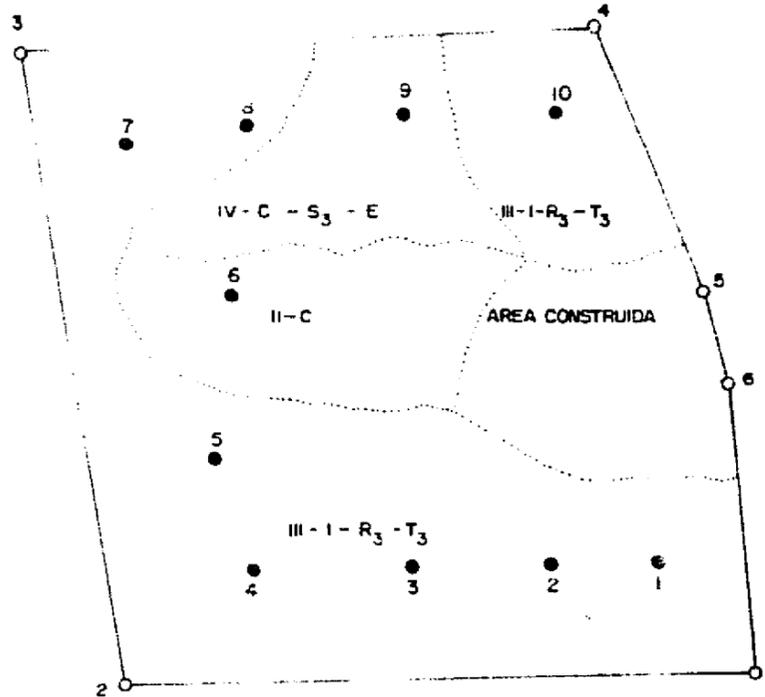
Los suelos de segunda clase son vertisoles planos, profundos, de reacción neutra, con buena fertilidad y contenido de materia orgánica; son los menos arcillosos y el único factor que limita su uso es el clima ya que son de temporal. Los suelos de tercera clase, además de ser de temporal, presentan como limitante una textura muy arcillosa que ocasiona un mal drenaje con inundaciones frecuentes en las épocas de lluvias. Los suelos de cuarta clase además de las limitantes mencionadas para los suelos de clase tres, están sujetos a procesos de erosión hídrica presentando profundidades menores a un metro con algunos afloramientos de material rocoso.

Aunque teóricamente estos vertisoles pueden permitir el desarrollo de cultivos agrícolas, los altos contenidos de arcilla, el mal drenaje y las frecuentes inundaciones que se presentan en las partes bajas provocan que los cultivos básicos den bajos rendimientos y en muchas ocasiones se pierdan principalmente por falta o exceso de humedad, a excepción de algunas áreas de vertisoles donde se cuenta con sistemas de riego, drenaje y terrenos nivelados, como en parte de los

# USO POTENCIAL DEL SUELO

## SIMBOLOGIA

- II SEGUNDA CLASE
- III TERCERA CLASE
- IV CUARTA CLASE
- I INUNDACION
- R<sub>3</sub> pH ALCALINO
- S<sub>3</sub> PROFUNDIDAD DEL SUELO
- T TEXTURA FINA
- C DEFICIENCIA DE HUMEDAD
- E RIESGO DE EROSION



II-C	SUP.	3-30-80	Hab.
III-I-R <sub>3</sub> -T <sub>3</sub>	"	10-13-83	"
IV-C-S <sub>3</sub> E	"	2-57-10	"
AREA CONST.	"	2-72-10	"

## CUADRO DE CONSTRUCCION

EST	P.V.	R. M. C.	D R. H.	COORD. ( X - Y )
1	2	N 89° 58' W	499.13	586.77 0.18
2	3	N 10° 06' W	800.00	87.64 0.00
3	4	N 88° 14' E	456.42	0.00 492.26
4	5	S 23° 33' E	207.64	456.21 500.27
5	6	S 09° 31' E	74.05	539.19 315.95
6	1	S 08° 16' E	245.44	555.44 242.90

SUP. TOTAL 25-00-00 HAS.

● POZOS MUESTREADOS

MAPA No 8 ESC. 1:5,000

municipios de Ebanó y Tamuín, donde se cultiva con éxito maíz, frijol, soya, sorgo, cártamo y hortalizas como chile, tomate y otros.

En la práctica la mayor parte de estos vertisoles en la región en condiciones de temporal, se dedican al cultivo de pastos tropicales, caña de azúcar y cítricos en ese orden de importancia, por ser cultivos perennes o semiperennes que toleran condiciones extremas de sequía o inundación ocasional y suelos pesados.

Estas características físicas del suelo hacen que su laboreo sea difícil, ya que cuando están secos se tornan muy duros incluso para la maquinaria y, cuando están muy húmedos son pegajosos y no puede realizarse con facilidad ninguna práctica agrícola. Esto limita mucho el desarrollo de cultivos básicos en condiciones de temporal, ya que hay que estar muy pendiente del contenido de humedad del suelo, de tal manera que no esté ni muy húmedo ni muy seco (aproximadamente a 50% de su capacidad de campo) para poder prepararlo para la siembra. Como consecuencia de esto, los periodos dentro de los cuales se puede preparar el suelo son muy reducidos; siendo que a veces no se puede preparar toda la superficie disponible o que en otras ocasiones cuando se termina la labor, las fechas de siembra no son las más adecuadas. Por otro lado, el mal drenaje que presentan estos suelos muchas veces ocasionan que permanezcan inundados, provocando condiciones de marchitez permanente o favoreciendo la presencia de enfermedades fungosas y plagas.

Las prácticas de conservación y mejoramiento que se recomiendan para eliminar estas limitaciones, que incluyen la nivelación de tierras, el establecimiento de sistemas de drenaje y el uso de mejoradores del suelo, sin embargo resultan muy costosas para los productores por los bajos precios que

alcanzan los productos básicos como granos y hortalizas, por lo que mientras no exista un mercado que garantice buenos dividendos por estos productos, la mayoría de los productores seguirán dedicando sus suelos a cultivos como las gramíneas para forraje o para azúcar, que no requieren tantos insumos como los cultivos básicos.

Las praderas cultivadas permiten utilizar áreas de vertisoles que difícilmente podrían dedicarse a otra actividad agrícola, además de que protegen al suelo de la erosión, principalmente la hídrica contribuyendo al mejoramiento del suelo por la materia orgánica que proporcionan año tras año.

Según la Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí (INEGI, 1985), los vertisoles crómicos y pélicos están presentes en el 79% de la Subprovincia fisiográfica de las Llanuras y Lomeríos del estado, que corresponde a la Llanura Costera del Golfo Norte; que es la parte de la Huasteca Potosina donde se concentra la mayor parte de la ganadería a base de praderas cultivadas.

## 6.2. EVALUACION DEL RENDIMIENTO, VALOR NUTRITIVO Y ACLIMATACION DE DIFERENTES ESPECIES DE PASTOS TROPICALES

Los resultados de la evaluación del rendimiento y valor nutritivo de los 10 pastos estudiados se pueden ver en los Cuadros del 32 al 39 y en las Gráficas 7 a la 9.

Peso seco y fresco. Tanto para las evaluaciones individuales (cortes), como para la evaluación total (promedio de tres cortes), los análisis de varianza muestran que hubo respuesta significativa al 1% entre las diferentes especies, para los parámetros de rendimiento en peso fresco y seco.

De todas las especies estudiadas el pasto Taiwan fue el más sobresaliente, tanto en los cortes individuales como en el promedio total, con un rendimiento de 229.03, 30.95 y 119.90 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y un total de 379.88 t.ha<sup>-1</sup> de peso fresco, con diferencias mínimas significativas al 1% de 29.8, 6.4 y 14.8% para los cortes y de 71.1% para el total. Su rendimiento en peso seco fue de 64.21, 5.81 y 39.19 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y de 109.18 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, con diferencias mínimas significativas al 1% de 11.29, 1.93 y 6.71% para los cortes y de 20.85% para el total.

Estos resultados son superiores a los obtenidos por Gerardo y Oliva (1982), sobre un suelo latosólico con una precipitación anual mayor a 2000 mm, quienes obtuvieron 24 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y a los reportados por Valles de la Mora (1989), en el Municipio de Tlapacoyan, Veracruz, sobre suelos ácidos en clima cálido húmedo, quienes obtuvieron 24 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Machado (1979), reporta producciones de 35 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>; Pinzón y González (1978), obtuvo 24 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>; González (1979), encuentra

48.1 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y Ferraris (1975), reporta rendimientos de 79 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Estos resultados menores a los obtenidos en este trabajo, se deben probablemente a que la mayoría de los suelos donde fue probado este pasto, son suelos ácidos de baja fertilidad y debido a las variaciones climáticas de cada región.

El pasto Guinea aunque no sobresalió estadísticamente en la evaluación total, en el primer y tercer corte, fue después del Taiwan el que produjo mayores rendimientos en peso fresco con 50.50 y 41.53 t.ha<sup>-1</sup> y en peso seco con 26.76 y 15.64 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente (Cuadros 32 y 36). En la segunda evaluación su rendimiento bajo mucho, produciendo 6.23 t.ha<sup>-1</sup> en peso fresco y 2.17 t.ha<sup>-1</sup> de peso seco (Cuadro 34), debido a que su recuperación fue muy lenta después de sufrir los efectos de una helada en el mes de diciembre (Gráfica 10), siguiendo a ésta los meses secos del año, su rendimiento total anual fue de 44.57 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Gerardo y Oliva (1982) reportan rendimientos de 28 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> sin fertilizar y de 48 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> al aplicar 300 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. En otro estudio sobre suelos calcáreos y con precipitaciones de 1200 mm anuales, Gerardo y Thompson (1985), obtuvieron rendimientos de 19.5 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y Crespo (1986), obtuvo producciones de 32.1 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en un suelo ferralítico rojo. Estos mismos autores reportan un mayor rendimiento en la época de lluvias de verano y un descenso muy notable en la época de sequía.

En la evaluación correspondiente a la época de sequía el pasto Pangola fue el que tuvo un mayor rendimiento después del Taiwan (Cuadros 34 y 35), con rendimientos de 7.92 y 3.70 t.ha<sup>-1</sup> para peso fresco y seco respectivamente. Gerardo y Oliva (1982), reportan para el pasto Pangola rendimientos en época de

sequía de 2.92 a 4.31 t.m.s.ha<sup>-1</sup>, mientras que Crespo (1985), reporta rendimientos de 0.85 t.m.s.ha<sup>-1</sup> y Gerardo y Thompson (1985), reportan rendimientos de 0.81 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.

Los coeficientes de variación en la evaluación total, de 127% para peso fresco y 100% para peso seco, son muy elevados, debido a que existieron diferencias muy grandes entre el rendimiento de la evaluación de la época seca (2o corte) y el rendimiento de las evaluaciones en las épocas de lluvia (1er y 3er corte); aunado a esto, también se presentó una marcada diferencia en la producción de biomasa entre los pastos de porte alto y amacollado como el Taiwan y el Guinea y el resto de los pastos que son de porte bajo a medio y estoloníferos. Esto se refleja en los coeficientes de variación por corte siendo de 33, 37 y 24% para el rendimiento en peso fresco y de 33, 32 y 29% para el rendimiento en peso seco de cada una de las evaluaciones respectivamente (Cuadros 33, 35, 37 y 39). Estas diferencias en rendimiento entre los pastos de crecimiento erecto y los rastreros obedecen al tipo de pastos, ya que los primeros presentan mayor altura y peso que los segundos, como ha sido observado también por Valles de la Mora (1989).

Para analizar el comportamiento de las especies de pastos de porte bajo a medio y estoloníferas, que presentaron menores producciones, se analizaron estadísticamente los rendimientos en peso seco separándolos de las especies de porte alto y amacollado, encontrándose respuestas significativas al 5% en el primero y segundo corte y al 1% en el tercero con coeficientes de variación de 23, 29 y 22% respectivamente. En la evaluación total no hubo diferencias significativas entre los pastos sino únicamente entre cortes; lo que refleja las diferencias en rendimiento que se presentaron entre las evaluaciones en las épocas de lluvia y en la época de sequía (Cuadro 40, Gráficas 7 y 8)). Las respuestas desiguales en producción por hectárea, época del año y por especie de pasto, corroboran lo planteado

por Rivera et al (1961), y Gerardo y Oliva (1979), al considerar que en el cultivo de los pastos no es posible mantener un medio ambiente constante para la producción y los rendimientos varían entre las diferentes épocas.

De los pastos de porte bajo a medio, el Buffel y el Hawaiiano fueron los que tuvieron mejores rendimientos a lo largo del año, con diferencias mínimas significativas de 2.1% al 5% en peso seco y con 18.44 y 17.24 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. El Estrella Mejorada, Estrella Común, Pará y Pangola se comportaron estadísticamente igual con rendimientos de 12.79 a 14.61 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, seguidos por el Bermuda Cruza I con 11.9 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y el Bermuda Alicia 9.70 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> (Cuadros 39 y 40).

Sosa y Martínez (1982), reportan al pasto Buffel con una producción anual de 9.35 t.m.s.ha<sup>-1</sup>, coincidiendo los mayores rendimientos con la época más lluviosa del año, en un clima cálido subhúmedo, con lluvias en verano, sobre suelos arcillosos y medianamente alcalinos en el Estado de Morelos. Similares observaciones son reportadas por Mendoza (1974). Cáceres y García (1982), reportan para el Buffel, rendimientos de materia seca de 19.80 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> e indican que los mayores contenidos de proteína (9.8%) se encontraron durante la época seca y los menores contenidos de proteína fueron los de la época de lluvias (7.5%), coincidiendo con lo reportado por Olivo et al (1979), quienes además encontraron poca variación estacional en el rendimiento de materia seca. Gerardo y Thompson (1985), reportan para Bermuda Cruza I, rendimientos de 11.55 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, de 8.11 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para Estrella Mejorada y de 6.8 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para Estrella Común. Serrano y Vázquez (1980), reportan rendimientos de 6.1 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para Bermuda Cruza I, y Gerardo y Oliva (1982), obtuvieron rendimientos de 14.14 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para Bermuda Cruza I y de 12.9 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para Bermuda Alicia. Valles de la Mora (1989), reporta producciones de 1.18 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para

Estrella Mejorada y de 1.19 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para el pasto Pará.

Al analizar el comportamiento por evaluación se observa que en el primer corte, en la época de lluvias, el Hawaiano fue el mejor en rendimiento en peso seco, produciendo 9.63 t.m.s.ha<sup>-1</sup> con una diferencia mínima significativa al 1% de 3.8%, seguido por el Buffel, Pará, Estrella Mejorada y Estrella Común que se comportaron estadísticamente igual, con rendimientos de 5.91 a 8.03 t.m.s.ha<sup>-1</sup>, por último Pangola, Bermuda Cruza I y Bermuda Alicia obtuvieron rendimientos de 4.6 a 5.2 t.m.s.ha<sup>-1</sup> (Cuadros 32 y 40).

En la época seca (2o corte) el Pangola y Buffel fueron los que tuvieron mejor comportamiento con una diferencia mínima significativa al 1% de 1.58%, produciendo 3.7 y 2.8 t.m.s.ha<sup>-1</sup> respectivamente, seguidos del Bermuda, Estrella Mejorada y Estrella Común con rendimientos de 2.14 a 2.40 t.m.s.ha<sup>-1</sup>; Bermuda Alicia y Pará produjeron 1.55 t.m.s.ha<sup>-1</sup> y por último el menor rendimiento lo produjo el Hawaiano con 1.2 t.m.s.ha<sup>-1</sup> siendo el menos resistente a la sequía, resintiéndose mucho la falta de humedad.

En la tercera evaluación los rendimientos fueron menores que en la primera y mayores que en la segunda; el Buffel y el Hawaiano fueron los de mayor rendimiento, produciendo 7.61 y 6.49 t.m.s.ha<sup>-1</sup> con una diferencia mínima significativa al 1% de 2.93%. El Estrella Mejorada, Pará y Estrella Común, tuvieron un rendimiento estadísticamente igual con una producción de 5.16 a 6.08 t.m.s.ha<sup>-1</sup>; el Bermuda Cruza I, Pangola y Bermuda Alicia, fueron los de menor rendimiento en esta evaluación, con 3.57 a 3.95 t.m.s.ha<sup>-1</sup> (Cuadros 36 y 40).

Proteína. Al analizar estadísticamente el contenido de proteína de los pastos (Cuadro 33), se encontró respuesta

significativa al 1% en los cortes: resultando que en el primer corte, los pastos que tuvieron el mayor contenido fueron el Taiwan y el Bermuda Cruza I con 5.90 y 5.75% respectivamente. En el segundo corte (Cuadro 35), el pasto Bermuda Alicia sobresalió con 13.51%, seguido por el Taiwan (8.5%), Pará (8.33%) y Guinea (8.31%). En el tercer corte (Cuadro 37), el Estrella Común (5.51%) sobresalió, seguido por el Taiwan (5.08%) Buffel (4.92%) y Guinea (4.81%).

En el promedio de las evaluaciones (Cuadro 39), no hubo diferencias significativas en el contenido de proteína de los pastos, habiendo solo diferencias entre el contenido de proteína en las diferentes épocas de evaluación.

Al analizar estadísticamente los pastos de porte bajo y estolonífero (Cuadro 41), observamos que en el primer corte existe respuesta significativa al 10% entre las 8 especies de pastos; con diferencias mínimas significativas al 1% de 1.73%, resultando el pasto Bermuda Cruza I (5.76%) el mejor.

En el segundo corte perteneciente a la época de sequía hubo respuesta significativa al 1% entre las especies de pastos, con diferencias mínimas significativas al 1% de 1.61, resultando el pasto Bermuda Alicia el mejor (13.51%), seguido del pasto Pará (8.33%).

En el tercer corte, debido a las condiciones de humedad que prevalecieron en este corte, encontramos respuesta significativa al 1% entre Bloques y entre las distintas especies de pastos, resultando el mejor pasto el Estrella Común (5.51%), seguido del Buffel (4.92%), Estrella Mejorada (4.61%) y Bermuda Alicia (3.87%).

En la evaluación total, los 8 pastos se comportaron estadísticamente iguales, con diferencias mínimas significativas al 1% de 4.38% y respuesta entre bloques al 1%.

Como se puede observar en la Gráfica 9, los contenidos mayores de proteína se obtuvieron en la época de sequía para todos los pastos, excepto el pasto Bermuda Cruza I que alcanzó sus más altos contenidos en la época de lluvia. Los contenidos de proteína para la época seca se encontraron en rangos que van de 5.2 a 13.51%, mientras que en las épocas lluviosas los valores más altos fueron de 5.9 y 5.5% para el primer y tercer corte y los más bajos de 3.1 y 2.29% respectivamente. La mayoría de los trabajos sobre pastos tropicales reportan mayores valores de proteína en la época de lluvia y menores valores en la época de sequía. Sin embargo, Cáceres y García (1982), reportan contenidos de proteína en pasto Buffel de 9.8% en época de sequía y de 7.5% en época de lluvia, similares resultados reportan Oliva *et al* (1979), en pasto Pangola y Mendoza (1974), en pasto Buffel. Por otro lado, Butterworth *et al* (1971), encuentra mayores contenidos de proteína (11.1%) en época de lluvia y sólo 6.8% en época de sequía en pasto Pangola; Chicco (1962), en Venezuela reporta algo similar y en Cuba Almanza y Márquez (1978), encontraron valores de 13.5% en época de lluvia y de 7.5% en sequía.

Los autores citados anteriormente coinciden al afirmar que los pastos tropicales conforme aumentan su edad y van madurando disminuyen su calidad nutritiva, notándose principalmente que se eleva el contenido de fibra y cenizas y descende el contenido de proteína.

Es muy probable, que en el presente estudio los mayores valores de proteína encontrados en la época de sequía, se deban a que al no presentarse las condiciones favorables para la

maduración de los pastos, estos mantuvieron niveles altos de proteína, mientras que en la época de lluvias, su maduración fue más rápida reflejándose en los menores valores de proteína.

Los mayores rendimientos de proteína en  $\text{kg.ha}^{-1}$  para el primer corte fue la del pasto Taiwan con  $378.84 \text{ kg.ha}^{-1}$ , seguido de los pastos Guinea ( $82.96 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), Buffel ( $37.74 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) y Hawaiiano ( $35.92 \text{ kg.ha}^{-1}$ ). En el segundo corte el pasto Taiwan obtuvo  $49.44 \text{ kg.ha}^{-1}$ , seguido del Pangola ( $20.91 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) y el Bermuda Alicia ( $20.40 \text{ kg.ha}^{-1}$ ); en la tercera evaluación, sobresalió el pasto Taiwan con  $199.09 \text{ kg.ha}^{-1}$ , seguido del Guinea ( $75.23 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) y Buffel ( $37.44 \text{ kg.ha}^{-1}$ ). En general los rendimientos de proteína en todo el año coinciden con los rendimientos en peso seco, dando como resultado que los pastos que obtuvieron mayor rendimiento en peso seco, también lo produjeron en el rendimiento de proteína.

Cenizas. El análisis de varianza para los contenidos de cenizas en las diferentes especies de pastos (Cuadros 33, 35, 37 y 39) indica que solo hubo respuestas significativas al 1% en el segundo y tercer corte entre los diferentes pastos estudiados y significativa al 10% entre bloques en el segundo corte; la diferencia mínima significativa al 5% en el primer corte fue de 2.53% y el mejor pasto el Taiwan con 9.80%; en el segundo corte la diferencia mínima significativa al 1% fue de 4.3%, siendo los pastos Taiwan (12.99%), Pará (10.46%) y Estrella Mejorada (10.08%) los mejores; en el tercer corte los mejores pastos en este caso fueron el Taiwan (13.82%) y Guinea (13.62%) con una diferencia mínima significativa al 1% de 3.97%.

En la evaluación total el análisis estadístico nos muestra respuestas significativas entre los pastos estudiados del 10% y entre las diferentes épocas de lluvia y sequía del 1%, el pasto Taiwan fue el que obtuvo los mayores contenidos con 12.20%,

seguido de los pastos Guinea (9.87%), Buffel (9.28%), Estrella Común (9.26%) y Estrella mejorada (8.61%), con diferencias mínimas significativas al 1% de 3.74%.

Extracto etéreo. Los contenidos más altos se encontraron en el tercer corte con porcentajes de 3.32 a 13.02, destacándose el pasto Estrella Mejorada. En la época de sequía (2o corte), los contenidos variaron de 3.58 a 7.46%, porcentajes obtenidos para los pastos Bermuda Cruza I y Hawaiano respectivamente. Los valores para el primer corte se encontraron entre 1.58 a 5.51%, en este caso el pasto Taiwan fue el que obtuvo menores rendimientos y el Pangola el más alto.

El análisis de varianza (Cuadros 33, 35, 37 y 39) muestra que hubo respuesta significativa al 1% entre las diferentes especies de pastos en época de lluvia (1er y 3er corte), no así en la época de sequía y entre bloques. La diferencia mínima significativa al 1% en el primer corte fue de 1.57% destacándose los pastos Pangola, Buffel y Hawaiano. En el segundo corte la diferencia mínima significativa al 5% fue de 1.91%, los mejores pastos fueron el Taiwan y Guinea. En el tercer corte la diferencia mínima significativa al 1% fue de 4.85%, en este caso los pastos Estrella Mejorada y Bermuda Cruza I, fueron los mejores.

El principal comportamiento notado en cuanto al rendimiento de los pastos, es que hay una marcada estacionalidad en la producción; obteniéndose en general para todos los pastos estudiados mayores rendimientos en el verano entre los meses de junio y octubre, que es cuando se presentan aproximadamente el 70% de la precipitación anual y hay temperaturas promedio superiores a 25 °C, lo cual coincide con los resultados presentados por otros investigadores en zonas tropicales al evidenciar una mayor producción en el período de mayor

precipitación (Harlan, 1958; Conway, 1970; Pérez Infante, 1979; Delgado Y Alfonso, 1974 Y Arteaga, 1978).

Así mismo, los menores rendimientos se obtienen durante la época de sequía entre los meses de marzo y junio. El rendimiento en la época de invierno entre los meses de noviembre y febrero, no fue evaluado, debido a que en diciembre (Gráfica 10) se presentó una helada que aunque afectó todo el follaje de los pastos no tuvo ningún efecto sobre las raíces que permitieron a los pastos recuperarse normalmente después de eliminar el forraje helado. En otros estudios se ha observado que en el invierno el rendimiento de los pastos es menor que en la época de lluvias y mayor que en la época de sequía. Según Cooper (1970), la baja temperatura suele ser el factor que con mayor frecuencia limita la fotosíntesis y el crecimiento de los pastos en las épocas invernales en las zonas tropicales. Bryan y Sharpe (1965), encontraron bajas producciones, en diferentes pastos, cuando la temperatura mínima fue inferior a 11 °C, encontrando también una reducción marcada en el rendimiento cuando la temperatura máxima se redujo a 23.8 °C. Chandler et al (1974), consideraron que las combinaciones de días cortos y temperaturas bajas, constituyen la causa principal de los menores rendimientos de los pastos en Puerto Rico, mientras que Ladeira (1966) en Brasil, y Fitzpatrick y Nix en (1970) en Australia consideraron que las bajas temperaturas afectan la síntesis de clorofila en los pastos.

Por otro lado, se observa que cuando los rendimientos son altos en la época lluviosa, los porcentajes de proteína son más bajos que en la época de sequía, donde los rendimientos son menores pero los porcentajes de proteína son un poco más elevados, lo cual coincide con reportes de algunos investigadores (Mendoza en 1974, Cáceres y García en 1982 y Oliva et al en 1979).

Laredo (1981), afirma que la calidad de los forrajes se ve afectada por la disponibilidad de agua, permitiendo la movilización de los nutrientes del suelo hacia las partes aéreas de la planta en época de lluvia, y provocando la traslocación de los nutrientes hacia las raíces en la época seca.

Analizando los resultados obtenidos en este experimento y en otros realizados en condiciones similares, se puede inferir que los pastos tropicales varían en cuanto al tiempo de recuperación después del corte o pastoreo a lo largo del año. Cuando se presentan condiciones favorables de humedad y de temperatura, como en el verano, los pastos alcanzan su madurez y máximo desarrollo en un periodo de 60 días; en condiciones de suficiente humedad y temperaturas templadas como las que ocurren en la época de invierno, el periodo de recuperación puede ser hasta de 90 días para la mayoría de los pastos estudiados. En las épocas de sequía puede retrasarse mucho el crecimiento de los pastos, alcanzando estos periodos de recuperación hasta de 120-150 días. De tal manera que durante un año se pueden practicar de 3 a 5 cortes o pastoreos dependiendo de las condiciones climáticas que se presentan durante el año, las cuales pueden variar considerablemente de un año a otro.

El pasto Taiwan es un pasto apropiado para corte; aunque puede ser pastoreado no es recomendable hacerlo ya que se desperdicia mucho. Para obtener altos rendimientos en praderas con este pasto es necesario que se desarrolle en suelos profundos, fértiles y con drenaje bueno o regular. Por sus altos rendimientos y por ser un pasto de corte, representa una alternativa muy buena para conservarlo para las épocas de sequía, bien sea henificado, ensilado, o como forraje en pie. Lo más recomendable es que en todo sistema de producción

pecuaria se destine una cierta proporción de las mejores tierras que se dispongan para la siembra de este pasto, dedicando las tierras de menor calidad al cultivo de otras especies de pastos estoloníferos propios para pastoreo, con mayor rusticidad y menores exigencias en cuanto al suelo. Teóricamente, con los rendimientos obtenidos se puede tener un coeficiente de agostadero de 0.056 ha/UA, es decir, puede mantener 17 bovinos de 500 kg.ha<sup>-1</sup>, considerando que una unidad animal es un bovino de 500 kg que consume el 3.5% de su peso vivo de materia seca por día (Flores, 1985).

Después del Taiwan, el pasto Guinea (*Panicum maximum*) también puede ser considerado como pasto para corte y como pasto de pastoreo, aunque en pastoreo se desperdicia mucho y durante la época de sequía su recuperación es muy lenta llegando en ocasiones hasta 180 días. Por ser un pasto amacollado y tener largos periodos de recuperación puede verse afectado por el desarrollo de malas hierbas. Sin embargo, puede crecer bien en zonas de suelos delgados de baja fertilidad y en zonas de pendiente pronunciada. Esta gramínea como zacate de corte puede soportar casi 7 animales por hectárea al año con un coeficiente de agostadero de 0.14 ha/UA.

El zacate Buffel (*Pennisetum ciliaris*) obtuvo el tercer lugar en producción de m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. De los pastos estudiados fue uno de los que presentó menor variación estacional en su rendimiento y mostró mayor resistencia a la sequía que los demás. Sin embargo, en años con buenas precipitaciones anuales y sequías cortas su rendimiento es superado por la mayoría de los pastos estudiados, por lo que no ha sido adoptado por los productores de la región, pero puede ser una buena alternativa forrajera para las áreas más secas de la Huasteca.

En cuarto lugar en rendimiento lo obtuvo el pasto Hawaiano (*D. pentzii* X *D. melangiana*). Al comparar éste pasto con el

Pangola (*D. decumbens*) resulta más recomendable utilizar el pasto Hawaiano como forraje para pastoreo ya que, además de dar mayores rendimientos que el Pangola, tiene una gran palatabilidad para el ganado y es resistente al ataque de la mosca pinta o salivazo (*Aenolamia prosapia*) a la cual el Pangola es muy susceptible, debido a lo que actualmente se ha restringido su cultivo en la región. En cuanto a su manejo debe tenerse cuidado de no sobrepastorearlo y mantenerlo libre de malezas ya que es poco agresivo en su crecimiento de estolones y fácilmente puede ser eliminado por otras especies de pastos o de malas hierbas. Puede mantener casi 3 animales por hectárea al año con un coeficiente de agostadero de 0.33 ha/UA.

Los pastos del género *Cynodon* como el Bermuda (*C. dactylon* var. *cruza 1* y *C. dactylon* var. *Alicia*) y el Estrella Africana (*C. plectostachyus* var. *común* y *mejorado*) se comportaron en forma similar estadísticamente. Aunque comparados con los otros pastos sus rendimientos pueden considerarse bajos, por su gran rusticidad y adaptación a una gran variedad de condiciones ambientales resultan ideales para pastoreo. Sus periodos de recuperación son los menores de todos los pastos estudiados, su crecimiento estolonífero es muy agresivo, de tal manera, que una vez establecidos es difícil implantar otra especie de pasto. Soportan condiciones de extrema sequía y pueden permanecer inundados largos periodos de tiempo, son muy resistentes al pastoreo y pueden crecer en suelos pobres y delgados. El Bermuda resulta menos fibroso, por lo que actualmente es el que ocupa una mayor superficie de las praderas cultivadas en la región. Estos pastos pueden soportar 2 animales por hectárea al año con un coeficiente de agostadero de 0.5 ha/UA.

El rendimiento del zacate Pará (*Brachiaria mutica*) fue muy similar a los rendimientos obtenidos por los pastos del género *Cynodon* con la diferencia de que el pasto Pará es extremadamente resistente a las inundaciones, por lo que es

recomendable para los terrenos bajos que permanecen inundados por periodos hasta de 60 dias que dificilmente pueden tener otra utilización, siendo además muy palatable para el ganado. Este zacate puede mantener 2.7 animales por hectárea al año con un coeficiente de agostadero de 0.37 ha/UA.

CUADRO 32. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DE 10 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES. PRIMER CORTE, BI

ESPECIE	PESO FRESCO	PESO SECO	MATERIA SECA	UMEDAD	CENIZAS	PROTEINA	RENDIMIENTO	EXTRACTO
	t/ha <sup>1</sup>	t/ha <sup>1</sup>	%	%	%	%	kg/ha <sup>1</sup>	%
ITAIWAN	215.50	53.87	25.00	75.00	9.15	7.00	377.09	1.27
IGUINEA	44.20	24.31	55.00	45.00	6.65	2.80	68.07	3.96
IBUFFEL	17.59	8.97	50.99	49.01	11.46	4.00	35.88	4.84
IHAMATANO	14.96	8.08	54.01	45.99	6.47	3.70	29.90	3.24
IPARA	16.95	7.29	43.01	56.99	6.61	4.80	34.99	2.49
IESTRELLA MEJORADA	13.68	7.25	53.00	47.00	6.74	4.70	34.08	3.76
IESTRELLA COMUN	13.35	6.41	48.01	51.99	7.00	4.90	31.41	4.22
IBERMUDA CRUZA I	12.81	6.02	46.99	53.01	6.87	5.80	34.92	3.33
IPANGOLA	11.28	5.98	53.01	46.99	8.58	3.50	20.93	4.35
IBERMUDA ALICIA	8.19	4.34	52.99	47.01	6.65	3.20	13.89	2.91

CUADRO 33. ANALISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES  
DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES BLOQUES  
PRIMER CORTE

PESO FRESCO	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	125,930.80	13,992.31	186.78**	
BLOQUES	2	447.69	223.84	1.39	
ERROR	18	2,902.25	161.24		
TOTAL	29	129,280.73			

C.V. = 33.60%      \*\*= Significativo al 1%  
DMS= 21.78% AL 0.05%      DMS= 29.84% AL 0.01%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y GUINEA

PESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	9,445.73	1,049.53	45.44**	
BLOQUES	2	42.82	21.41	0.92	
ERROR	18	415.74	23.10		
TOTAL	29	9,904.28			

C.V. = 33.55%  
DMS= 8.24% AL 0.05%      DMS= 11.29% AL 0.01%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y GUINEA

PROTEINA	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	21.26	2.36	4.11**	
BLOQUES	2	0.96	0.48	0.83	
ERROR	18	10.34	0.57		
TOTAL	29	32.56			

C.V. = 16.37%  
DMS= 1.3% AL 0.05%      DMS= 1.78% AL 0.01%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y BERMUDA CRUZA 1

CENIZAS	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	28.07	3.12	1.43	
BLOQUES	2	0.09	0.04	0.83	
ERROR	18	39.10	2.17		
TOTAL	29	67.26			

C.V. = 19.16%  
DMS= 2.53% AL 0.05%  
MEJOR TRATAMIENTO EL PASTO TAIWAN

EXTRACTO ETHERO	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	42.98	4.78	10.70**	
BLOQUES	2	0.18	0.09	0.83	
ERROR	18	8.03	0.45		
TOTAL	29	51.19			

C.V. = 18.94%  
DMS= 1.15% AL 0.05%      DMS= 1.57% AL 0.01%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS PANGOLA, DUFFEL Y HAWAIIANO

CUADRO 34. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DE 10  
 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES SEGUNDO CORTE, PROMEDIO  
 DE TRES BLOQUES

ESPECIE	PESO FRESCO	PESO SECO	MATERIA SECA	HUMEDAD	CENIZAS	PROTEINA	RENDIMIENTO	EXTRACTO
	t/ha <sup>-1</sup>	t/ha <sup>-1</sup>	%	%	%	%	kg/ha <sup>-1</sup>	%
TAIWAN	30.95	5.81	18.77	81.23	12.99	8.51	49.44	5.60
PANGOLA	7.92	3.70	46.72	53.28	5.70	5.65	20.91	4.48
BUFFEL	6.18	2.80	45.31	54.69	7.56	5.41	15.15	4.83
BERMUDA CRUZA I	4.38	2.40	54.79	45.21	6.90	5.20	12.48	3.58
ESTRELLA MEJORADA	5.25	2.36	44.95	55.05	10.08	6.25	14.75	4.80
GUINEA	6.23	2.17	34.83	65.17	8.30	8.31	18.03	5.54
ESTRELLA COMUN	4.59	2.14	46.62	53.38	8.43	6.25	13.38	6.27
PARA	4.60	1.58	34.35	65.65	10.46	8.33	13.16	4.09
BERMUDA ALICIA	2.41	1.51	62.66	37.34	7.52	13.51	20.40	4.26
HAWAIIANO	3.34	1.12	33.53	66.47	7.00	6.45	7.22	7.46

CUADRO 35. ANALISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES  
DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES BLOQUES  
SEGUNDO CORTE

¡PESO FRESCO	¡ FV	¡ GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	1,615.21	179.47	23.89**
¡BLOQUES	¡ 2	¡	27.33	13.67	1.82
¡ERROR	¡ 18	¡	135.23	7.51	
¡TOTAL	¡ 29	¡	1,777.78		

C.V. = 37.11% \*\*= Significativo al 1% \*= Significativo al 5%  
DMS= 4.70% AL 0.05% DMS= 6.44% AL 0.01%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y PANGOLA

¡PESO SECO	¡ FV	¡ GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	49.30	5.48	18.15**
¡BLOQUES	¡ 2	¡	1.61	0.80	1.20
¡ERROR	¡ 18	¡	12.10	0.67	
¡TOTAL	¡ 29	¡	63.00		

C.V. = 32.0%  
DMS= 1.41% AL 0.05% DMS= 1.93% AL 0.01%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y PANGOLA

¡PROTEINA	¡ FV	¡ GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	172.82	19.20	40.76**
¡BLOQUES	¡ 2	¡	0.20	0.10	0.21
¡ERROR	¡ 18	¡	8.48	0.47	
¡TOTAL	¡ 29	¡	181.50		

C.V. = 9.28%  
DMS= 1.18% AL 0.05% DMS= 1.61% AL 0.01%  
MEJOR TRATAMIENTO BERMUDA ALICIA, SEGUIDO DEL TAIWAN, PARA Y GUINEA

¡CENIZAS	¡ FV	¡ GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	123.29	13.70	14.09**
¡BLOQUES	¡ 2	¡	17.98	8.99	12.68*
¡ERROR	¡ 18	¡	60.21	3.34	
¡TOTAL	¡ 29	¡	201.48		

C.V. = 21.53% \*= SIGNIFICATIVO AL 10%  
DMS= 3.14% AL 0.05% DMS= 4.3% AL 0.01%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN PARA Y ESTRELLA MEJORADA

¡EXTRACTO ETHEREO	¡ FV	¡ GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	14.55	1.62	1.30
¡BLOQUES	¡ 2	¡	0.01	0.00	0.83
¡ERROR	¡ 18	¡	22.39	1.24	
¡TOTAL	¡ 29	¡	36.94		

C.V. = 23.37%  
DMS= 1.91% AL 0.05%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y GUINEA

CUADRO 36. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DE 10 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES TERCER CORTE, PROMEDIO DE TRES BLOQUES

ESPECIE	PESO FRESCO	PESO SECO	MATERIA SECA	HUMEDAD	CENIZAS	PROTEINA	RENDIMIENTO	EXTRACTO
	t/ha <sup>-1</sup>	t/ha <sup>-1</sup>	%	%	%	%	kg/ha <sup>-1</sup>	%
TAIWAN	119.90	39.19	32.69	67.31	13.82	5.08	199.09	4.09
GUINEA	41.53	15.64	37.66	62.34	13.62	4.81	75.23	5.60
DUFFEL	16.26	7.61	46.80	53.20	11.62	4.92	37.44	6.68
HAWAIIANO	13.60	6.49	47.72	52.28	9.17	2.41	15.64	7.89
ESTRELLA MEJORADA	15.08	6.08	40.32	59.68	8.80	4.61	28.03	13.02
PARA	13.22	5.24	39.64	60.36	7.28	2.29	12.00	3.32
ESTRELLA COMUN	12.56	5.16	41.08	58.92	11.34	5.51	28.43	6.85
BERMUDA CRUZA I	8.12	3.95	48.65	51.35	11.76	3.35	13.23	9.24
PANGOLA	8.47	3.84	45.34	54.66	11.21	3.26	12.52	6.43
BERMUDA ALICIA	8.06	3.57	44.29	55.71	9.00	3.87	13.82	8.01

CUADRO 37. ANALISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES  
DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES BLOQUES  
TERCER CORTE

PESO FRESCO	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	32,154.94	3,572.77	188.94**	
BLOQUES	2	98.99	49.50	1.23	
ERROR	18	723.03	40.17		
TOTAL	29	32,976.96			

C.V. = 24.68%    \*\*= Significativo al 1%    \*= Significativo al 5%  
DMS= 10.87% AL 0.05%    DMS= 14.89% AL 0.01%

MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y GUINEA

PESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	3,234.59	359.40	144.10**	
BLOQUES	2	3.78	1.89	0.23	
ERROR	18	146.68	8.15		
TOTAL	29	3,385.06			

C.V. = 29.48%  
DMS= 4.9% AL 0.05%    DMS= 6.71% AL 0.01%

MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS TAIWAN Y GUINEA

PROTEINA	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	35.18	3.91	131.67**	
BLOQUES	2	2.30	1.15	19.32**	
ERROR	18	2.22	0.12		
TOTAL	29	39.70			

C.V. = 8.78%  
DMS= 0.60% AL 0.05%    DMS= 0.83% AL 0.01%

MEJOR TRATAMIENTO ESTRELLA COMUN, SEGUIDO DEL TAIWAN, BUFFEL Y GUINEA

CENIZAS	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	111.73	12.41	14.35**	
BLOQUES	2	7.79	3.90	1.36	
ERROR	18	51.38	2.85		
TOTAL	29	170.90			

C.V. = 15.71%  
DMS= 2.9% AL 0.05%    DMS= 3.97% AL 0.01%

MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS GUINEA Y TAIWAN

EXTRACTO ETHERED	FV	IGL	SC	CM	FC
TRATAMIENTOS	9	201.93	22.44	15.26**	
BLOQUES	2	13.53	6.77	1.58	
ERROR	18	76.69	4.26		
TOTAL	29	292.16			

C.V. = 29.0%  
DMS= 3.54% AL 0.05%    DMS= 4.85% AL 0.01%

MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS ESTRELLA MEJORADA Y BERMUDA CRUZA I

CUADRO 38. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DE 10  
ESPECIES DE PASTOS TROPICALES. EVALUACION TOTAL PROMEDIO  
DE TRES CORTES

ESPECIE	PESO FRESCO	PESO FRESCO	PESO SECO	PESO SECO	MATERIA SECA	HUMEDAD	CENIZAS	PROTEINA	RENDIMIENTO	EXTRACTO
	t/ha <sup>-1</sup>	(TOTAL ANUAL) t/ha <sup>-1</sup>	t/ha <sup>-1</sup>	(TOTAL ANUAL) t/ha <sup>-1</sup>	%	%	%	%	(ANUAL kg/ha)	%
ITAIWAN	126.63	379.88	36.40	109.18	28.75	71.25	12.20	6.50	7,096.70	3.42
IGUINEA	32.75	98.26	14.86	44.57	45.37	54.63	9.87	5.41	2,411.24	4.82
IBUFFEL	12.09	36.28	6.15	18.44	50.87	49.13	9.28	5.01	923.84	5.72
IHWATAND	10.18	30.54	5.75	17.24	56.48	43.52	7.94	4.20	724.08	6.42
IESTRELLA MEJORADA	10.98	32.94	4.87	14.61	44.35	55.65	8.61	5.42	791.86	7.15
IARA	11.67	35.02	4.78	14.33	40.96	59.04	8.08	4.93	706.47	3.23
IESTRELLA COMUN	9.74	29.21	4.40	13.21	45.17	54.83	9.26	5.50	726.55	4.85
IPANGOLA	8.67	26.02	4.26	12.79	49.13	50.87	8.30	4.36	557.64	5.36
IHERMUDA CRUZA I	7.74	23.22	3.84	11.52	49.61	50.39	8.38	4.77	549.50	5.32
IHERMUDA ALICIA	6.54	19.61	3.23	9.7	49.39	50.61	7.87	7.34	711.98	4.93

CUADRO 39. ANALISIS DE VARIANZA DE 10 ESPECIES  
DE PASTOS. PROMEDIO DE TRES CORTES  
EVALUACION TOTAL

¡PESO FRESCO	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡ TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	36,009.65	4,089.96	14.46**
¡ BLOQUES	¡ 2	¡	4,633.55	2,316.78	12.53*
¡ ERROR	¡ 18	¡	16,496.26	916.46	
¡ TOTAL	¡ 29	¡	57,939.47		

C.V. = 127.74%      \* = SIGNIFICATIVO AL 10%  
DMS = 51.93% AL 0.05%    DMS = 71.14% AL 0.01%  
MEJOR TRATAMIENTO EL PASTO TAIWAN

¡PESO SECO	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡ TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	2,826.28	314.03	13.99**
¡ BLOQUES	¡ 2	¡	702.47	251.24	14.46*
¡ ERROR	¡ 18	¡	1,417.29	78.74	
¡ TOTAL	¡ 29	¡	4,946.05		

C.V. = 100%      \* = SIGNIFICATIVO AL 5%  
DMS = 15.22% AL 0.05%    DMS = 20.85% AL 0.01%  
MEJOR TRATAMIENTO EL PASTO TAIWAN

¡PROTEINA	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡ TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	24.72	2.75	0.99
¡ BLOQUES	¡ 2	¡	64.65	32.32	11.68**
¡ ERROR	¡ 18	¡	49.80	2.77	
¡ TOTAL	¡ 29	¡	139.16		

C.V. = 31.14%  
DMS = 2.85% AL 0.05%  
MEJOR TRATAMIENTO EL PASTO BERMUDA ALICIA

¡CENIZAS	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡ TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	46.23	5.14	12.03*
¡ BLOQUES	¡ 2	¡	50.73	25.37	10.02**
¡ ERROR	¡ 18	¡	45.56	2.53	
¡ TOTAL	¡ 29	¡	142.53		

C.V. = 17.71%      \* = SIGNIFICATIVO AL 10%  
DMS = 2.73% AL 0.05%    DMS = 3.74% AL 0.01%  
MEJOR TRATAMIENTO EL PASTO TAIWAN, SEGUIDO DE LOS PASTOS GUINEA, BUFFEL  
ESTRELLA COMUN Y ESTRELLA MEJORADA

¡EXTRACTO ETereo!	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡ TRATAMIENTOS	¡ 9	¡	35.78	3.98	1.24
¡ BLOQUES	¡ 2	¡	64.85	32.43	10.09**
¡ ERROR	¡ 18	¡	57.86	3.21	
¡ TOTAL	¡ 29	¡	158.49		

C.V. = 34.21%  
DMS = 3.08% AL 0.05%  
MEJORES TRATAMIENTOS LOS PASTOS ESTRELLA MEJORADA Y HAWAIANO

CUADRO 40. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PASTOS DE PORTE BAJO Y ESTOLONIFERO (8 ESPECIES), PESO SECO

1er. CORTE	FV	IGL	SC	CM	FC
PESO SECO	TRATAMIENTOS	7	61.41	8.78	13.56**
	BLOQUES	2	4.60	2.30	0.93
	ERROR	14	34.50	2.46	
	TOTAL	23	100.50		

C.V. = 23.9%

DMS = 3.81 al 1% Mejor pasto Hawaiano

DMS = 2.75% al 5% Mejor pasto Hawaiano, seguido del Buffel y Parí

2o. CORTE	FV	IGL	SC	CM	FC
PESO SECO	TRATAMIENTOS	7	14.13	2.02	4.8**
	BLOQUES	2	0.34	0.17	0.40
	ERROR	14	5.89	0.42	
	TOTAL	23	20.36		

C.V. = 29.42

DMS = 1.58 al 1% Mejor pasto Pangola, seguido del Buffel

DMS = 1.14 al 5% Mejor pasto Pangola, seguido del Buffel

3er. CORTE	FV	IGL	SC	CM	FC
PESO SECO	TRATAMIENTOS	7	42.95	6.14	14.23***
	BLOQUES	2	2.61	1.31	0.90
	ERROR	14	20.30	1.45	
	TOTAL	23	65.86		

C.V. = 22.9%

DMS = 2.93 al 1% Mejor pasto Buffel, seguido del Hawaiano

DMS = 2.11 al 5% Mejor pasto Buffel

1EVA. TOTAL	FV	IGL	SC	CM	FC
PESO SECO	TRATAMIENTOS	7	19.14	2.73	1.81
	BLOQUES	2	79.24	39.62	127.27***
	ERROR	14	20.34	1.45	
	TOTAL	23	118.72		

C.V. = 25.87%

DMS = 2.11 al 5% Mejor pasto Buffel, seguido del Hawaiano

\*\*\*= Significancia al 1% \*\*= Significancia al 5%

\*= Significancia al 10%

CUADRO 41. ANALISIS DE VARIANZA DE LOS PASTOS DE PORTE BAJO  
Y ESTOLONIFERO (8 ESPECIES). PROTEINA

1er.CORTE	FV	GL	SC	CM	FC
PROTEINA	TRATAMIENTOS	7	9.38	1.34	2.65*
	BLOQUES	2	1.76	0.88	1.74
	ERROR	14	7.06	0.50	
	TOTAL	23	18.20		

C.V. = 15.23%

DMS = 1.73% al 1% Mejor pasto Bermuda Cruza I

DMS = 1.24 al 5% Mejor pasto Bermuda Cruza I, seguido del Estrella Mejorada

2o.CORTE	FV	GL	SC	CM	FC
PROTEINA	TRATAMIENTOS	7	165.02	23.57	53.64***
	BLOQUES	2	0.35	0.27	0.62
	ERROR	14	6.15	0.44	
	TOTAL	23	171.71		

C.V. = 9.27%

DMS = 1.61 al 1% Mejor pasto Bermuda Alicia, seguido del Parí

DMS = 1.16 al 5% Mejor pasto Bermuda Alicia, seguido del Parí y Hawiano

3er.CORTE	FV	GL	SC	CM	FC
PROTEINA	TRATAMIENTOS	7	28.60	4.07	35.98***
	BLOQUES	2	1.19	0.59	5.24***
	ERROR	14	1.59	0.11	
	TOTAL	23	31.30		

C.V. = 8.9%

DMS = 0.81% al 1% Mejor pasto Estrella Común, seguido del Buffel, Estrella Mejorada y Bermuda Alicia.

DMS = 0.58% al 5% Mejor pasto Estrella Común

IEVA.TOTAL	FV	GL	SC	CM	FC
PROTEINA	TRATAMIENTOS	7	20.14	2.88	0.89
	BLOQUES	2	48.37	24.18	7.43***
	ERROR	14	45.56	3.25	
	TOTAL	23	114.07		

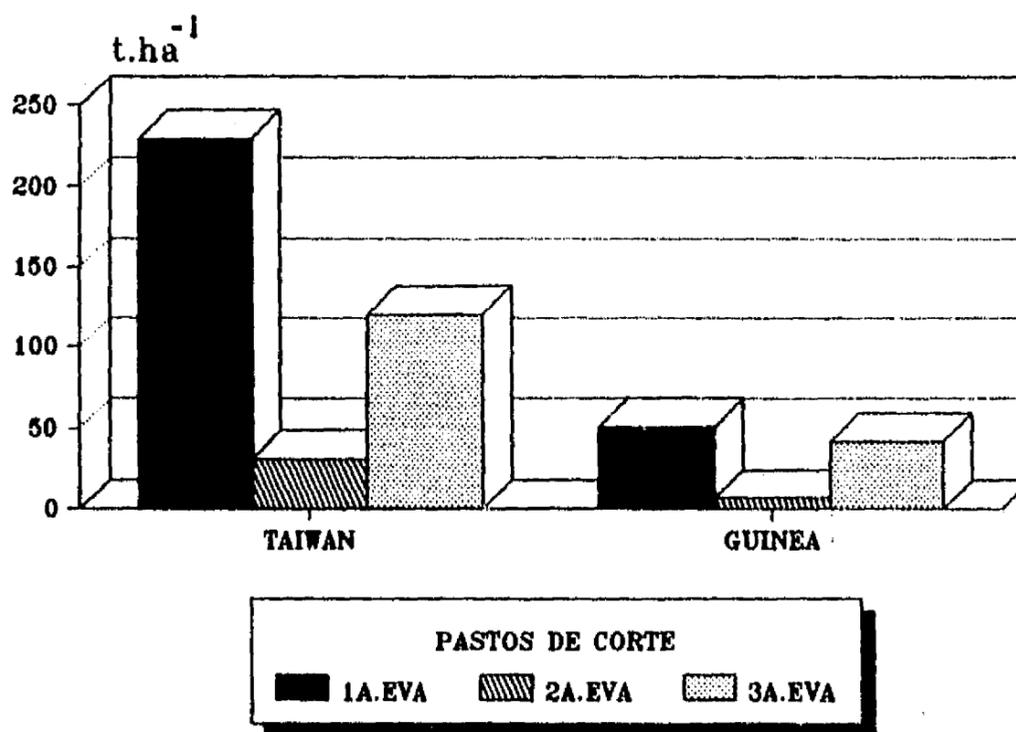
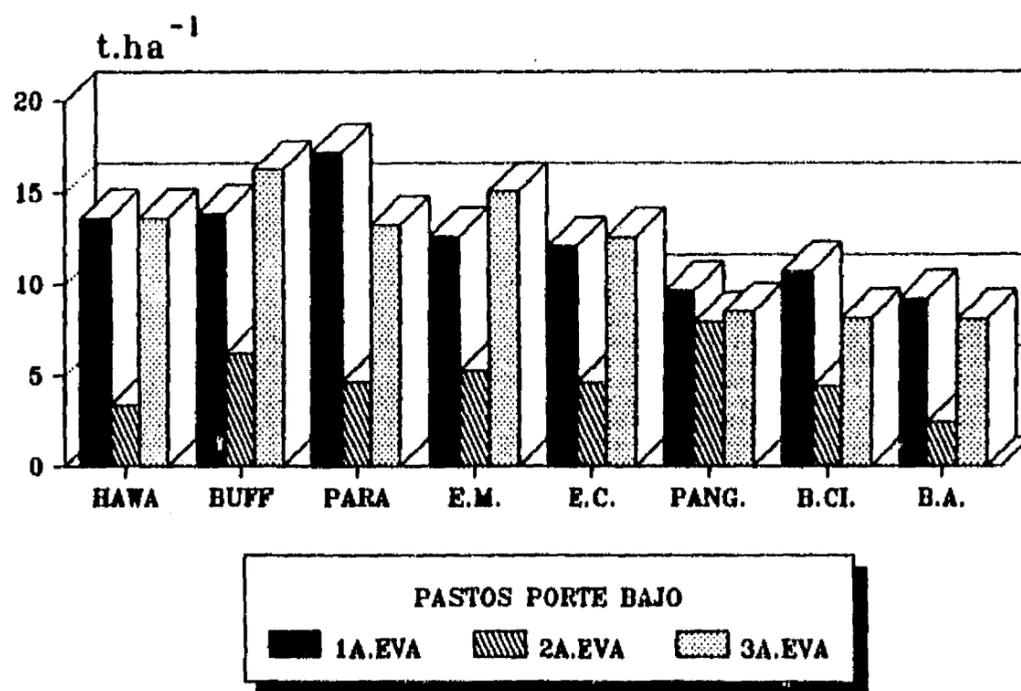
C.V. = 34.76%

DMS = 4.38 al 1% Todos los pastos se comportaron igual estadísticamente

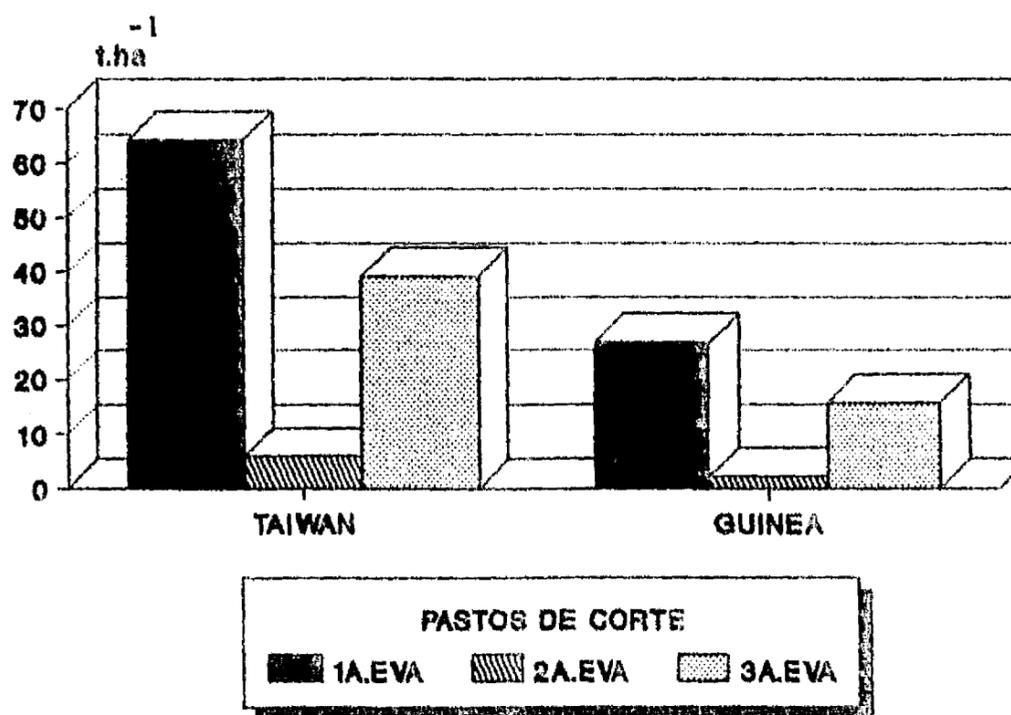
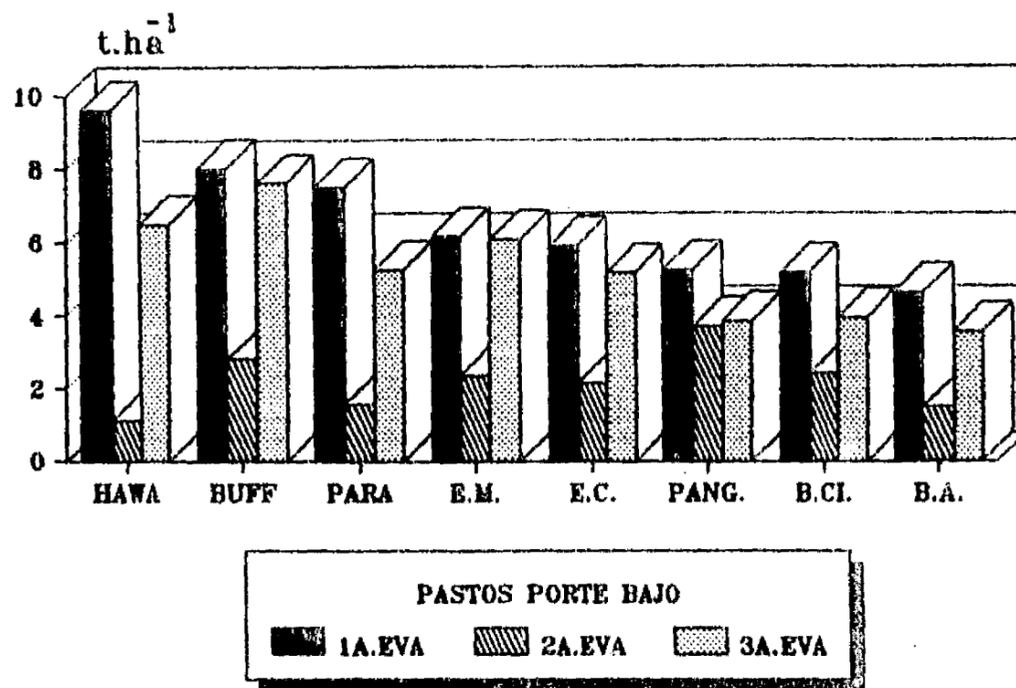
\*\*\* = Significancia al 1% \*\* = Significancia al 5%

\* = Significancia al 10%

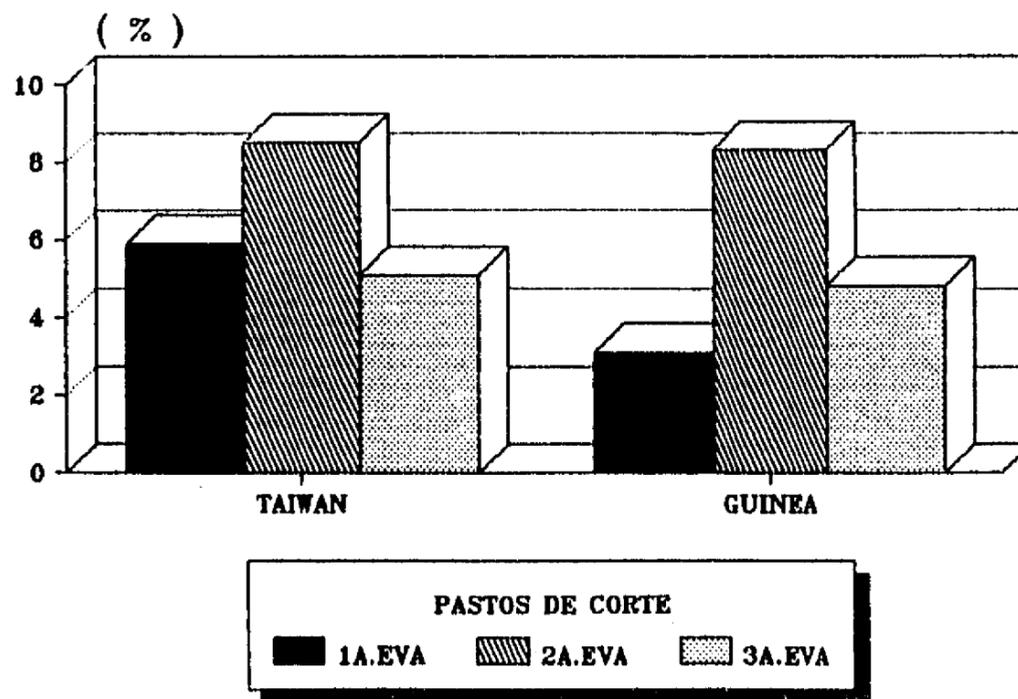
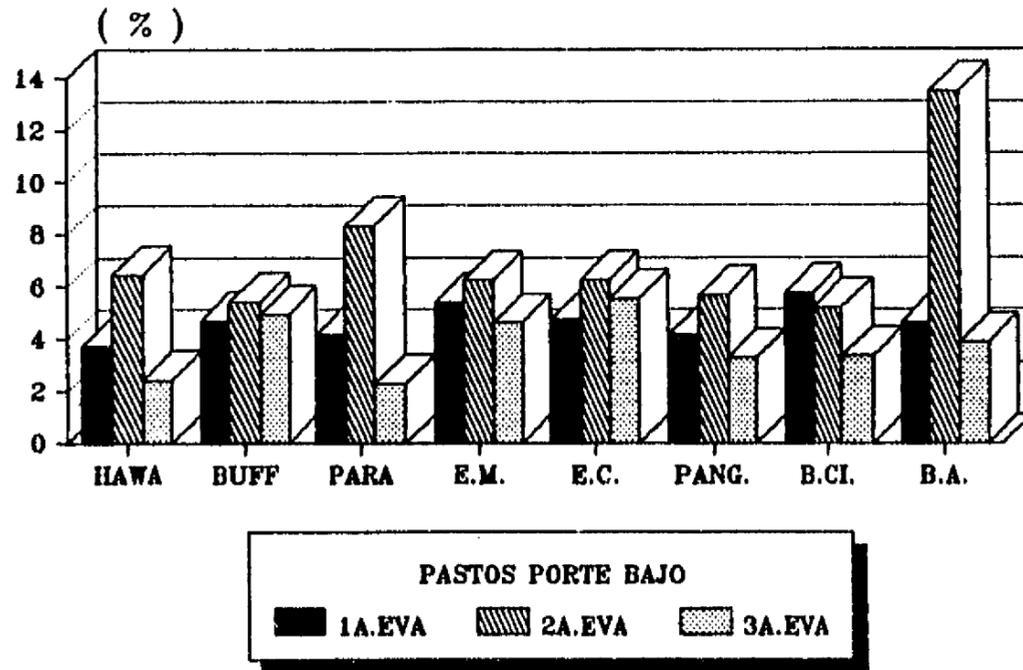
GRAFICA 7. RESULTADOS DE PESO FRESCO DE 10 ESPECIES DE PASTOS.



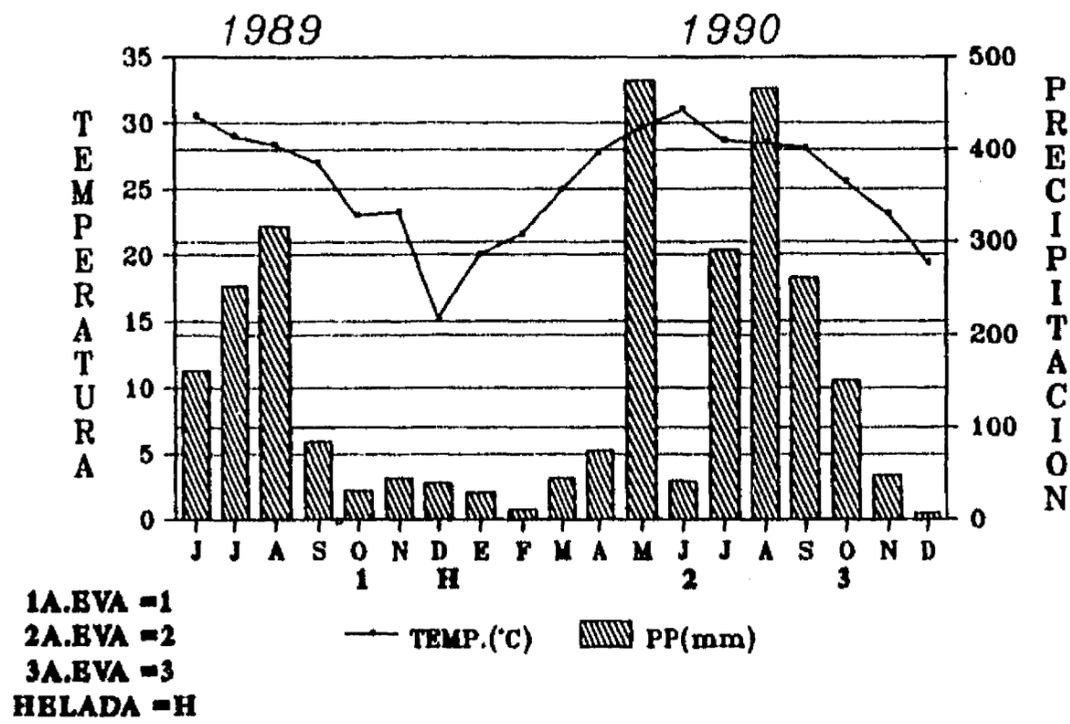
GRAFICA 8. RESULTADOS DE PESO SECO DE 10 ESPECIES DE PASTOS.



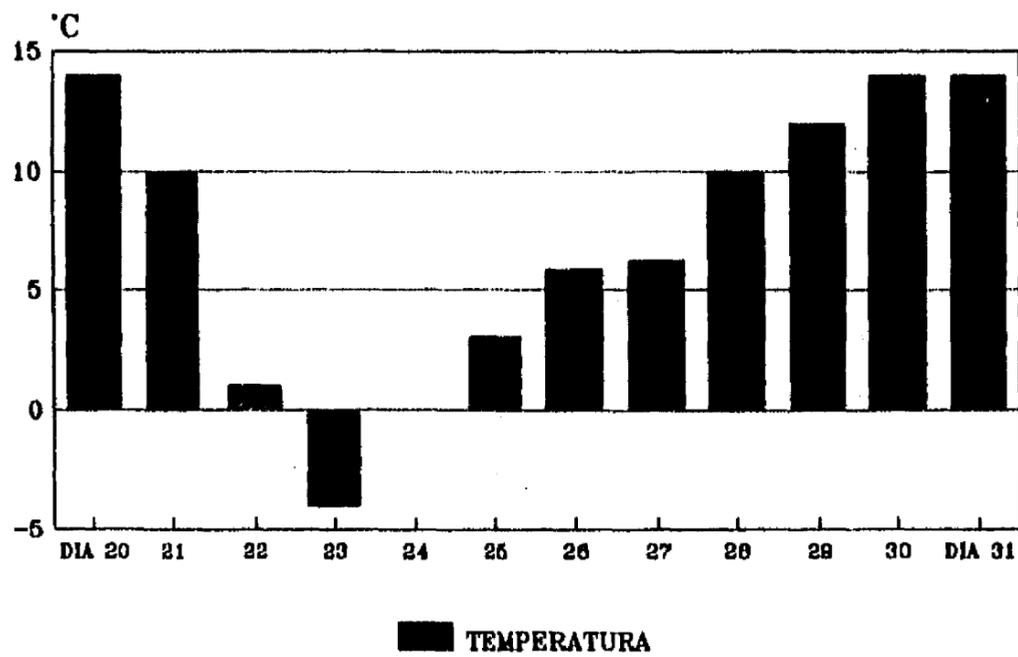
GRAFICA 9. RESULTADOS DE PROTEINA DE 10 ESPECIES DE PASTOS



GRAFICA 10. CLIMOGRAMA AÑOS 1989-1990  
ESTACION SANTA ROSA



TEMPERATURAS MINIMAS  
DE LOS ULTIMOS 10 DIAS DEL AÑO 1989



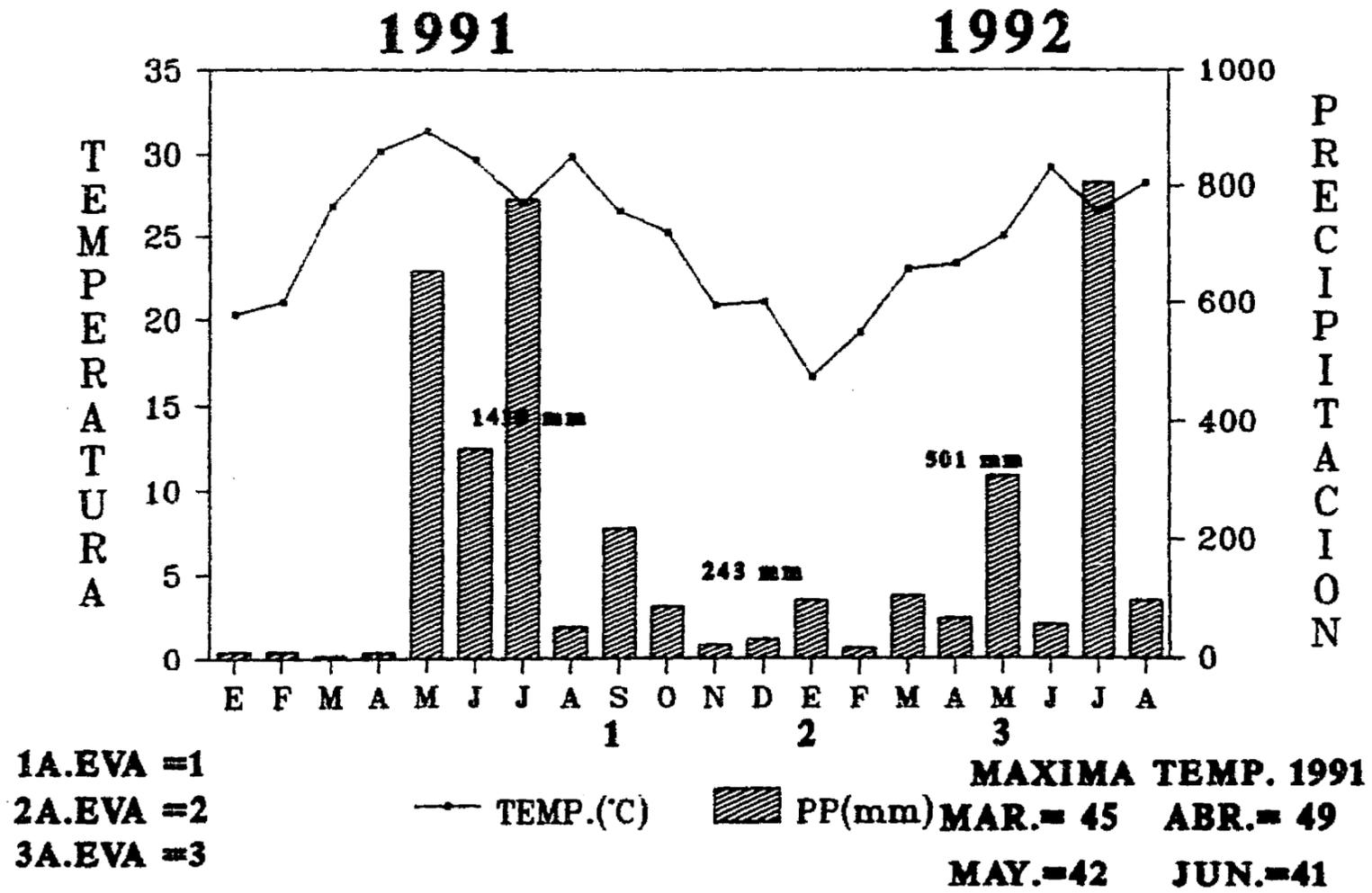
### 6.3. EXPERIMENTO DE FERTILIZACION

En los años en que se estableció el experimento (1991-1992), las condiciones climáticas que se presentaron fueron muy distintas a las del primer experimento, ya que se presentó una sequía marcada con temperaturas promedio en esta época de 45 a 49 °C a la sombra. Esta condición provocó que los pastos se establecieran hasta el mes de junio. Después de la sequía hubo un exceso de humedad, con precipitaciones elevadas de 1410 mm en cuatro meses (Gráfica 11), que hicieron que los suelos donde se estableció el experimento permanecieran en condiciones de inundación durante esta época debido a los contenidos altos de arcilla que no permiten un drenaje rápido y provocan la saturación del suelo por períodos largos. Cabe hacer notar que en donde se estableció el experimento encontramos los valores más altos de arcilla y que hubo escurrimientos superficiales afectando bloques del pasto Bermuda, Pará y Hawaiano principalmente (1er corte).

Después de ésta época lluviosa, las precipitaciones aunque menores (243 mm en cuatro meses) se presentaron en los siguientes meses del año y las temperaturas no fueron tan bajas en este invierno con rangos entre 16 y 25 °C en promedio (2o corte).

En el año de 1992, donde se llevó a cabo el 3er corte, las condiciones de humedad prevalecieron (501 mm y temperaturas de 22.6 °C en promedio de cuatro meses), sin llegar a constituir una época tan seca como en el año anterior lo que permitió que los pastos estudiados tuvieran condiciones favorables de humedad para su crecimiento.

GRAFICA 11. CLIMOGRAMA AÑO 1991-1992  
ESTACION SANTA ROSA



### 6.3.1. PASTO TAIWAN (*Pennisetum purpureum var. taiwan*)

Peso fresco. El rendimiento más alto de materia verde, se encuentra en la época de lluvia (Cuadro 42), con valores que van de 71.6 a 255.6 t.ha<sup>-1</sup> en los tratamientos 5 (100-0-0) y 2 (0-50-0), con un testigo que rindió 79.4 t.ha<sup>-1</sup>. En la mayoría de los tratamientos se superan las 100 t.ha<sup>-1</sup> de materia verde.

El rendimiento en la época invernal (Cuadro 43), es el más bajo registrado en el año con valores que van de 13.2 en el tratamiento 8 (100-150-0) a 37.68 t.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 14 (300-50-0), con un testigo que dio 16.10 t.ha<sup>-1</sup>. Estos contenidos se elevaron en la época de sequía (Cuadro 44) hasta 84.40 t.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 14 (200-50-0), con un testigo que obtuvo 17.38 t.ha<sup>-1</sup> los más bajos del corte.

En la evaluación total el testigo fue el más bajo con 37.63 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 112.88 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, y el tratamiento 10 (200-50-0) el que obtuvo los valores más altos con 115.34 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 346.03 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Al hacer el análisis estadístico, descomponiendo los tratamientos, con nitrógeno sólo (Factor A), fósforo sólo (Factor B) y los que llevan nitrógeno-fósforo (Interacciones), con el fin de ver el aprovechamiento del fertilizante aplicado en las diferentes dosis (tratamientos) por los pastos, encontramos en este pasto que sólo hubo respuesta significativa al 1% entre las diferentes épocas del año. Con un coeficiente de variación de 41.27% y diferencias mínimas significativas de 72.48% al 1%, El mejor tratamiento fue el 10 (200-50-0), seguido del 16 (300-150-0). En este caso debido a que la

biomasa del pasto incluye el porcentaje de humedad, se enmascara el rendimiento real del forraje y el aprovechamiento del fertilizante aplicado, ya que los contenidos de humedad aumentan las variaciones de rendimiento entre tratamientos (Cuadro 47).

Peso seco. Los rendimientos más altos se encontraron en la época de lluvia (1er corte) con valores de 16.42 t.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento (100-0-0) a 56.09 t.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 2 (0-50-0), con un testigo que rindió 16.75 t.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 42).

Los rendimientos más bajos de materia seca en general se encontraron en la época invernal (2o corte) con 5.33 t.ha<sup>-1</sup> para el tratamiento 8 (100-150-0) y de 15.43 t.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 14 (300-50-0), el testigo obtuvo 6.57 t.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 43).

En el tercer corte (época de sequía), los rendimientos ascendieron a 23.11 t.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento 14 (300-50-0), con un testigo que obtuvo los valores más bajos de 4.51 t.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 44).

En la evaluación total (Cuadro 45), los rendimientos más altos correspondieron al tratamiento 16 (300-150-0) con 28.31 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 84.94 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Estos resultados en rendimiento anual son similares a los reportados por Ferraris (1975), quien al aplicar 240 kg.N.ha<sup>-1</sup> obtuvo rendimientos de 75.5 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y a los de Machado et al (1979), quien aplicando 400 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> encontró rendimientos de 84.0 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>; y son superiores a los obtenidos por Chandler (1974), quien reportó 63.0 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> al aplicar 350 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Gerardo y Oliva (1982), obtuvieron rendimientos de 44.6 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> con valores de proteína de 5.9% en la época de lluvia y 8.5% en la época de

sequía, al aplicar  $270 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ ; Gerardo y Thompson (1985), aplicando  $240 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  reportan  $34.5 \text{ t.m.s.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ , con valores de proteína de 8.5% y Valles de la Mora (1989), solamente obtuvo  $18.0 \text{ t.m.s.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ , al aplicar  $276 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$  en suelos ácidos de Tlapacoyán, Veracruz.

Todos los autores anteriormente citados coinciden en que los mayores rendimientos corresponden a la época de lluvias.

Debido a que la materia seca, es el parámetro más importante en la evaluación del rendimiento de los pastos, se realizó un análisis de varianza para cada evaluación para ver la variación que se tiene en las diferentes épocas, observando lo siguiente:

En el primer corte (Cuadro 46), hubo respuesta significativa al 5% para el fósforo sólo (Factor B) y al 1% en la interacción entre el nitrógeno-fósforo, con un coeficiente de variación de 22.35% y una diferencia mínima significativa de 14.76% al 1%; el mejor tratamiento fue el 2 (0-50-0), seguido del 7 (100-100-0). En este corte, no hubo diferencia entre bloques, sin embargo se presentaron condiciones de inundación las cuales fueron homogéneas, esto trajo como consecuencia que el fertilizante nitrogenado no fuera aprovechado debidamente, por su lixiviación.

En el corte invernal, no hubo un crecimiento homogéneo en los diferentes bloques, reflejándose en las diferencias encontradas entre ellos, siendo significativa al 1%; con un coeficiente de variación de 18.30% y una diferencia mínima significativa de 3.67% al 1%. Las condiciones climáticas que prevalecieron en esta época, favorecieron la absorción del fertilizante nitrogenado sólo (Factor A) y combinado con el fósforo, mostrando respuesta significativa al 1% en ambos

casos; el mejor tratamiento en este corte fue el 14 (300-50-0), seguido del 16 (300-150-0).

En el tercer corte (época de sequía), también hubo una buena respuesta a la aplicación del fertilizante, tanto para las dosis de nitrógeno y fósforo (Factores A y B), como para la interacción entre ellos, mostrando una respuesta significativa al 1%, con un coeficiente de variación de 19.32% y una diferencia mínima de 4.48% al 1%. Los mejores tratamientos fueron el 14 (300-50-0), seguido del 16 (300-150-0) y 10 (200-50-0).

En la evaluación total (Cuadro 47) hubo respuesta significativa al 1% entre las diferentes épocas, del 10% en el Factor A (nitrógeno), Factor B (fósforo) y de 5% en las interacciones (nitrógeno-fósforo), con un coeficiente de variación de 34.91% y el tratamiento 16 (300-150-0) como el mejor, seguido del 10 (200-50-0); la diferencia mínima significativa fue de 15.21% al 1%.

Proteína. Los contenidos de proteína en el primer y tercer corte son similares. En el primer corte los valores van de 7.98 a 11.70% en los tratamientos 2 (0-50-0) y 16 (300-150-0) respectivamente, con un testigo que dio 9.80% (Cuadro 42); y en el tercer corte los contenidos varían de 8.00 a 11.47% para los tratamientos 6 (100-50-0) y 3 (0-100-0), con un testigo que obtuvo 9.94% (Cuadro 44).

Los contenidos más altos de proteína, los encontramos en la época invernal (2o corte) con valores que van de 10% en el testigo y tratamiento 4 (0-150-0) a 14.94% en el tratamiento 10 (200-50-0).

En la evaluación total (Cuadro 45), los contenidos de proteína varían de 9.62 a 11.8% en los tratamientos 4 (0-150-0)

y B (100-150-0), con un testigo que dio 9.91% y un rendimiento de 1 697.58 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. El rendimiento más alto de proteína lo obtuvo el tratamiento 2 (0-50-0) con 5 393 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

No hubo respuesta significativa para los valores de proteína en función de los tratamientos aplicados y el análisis estadístico (Cuadro 47), señala sólo diferencias para las épocas del año, con un coeficiente de variación de 9.58% y una diferencia mínima significativa de 2.06% al 5%.

Comparado con los valores de proteína reportados por la literatura para este pasto, los valores reportados en este experimento se consideran altos.

Cenizas. Los contenidos más bajos de cenizas, los encontramos en la época de lluvia (1er corte), con 13.5% en el tratamiento B (100-150-0) y 11% para el testigo (Cuadro 42). En el invierno los valores ascienden hasta 18.78% en el tratamiento 10 (200-50-0), en general los contenidos encontrados son los más altos de todo el año, con un testigo que dio 16.02% (Cuadro 43).

En la época de sequía los contenidos de cenizas, se mantienen más o menos homogéneos con rangos que van de 10 a 15.18% en los tratamientos 5 (100-0-0) y 4 (0-150-0) respectivamente, el testigo obtuvo 13.00% (Cuadro 44).

En la evaluación total (Cuadro 45), los contenidos de cenizas van de 11.83 a 14.80%, para los tratamientos 5 (100-0-0) y 14 (300-50-0), el testigo dio 13.34%.

No hubo respuesta significativa en función de los tratamientos aplicados para el contenido de cenizas, el análisis estadístico muestra respuesta significativa sólo entre

las diferentes épocas del año, con un coeficiente de variación de 7.04% y una diferencia mínima significativa de 2.24% al 1%.

Extracto etéreo. Los contenidos se mantienen más o menos homogéneos en los diferentes cortes, siendo el primer corte (época de lluvia), donde se encuentran los valores más bajos con 1.98 a 2.55% en los tratamientos 7 (100-100-0) y 14 (300-50-0), el testigo obtuvo en este caso 2.33% (Cuadro 42). En el segundo corte (época invernal) los contenidos varían de 1.96 a 3.22% en los tratamientos 13 (300-0-0) y 2 (0-50-0) respectivamente, con un testigo que dio 2.23% (Cuadro 43) y en el tercer corte (época seca) los contenidos van de 2.36 a 4.02% para los tratamientos 9 (200-0-0) y 7 (100-100-0), con un testigo que obtuvo 2.62% (Cuadro 44).

En la evaluación total (Cuadro 45), los valores más bajos correspondieron al tratamiento 9 (200-0-0) con 2.17% y los más altos al 14 (300-50-0) con 3.05%, el testigo rindió 2.39%.

El análisis estadístico muestra un coeficiente de variación de 9.58% y una diferencia mínima significativa de 2.06% al 5%, teniéndose sólo respuesta significativa al 5% entre los diferentes cortes.

De todos los pastos estudiados, el pasto Taiwan fue el que tuvo menos problemas en cuanto al exceso de humedad, ya que si bien hubo saturación de agua en el suelo esta fue homogénea en todos los bloques, sin presentarse escurrimientos superficiales como en los otros pastos. Observando que hubo un mejor aprovechamiento del fertilizante en cuanto a producción de biomasa.

CUADRO 42. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS  
DEL PASTO TAIWAN (*Pennisetum purpureum* var. Taiwan)  
Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE  
NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. PRIMERA EVALUACION  
PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETHERO %	PROTEINA %	RENDIMIENTO kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	79.40	16.75	78.90	21.10	11.00	2.33	9.80	1,641.50
100-50	255.60	56.09	78.06	21.94	12.00	2.38	7.98	4,475.98
100-100	175.90	40.51	76.97	23.03	11.28	2.28	8.85	3,585.14
100-150	151.60	33.08	78.18	21.82	12.00	2.33	8.35	2,762.18
1100-00	71.60	16.42	77.07	22.93	11.50	2.40	9.09	1,492.58
1100-50	158.40	31.61	80.04	19.96	12.31	2.23	10.60	3,350.66
1100-100	231.00	50.42	78.17	21.83	11.90	1.98	10.44	5,263.85
1100-150	91.20	19.09	79.07	20.93	13.50	2.18	11.53	2,201.08
1200-00	184.10	37.47	79.65	20.35	13.00	2.03	10.08	3,776.98
1200-50	250.20	50.10	79.98	20.02	11.58	2.50	9.28	4,649.28
1200-100	106.70	22.04	79.34	20.66	12.45	2.38	9.98	2,199.59
1200-150	143.00	28.43	80.12	19.88	12.40	2.13	8.53	2,423.08
1300-00	152.20	35.54	76.65	23.35	12.18	2.23	8.03	2,853.86
1300-50	147.20	31.84	78.37	21.63	12.20	2.55	9.30	2,961.12
1300-100	99.80	21.67	78.29	21.71	11.95	2.20	8.70	1,885.29
1300-150	231.60	48.28	79.15	20.85	12.28	2.40	11.70	5,648.76

P205

t.ha <sup>-1</sup> .corte <sup>-1</sup>	0	50	100	150	X
0	16.75	56.09	40.51	33.08	36.61
100	16.42	31.61	50.42	19.09	29.39
200	37.47	50.10	22.04	28.43	34.51
300	35.54	31.84	21.67	48.28	34.33
X	26.55	42.41	33.66	32.22	33.71

DMS= 14.76% al 1% DMS= 10.93% al 5%

Mejor tratamiento 0-50-0, seguido del 100-100-0

CUADRO 43. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DEL PASTO TAIWAN (*Pennisetum purpureum* var. Taiwan) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. SEGUNDA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO	PESO SECO	HUMEDAD	MATERIA SECA	CENIZAS	EXTRACTO ETHERED	PROTEINA	RENDIMIENTO
	t.ha <sup>-1</sup>	t.ha <sup>-1</sup>	%	%	%	%	%	kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	16.10	6.57	59.19	40.81	16.02	2.23	10.00	657.00
100-50	21.10	8.72	58.67	41.33	15.47	3.22	10.94	953.97
100-100	23.60	9.61	59.28	40.72	13.35	3.01	11.38	1,093.62
100-150	30.32	12.43	59.00	41.00	15.18	2.63	10.00	1,243.00
1100-00	21.85	8.20	62.47	37.53	14.00	3.03	11.88	974.16
1100-50	22.10	8.67	60.77	39.23	15.79	2.64	10.94	948.50
1100-100	25.53	10.28	59.73	40.27	12.87	2.70	10.13	1,041.36
1100-150	13.20	5.53	58.11	41.89	16.10	3.05	12.94	715.58
1200-00	29.45	11.76	60.07	39.93	15.00	2.13	13.19	1,551.14
1200-50	31.83	13.54	57.46	42.54	18.78	2.80	14.94	2,022.88
1200-100	18.85	7.62	59.58	40.42	14.33	2.96	10.69	814.58
1200-150	28.13	11.39	59.51	40.49	16.14	2.38	13.38	1,523.98
1300-00	22.43	9.45	57.87	42.13	16.00	1.96	11.69	1,104.71
1300-50	37.68	15.43	59.05	40.95	17.31	2.95	12.34	1,904.06
1300-100	26.18	10.24	60.89	39.11	14.81	2.37	12.63	1,293.31
1300-150	36.85	15.12	58.97	41.03	13.39	2.88	10.19	1,540.73

P205

t.ha <sup>-1</sup> corte	0	50	100	150	X
0	6.57	8.72	9.61	12.43	9.33
100	8.20	8.67	10.28	5.53	8.17
200	11.76	13.54	7.62	11.39	11.08
300	9.45	15.43	10.24	15.12	12.56
XI	9.00	11.59	9.44	11.12	10.29

DMS= 3.67% al 1%      DMS= 2.73% al 5%

Mejor tratamiento 300-50-0, seguido del 300-150-0

CUADRO 44. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS  
DEL PASTO TAIWAN (*Pennisetum purpureum* var. Taiwan)  
Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE  
NITROGENADO Y FOSFATADO. TERCERA EVALUACION  
PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETereo %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	17.38	4.51	74.05	25.95	13.00	2.62	9.94	448.29
100-50	38.00	9.88	74.00	26.00	13.70	2.68	11.09	1,095.69
100-100	30.03	8.39	72.06	27.94	13.90	2.44	11.47	962.33
100-150	47.98	13.52	71.82	28.18	15.18	2.92	10.50	1,419.60
1100-00	28.68	7.42	74.13	25.87	10.00	2.62	8.57	635.89
1100-50	23.73	7.17	69.79	30.21	11.73	3.30	8.00	573.60
1100-100	38.30	12.05	68.54	31.46	13.59	4.02	9.44	1,137.52
1100-150	19.88	5.53	72.18	27.82	13.66	2.66	10.94	604.98
1200-00	35.15	9.18	73.88	26.12	14.94	2.36	10.59	972.16
1200-50	64.00	19.20	70.00	30.00	12.90	2.70	10.31	1,979.52
1200-100	33.05	10.23	69.05	30.95	12.50	2.89	9.16	937.07
1200-150	34.75	9.59	72.40	27.60	12.40	3.02	9.94	953.25
1300-00	48.28	13.98	71.04	28.96	12.31	3.81	9.94	1,389.61
1300-50	84.40	23.11	72.62	27.38	14.90	3.65	10.56	2,440.42
1300-100	36.68	10.59	71.13	28.87	11.90	3.13	8.47	896.97
1300-150	72.98	21.54	70.49	29.51	14.00	2.44	10.88	2,343.55

P205

t.ha <sup>-1</sup> corte <sup>-1</sup>	0	50	100	150	X
0	4.51	9.88	8.39	13.52	9.08
100	7.42	7.17	12.05	5.53	8.04
200	9.18	19.20	10.23	9.59	12.05
300	13.98	23.11	10.59	21.54	17.31
X	8.77	14.84	10.32	12.55	11.62

DMS= 4.48% al 1%      DMS= 3.32% al 5%  
Mejor tratamiento 300-50-0, seguido del 300-150-0 y 200-50-0

CUADRO 45. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS  
DEL PASTO TAIWAN (*Pennisetum purpureum* var. Taiwan)  
Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE  
NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. EVALUACION TOTAL  
PROMEDIO DE TRES CORTES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	RENDIMIENTO PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	RENDIMIENTO PESO SECO t.ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETereo %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA t.ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>
100-00	37.63	112.88	9.28	27.83	75.34	24.66	13.34	2.39	9.91	2,757.95
100-50	104.90	314.70	24.90	74.69	76.26	23.74	13.72	2.76	10.00	7,469.00
100-100	76.51	229.53	19.50	58.51	74.51	25.49	12.84	2.58	10.57	6,184.51
100-150	76.63	229.90	19.68	59.03	74.32	25.68	14.12	2.63	9.62	5,678.69
1100-00	40.71	122.13	10.68	32.04	73.77	26.23	11.83	2.68	9.85	3,155.94
1100-50	68.08	204.23	15.82	47.45	76.76	23.24	13.28	2.72	9.85	4,673.83
1100-100	98.28	294.83	24.25	72.75	75.33	24.67	12.79	2.90	10.00	7,275.00
1100-150	41.43	124.28	10.05	30.15	75.74	24.26	14.42	2.63	11.80	3,557.70
1200-00	82.90	248.70	19.47	58.41	76.51	23.49	14.31	2.17	11.29	6,594.49
1200-50	115.34	346.03	27.61	82.84	76.06	23.94	14.42	2.67	11.51	9,534.88
1200-100	52.87	158.60	13.30	39.89	74.84	25.16	13.09	2.74	9.94	3,965.07
1200-150	68.63	205.88	16.47	49.41	76.00	24.00	13.65	2.51	10.62	5,247.34
1300-00	74.30	222.91	19.66	58.97	73.94	26.46	13.50	2.67	9.89	5,832.13
1300-50	89.76	269.28	23.46	70.38	73.86	26.14	14.80	3.05	10.73	7,551.77
1300-100	54.22	162.66	14.17	42.50	73.87	26.13	12.89	2.57	9.93	4,220.25
1300-150	113.81	341.43	28.31	84.94	75.13	24.87	13.22	2.57	10.92	9,275.45

t.ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	P205				
	0	50	100	150	X
0	27.83	74.69	58.51	59.03	55.02
100	32.04	47.45	72.75	30.15	45.60
200	58.41	82.84	39.89	49.41	57.64
300	58.97	70.38	42.50	84.94	64.20
X	44.31	68.84	53.41	55.88	55.61

DMS= 15.21% al 1%      DMS= 11.1% al 5%  
Mejor tratamiento 300-150-0, seguido del 200-50-0

CUADRO 46. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO TAIWAN. PESO SECO

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
1er CORTE	REPETICIONES	3	519.96	173.32	1.32
	FACTOR A	3	450.09	150.03	1.15
	ERROR (A)	9	1,175.30	130.59	
	FACTOR B	3	2,068.02	689.34	3.97**
	ERROR (B)	9	1,562.50	173.61	
	INTERACCION	9	7,251.49	805.72	14.2***
	ERROR (C)	27	2,043.34	56.76	
	TOTAL	163	15,070.70		

C.V. = 22.35%    DMS = 14.76% al 1%    DMS = 10.93% al 5%

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
2o CORTE	REPETICIONES	3	551.78	183.93	113.0***
	FACTOR A	3	178.95	59.65	36.65***
	ERROR (A)	9	14.65	1.63	
	FACTOR B	3	76.45	25.48	2.07
	ERROR (B)	9	110.42	12.27	
	INTERACCION	9	234.66	26.07	17.36***
	ERROR (C)	27	127.46	3.54	
	TOTAL	163	1,294.37		

C.V. = 18.30%    DMS = 3.67% al 1%    DMS = 2.73% al 5%

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
3er CORTE	REPETICIONES	3	48.49	16.16	2.43
	FACTOR A	3	768.13	256.04	38.5***
	ERROR (A)	9	59.81	6.65	
	FACTOR B	3	432.56	144.19	13.4***
	ERROR (B)	9	96.95	10.77	
	INTERACCION	9	590.70	65.63	12.6***
	ERROR (C)	27	188.07	5.22	
	TOTAL	163	2,184.72		

C.V. = 19.32%    DMS = 4.48% al 1%    DMS = 3.32% al 5%

\*\*\* = significativo al 1%, \*\* = significativo al 5%  
 \* = significativo al 10%

CUADRO 47. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO TAIWAN  
 PROMEDIO DE TRES CORTES, EVALUACION TOTAL.

IPESO FRESCO	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	2	168,633.94	84,316.97	1233.9***
FACTOR A	3	3	3,065.69	1,021.90	2.84
ERROR (A)	6	6	2,162.50	360.42	
FACTOR B	3	3	7,932.31	2,644.10	2.40
ERROR (B)	6	6	6,610.22	1,101.70	
INTERACCION	9	9	17,694.94	1,966.10	2.07
ERROR (C)	18	18	22,835.41	951.48	
TOTAL	147	147	228,935.00		

C.V. = 41.27% DMS = 72.48% al 1% DMS = 52.92% al 5%  
 Mejores tratamientos 10 y 16

IPESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	2	5,538.38	2,769.19	131.4***
FACTOR A	3	3	237.95	79.32	3.76*
ERROR (A)	6	6	126.42	21.07	
FACTOR B	3	3	410.09	136.70	3.9*
ERROR (B)	6	6	210.16	35.03	
INTERACCION	9	9	1,024.11	113.79	2.72**
ERROR (C)	18	18	1,005.04	41.88	
TOTAL	147	147	8,552.14		

C.V. = 34.91% DMS = 15.21% al 1% DMS = 11.1% al 5%  
 Mejores tratamientos 16 y 10

IPROTEINA	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	2	42.45	21.22	16.80**
FACTOR A	3	3	4.02	1.34	2.30
ERROR (A)	6	6	18.72	3.12	
FACTOR B	3	3	2.90	0.97	1.33
ERROR (B)	6	6	3.06	0.51	
INTERACCION	9	9	13.82	1.54	0.47
ERROR (C)	18	18	23.85	0.99	
TOTAL	147	147	108.83		

C.V. = 9.58% DMS = 2.06% al 5%  
 Mejor tratamiento B

## CONTINUACION CUADRO 47

CENTZAS	FV	GL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	84.27	42.13	132.62***	
FACTOR A	3	3.87	1.29	1.00	
ERROR (A)	6	7.75	1.29		
FACTOR B	3	10.25	3.42	1.68	
ERROR (B)	6	12.24	2.04		
INTERACCION	9	12.63	1.40	1.55	
ERROR (C)	18	21.74	0.91		
TOTAL	47	152.75			

C.V.= 7.04% DMS= 2.24% al 1% DMS= 1.64% al 5%  
 Mejor tratamiento 14, seguido del 10, 8, 9 y 4

EXTRACTO ETHERED:	FV	GL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	3.64	1.82	110.82***	
FACTOR A	3	0.37	0.12	0.73	
ERROR (A)	6	1.01	0.17		
FACTOR B	3	0.69	0.23	2.89	
ERROR (B)	6	0.48	0.08		
INTERACCION	9	0.68	0.08	0.59	
ERROR (C)	18	3.07	0.13		
TOTAL	47	9.94			

C.V.= 13.54% DMS= 0.85% al 1% DMS= 0.62% al 5%

Mejor tratamiento 14

\*\*\*= significativo al 1%, \*\*= significativo al 5%

\*= significativo al 10%

### 6.3.2. PASTO PARA (*Brachiaria mutica*)

Peso fresco. Los valores más altos en cuanto al rendimiento en materia verde, se encuentran en el segundo corte (Cuadro 49), correspondiente a la evaluación de la época de invierno, con rendimientos de 16.86 t.ha<sup>-1</sup> para el tratamiento 2 (0-50-0) a 30.23 t.ha<sup>-1</sup> con el tratamiento 12 (200-150-0), con un testigo que rindió 19.26 t.ha<sup>-1</sup>.

El tercer corte (Cuadro 50), representativo de la época de sequía, obtuvo rendimientos de 9.80 a 23.03 t.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos 4 (0-150-0) y 16 (300-150-0) respectivamente y un testigo con valores de 12.72 t.ha<sup>-1</sup>.

Los rendimientos más bajos los encontramos en el primer corte (Cuadro 48), que representa la época de lluvia, con rangos de 9.82 a 17.48 t.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos 2 (0-50-0) y 11 (200-100-0), el testigo dio 13.95 t.ha<sup>-1</sup>.

En la evaluación total (Cuadro 51), se encontraron rendimientos de 13.46 a 20.77 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 40.38 a 62.32 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, en los tratamientos 4 (0-150-0) y 16 (300-150-0) respectivamente y un testigo con 15.30 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 45.93 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

El análisis estadístico de la evaluación total (Cuadro 53), indica que hubo respuesta significativa entre las tres épocas evaluadas al 1%, debido a la diferencia de producción de materia verde entre la época de lluvia y las correspondientes a la época invernal y de sequía, que en este caso por las características climáticas prevalecientes permitieron que hubiera buenos rendimientos en el invierno y en la época que corresponde a los meses más calurosos, contrariamente a los

encontrados en la época lluvia. Estas diferencias estacionales se reflejan en la absorción de nitrógeno y fósforo aplicado, ya que para el primero sólo hubo respuesta significativa al 10% y para el segundo y las interacciones no hubo respuesta. El coeficiente de variación fue de 14.07% y la diferencia mínima significativa al 1% de 5.79%, encontrando que los tratamientos 16 (300-150-0), 13 (300-0-0), 12 (200-150-0) y 11 (200-100-0) se comportaron estadísticamente iguales, superando a los otros tratamientos aplicados.

Peso seco. De igual forma que para el rendimiento en peso fresco en la segunda evaluación (Cuadro 49), encontramos los valores más altos, los cuales van de 4.82 a 3.90 t.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos 2 (0-50-0) y 12 (200-150-0), y un testigo con 4.98 t.ha<sup>-1</sup>.

En el tercer corte (Cuadro 50), los tratamientos 3 (0-100-0) y 16 (300-150-0) obtuvieron 3.40 y 8.18 t.ha<sup>-1</sup> respectivamente, el testigo rindió 4.64 t.ha<sup>-1</sup>.

Los valores más bajos, los encontramos en la primera evaluación (Cuadro 48), con variaciones de 2.85 a 4.81 t.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos 9 (200-0-0) y 11 (200-100-0) respectivamente y un testigo que dio 4.1 t.ha<sup>-1</sup>.

En la evaluación total (Cuadro 51) se destacó el tratamiento 16 (300-150-0) con 6.42 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 19.27 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, el testigo rindió 4.57 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 13.72 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Gerardo y Oliva (1982), con una fertilización de 270 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y con riego durante la época seca, reporta rendimientos de 31.0 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y sin riego y con la misma dosis de fertilización encontraron 17.2 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Gerardo y Thompson (1985), con 270 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> sin riego,

obtuvieron rendimientos de 18.97 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en Matanzas, Cuba. En México Valles de la Mora (1989), aplicando 276 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en condiciones de temporal, en suelos ácidos de Tlapacoyán, Veracruz, alcanzó rendimientos de 10.4 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

En el análisis estadístico (Cuadro 52), en el primer corte hubo diferencias significativas al 5% entre los bloques y no hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno (Factor A), fósforo (Factor B) e interacciones (nitrógeno-fósforo), con un coeficiente de variación de 27.43%. Esto se debe probablemente a que este pasto fue el más afectado por el exceso de humedad que se presentó en esta época, permaneciendo inundado casi dos meses, lixiviándose el nitrógeno y arrastrándose por escurrimientos el fertilizante aplicado. Sin embargo al aplicar la prueba de Duncan encontramos diferencias mínimas significativas (diferencia mínima significativa) del 1.85% al 1%, con el tratamiento 11 como el mejor (200-100-0).

En el segundo corte encontramos una variación menor de 18.82% y diferencia mínima significativa al 5% para bloques y de 1% para nitrógeno, por lo que el pasto Pará respondió a la aplicación de nitrógeno, más no a la fertilización fosfatada. Esto se debe a que las condiciones climáticas fueron más estables. En este corte la diferencia mínima significativa al 1% fue de 2.41% y el mejor tratamiento el 12 (200-150-0).

En el tercer corte hubo respuesta significativa al 5% para bloques y de 1% para nitrógeno y fósforo, en la interacción de éstos no hubo respuesta. La diferencia mínima significativa al 1% fue de 2.66% y los mejores tratamientos el 16 (300-150-0) y el 9 (200-0-0).

En la evaluación total (Cuadro 53), se observa que a lo largo del año hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno al

10%, ya que como se vio sólo en el segundo y tercer corte el pasto absorbió parte del fertilizante aplicado. Hay respuesta significativa al 1% entre las diferentes épocas del año por las condiciones prevaletientes en estas. La diferencia mínima significativa al 1% fue de 1.46% y los mejores tratamientos el 16 (300-150-0), 11 (200-100-0) y 12 (200-150-0).

Proteína. Los contenidos más altos de proteína se encontraron en el tercer corte (época seca), con rangos que varían de 5.42 a 7.08% para los tratamientos 3 (0-100-0) y 9 (200-0-0), con un testigo que dio 5.57% (Cuadro 50). Los rendimientos de proteína para el tratamiento 9 fueron de 567.11 kg.ha<sup>-1</sup>, contra 258.45 kg.ha<sup>-1</sup> del testigo.

En el corte de invierno (2o) aunque los valores máximos fueron menores que en el primer corte, se observa que en general se mantuvieron homogéneos, en rangos mayores de 4, mientras que en el primer corte estos se comportaron heterogeneamente e inclusive el testigo fue menor que en el segundo corte. En el segundo corte los valores mínimos y máximos correspondieron a los tratamientos 8 (100-150-0) con 3.43% y al 6 (100-50-0) con 5.04%, con un testigo que rindió 4.88%. Los rendimientos más altos de proteína fueron para el tratamiento 15 (300-100-0) de 375.41 kg.ha<sup>-1</sup>, el testigo obtuvo 243.02 kg.ha<sup>-1</sup>.

En el primer corte (época de lluvia), los valores encontrados fueron de 3.17% para el tratamiento 12 (200-150-0) a 5.76% en el tratamiento 13 (300-0-0), el testigo dio 3.33% (Cuadros 48 y 49). Los rendimientos más altos de proteína fueron para el tratamiento 11 (200-100-0) con 212.12 kg.ha<sup>-1</sup> y para el testigo de 136.53 kg.ha<sup>-1</sup>.

Al hacer el promedio de los tres cortes en la evaluación total (Cuadro 51), encontramos que los valores más bajos

correspondieron al tratamiento 3 (0-100-0) con 4.44% y al tratamiento 9 (200-0-0) los más altos con 5.21% y un rendimiento de 921.99 kg.ha<sup>-1</sup>, el testigo dio 4.59% con un rendimiento anual de 629.75 kg.ha<sup>-1</sup>. Los valores de proteína encontrados son similares a los reportados por Gerardo y Oliva (1982), y Gerardo y Thompson (1985), de 5.2 y 6.2% respectivamente.

Al hacer el análisis de varianza (cuadro 53), se encontró un coeficiente de variación de 11.7% y respuesta significativa al 1% entre las distintas épocas en que se llevó a cabo el experimento, no habiendo una respuesta a la aplicación de nitrógeno y fósforo satisfactoria, ya que en la época de sequía es cuando se lleva a cabo el máximo aprovechamiento de nitrógeno por el pasto. La diferencia mínima significativa al 5% fue de 0.96% y los mejores tratamientos fueron el 6 (100-50-0), 9 (200-0-0) y 4 (0-150-0).

Cenizas. El contenido de cenizas fue en general mayor en el segundo corte (época invernal), manteniéndose en la mayor parte de los tratamientos rendimientos superiores al 9%, con un testigo que dio 8.8% y un contenido máximo de 12% para el tratamiento 5 (100-0-0). En la época de lluvia (1er corte) el comportamiento fue heterogéneo y el testigo de este corte fue el más alto de todas las evaluaciones con 10.32%, aquí el tratamiento 11 (200-100-0) alcanzó 12.9% y el 3 (0-100-0) sólo 6.06% (Cuadros 48 y 49).

En la época de sequía (Cuadro 50), los contenidos de cenizas fueron los más bajos con un testigo que rindió 7.7% y el máximo rendimiento lo encontramos en el tratamiento 9 (200-0-0) con 9.77%, el tratamiento 13 (300-0-0) fue el de más bajos rendimientos con 6.91%.

En el promedio de los tres bloques (Cuadro 51), el tratamiento 11 (200-100-0) fue el que obtuvo los valores más altos con 10.77% y el 4 (0-150-0) el más bajo con 7.95 %, con un testigo que dio 8.94%. Estos valores son más altos que los reportados por Flores (1985), quien encontró 6.6%.

El análisis de varianza (Cuadro 53), nos indica una variación de 12.59% y una diferencia mínima significativa al 1% de 2.76, con el tratamiento 11 (200-100-0) y de igual forma que en los contenidos de proteína hubo respuesta significativa al 1% sólo para las distintas épocas de producción, siendo la época invernal en donde hubo una mayor absorción de nutrientes por el pasto, debido a las condiciones de humedad, temperatura y edáficas presentes.

Extracto etéreo. Los contenidos más altos se encontraron en la época de invierno (2o corte), con valores de 2.69 a 4.59% para los tratamientos 3 (0-100-0) y 19 (200-50-0) respectivamente y un testigo con 3.39% (Cuadro 49). Y los más bajos en la época de lluvia (1er corte), siendo el tratamiento 9 (200-0-0) con 1.61% el más bajo y el 3 (0-100-0) con 3.98% el que obtuvo el máximo rendimiento, con un testigo que dio 2.87% (Cuadro 48).

En la época de sequía (3er corte), el mejor tratamiento fue el 14 (300-50-0) con 4.47% y el valor más bajo correspondió al testigo con valores de 2.26% (Cuadro 50).

En la evaluación total (Cuadro 51), el tratamiento 14 (300-50-0) fue el que presentó el valor más alto con 3.67%, con un testigo que rindió 2.84%, el contenido más bajo correspondió al tratamiento 9 (200-0-0) con 2.73%. Estos contenidos fueron mayores que los reportados por Flores (1985), quien encontró 0.90%.

El análisis de varianza (Cuadro 53) indica una variación de 15.49% y una respuesta significativa al 5% entre las diferentes épocas de producción, con una diferencia mínima significativa al 5% de 0.83% y con el tratamiento 14 (300-50-0) como el mejor.

CUADRO 48. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BRONATOLÓGICOS DEL PASTO PARA (*Brachiaria mutica*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. PRIMERA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETERE %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	13.95	4.10	70.61	29.39	10.32	2.87	3.33	136.53
100-50	9.82	2.88	70.67	29.33	8.06	3.20	4.34	124.99
100-100	13.10	3.54	72.98	27.02	6.06	3.98	3.22	113.99
100-150	12.78	3.23	74.73	25.27	7.01	2.86	4.30	138.89
1100-00	13.65	3.78	72.31	27.69	10.49	2.97	3.62	136.84
1100-50	11.40	3.05	73.25	26.75	11.64	2.73	4.11	125.36
1100-100	15.50	3.80	75.48	24.52	10.03	2.12	5.11	194.18
1100-150	10.86	2.86	73.66	26.34	8.16	2.47	3.44	98.38
1200-00	10.50	2.85	72.86	27.14	8.44	1.61	4.47	127.40
1200-50	14.06	3.70	73.68	26.32	7.66	2.22	3.44	127.28
1200-100	17.48	4.81	72.48	27.52	12.90	1.83	4.41	212.12
1200-150	13.25	2.95	77.74	22.26	8.97	2.11	3.17	93.52
1300-00	12.75	3.28	74.27	25.73	9.65	2.78	5.76	188.93
1300-50	14.38	4.02	72.04	27.96	8.79	2.59	4.25	170.85
1300-100	13.33	3.16	76.29	23.71	10.39	3.13	3.62	114.39
1300-150	12.43	3.03	75.62	24.38	8.83	3.11	3.31	100.29

P205

t.ha <sup>-1</sup> corte	0	50	100	150	X
0	4.10	2.88	3.54	3.23	3.44
100	3.78	3.05	3.80	2.86	3.37
200	2.85	3.70	4.81	2.95	3.58
300	3.28	4.02	3.16	3.03	3.37
X	3.50	3.41	3.83	3.02	3.44

DMS= 1.85% al 1%      DMS= 1.37% al 5%  
Mejor tratamiento 200-100-0

CUADRO 49. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DEL PASTO PARA (*Brachiaria mutica*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. SEGUNDA EVALUACION PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETHERED %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	19.26	4.98	74.14	25.86	8.80	3.39	4.88	243.02
100-50	16.86	4.82	71.41	28.59	11.12	3.51	4.91	236.66
100-100	17.63	4.94	71.98	28.02	10.57	2.69	4.69	231.69
100-150	17.80	4.96	72.13	27.87	8.61	3.71	4.24	210.30
1100-00	24.26	6.18	74.53	25.47	12.00	3.44	4.17	257.71
1100-50	20.46	6.18	69.79	30.21	11.75	3.79	5.04	311.47
1100-100	19.68	5.91	69.97	30.03	10.40	3.13	4.06	239.95
1100-150	19.30	5.79	70.00	30.00	9.19	3.45	3.43	198.60
1200-00	21.64	7.57	65.02	34.98	9.97	3.80	4.08	308.86
1200-50	27.80	8.16	70.65	29.35	8.98	4.59	4.55	371.28
1200-100	23.63	6.84	71.05	28.95	10.70	2.74	4.30	294.12
1200-150	30.23	8.90	70.56	29.44	11.92	2.96	4.05	360.45
1300-00	28.43	8.12	71.44	28.56	10.50	3.18	3.62	293.94
1300-50	23.26	7.30	68.62	31.38	9.90	3.94	3.74	273.02
1300-100	27.53	7.92	71.23	28.77	9.02	3.95	4.74	375.41
1300-150	26.86	8.06	69.99	30.01	10.13	3.02	4.44	357.86

P205

t.ha <sup>-1</sup> corte <sup>-1</sup>	0	50	100	150	X
0	4.98	4.82	4.94	4.96	4.93
100	6.18	6.18	5.91	5.79	6.02
200	7.57	8.16	6.84	8.90	7.87
300	8.12	7.30	7.92	8.06	7.85
X	6.71	6.62	6.40	6.93	6.66

DMS = 2.46% al 1%      DMS = 1.82% al 5%  
Mejor tratamiento 200-150-0

CUADRO 50. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BIOMATOLÓGICOS DEL PASTO PARA (*Brachiaria mutica*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. TERCERA EVALUACION. PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETHERO %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	12.72	4.64	63.52	36.48	7.70	2.26	5.57	258.45
100-50	14.26	3.99	72.02	27.98	9.22	2.97	5.70	227.43
100-100	11.51	3.40	70.46	29.54	9.38	3.08	5.42	184.28
100-150	9.80	3.62	63.06	36.94	8.22	3.74	7.07	255.93
1100-00	13.83	4.97	64.06	35.94	8.28	3.00	5.55	275.84
1100-50	15.53	4.94	68.19	31.81	8.46	2.74	6.49	320.61
1100-100	15.46	4.92	68.18	31.82	8.31	3.80	5.94	292.25
1100-150	18.68	6.20	66.81	33.19	8.36	2.97	5.78	358.36
1200-00	22.12	8.01	63.79	36.21	9.77	2.78	7.08	567.11
1200-50	16.97	6.07	64.23	35.77	7.84	3.78	6.22	377.55
1200-100	19.22	7.36	61.71	38.29	8.71	3.98	5.85	430.56
1200-150	17.77	6.88	61.28	38.72	7.88	3.39	6.30	433.44
1300-00	20.13	6.73	66.57	33.43	6.91	3.36	5.77	388.32
1300-50	21.18	5.41	74.46	25.54	9.53	4.47	6.14	332.17
1300-100	14.57	5.34	63.35	36.65	9.50	2.78	6.54	349.24
1300-150	23.03	8.18	64.48	35.52	9.55	3.00	6.35	519.43

		P205				
t.ha <sup>-1</sup> corte <sup>-1</sup>		0	50	100	150	X
N	0	4.64	3.99	3.40	3.62	3.91
	100	4.97	4.94	4.92	6.20	5.26
	200	8.01	6.07	7.36	6.88	7.08
	300	6.73	5.41	5.34	8.18	6.42
	X	6.09	5.10	5.26	6.22	5.67

DMS= 2.66X al 1%      DMS= 1.97X al 5%  
 Mejor tratamiento 300-150-0, seguido del 200-0-0

CUADRO 51. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BRONATOLÓGICOS DEL PASTO PARA (*Brachiaria mutica*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. EVALUACION TOTAL PROMEDIO DE TRES CORTES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	RENDIMIENTO PESO FRESCO t.ha.año <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	RENDIMIENTO PESO SECO t.ha.año <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETHERED %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha.año <sup>-1</sup>
100-00	15.31	45.93	4.57	13.72	70.15	29.85	8.94	2.84	4.59	629.75
100-50	13.65	40.94	3.90	11.69	71.43	28.57	9.47	3.23	4.98	582.16
100-100	14.08	42.24	3.96	11.88	71.88	28.12	8.67	3.25	4.44	527.47
100-150	13.46	40.38	3.94	11.81	70.73	29.27	7.95	3.44	5.20	614.12
1100-00	17.25	51.74	4.98	14.93	71.13	28.87	10.26	3.14	4.45	664.39
1100-50	15.80	47.39	4.72	14.17	70.13	29.87	10.62	3.09	5.21	738.26
1100-100	16.88	50.64	4.88	14.63	71.09	28.91	9.58	3.02	5.04	737.35
1100-150	16.28	48.84	4.95	14.85	69.59	30.41	8.57	2.96	4.22	626.67
1200-00	18.09	54.26	6.14	18.43	66.06	33.94	9.36	2.73	5.21	960.20
1200-50	19.61	58.83	5.98	17.93	69.51	30.49	8.16	3.53	4.74	849.88
1200-100	20.11	60.33	6.34	19.01	68.47	31.53	10.77	2.85	4.85	921.99
1200-150	20.42	61.25	6.24	18.73	69.44	30.56	9.59	2.82	4.51	844.72
1300-00	20.44	61.31	6.04	18.13	70.45	29.55	9.02	3.11	5.05	915.56
1300-50	19.61	58.82	5.58	16.73	71.55	28.45	9.41	3.67	4.71	787.98
1300-100	18.48	55.43	5.47	16.42	70.40	29.60	9.64	3.29	4.97	816.07
1300-150	20.77	62.32	6.42	19.27	69.09	30.91	9.50	3.04	4.70	905.69

t.ha.año <sup>-1</sup>	P205				
	0	50	100	150	X
0	13.72	11.69	11.88	11.81	12.28
100	14.93	14.17	14.63	14.85	14.65
200	18.43	17.93	19.01	18.73	18.53
300	18.13	16.73	16.42	19.27	17.64
X	16.30	15.13	15.49	16.17	15.77

DMS= 1.46% al 1%      DMS= 1.07% al 5%  
 Mejor tratamiento 300-150-0, seguida del 200-100-0 y 200-150-0

CUADRO 52. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO PARA. PESO SECO

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
1er CORTE	REPETICIONES	3	13.31	4.43	14.06**
	FACTOR A	3	0.46	0.15	0.14
	ERROR (A)	9	9.81	1.09	
	FACTOR B	3	5.36	1.79	1.09
	ERROR (B)	9	14.80	1.65	
	INTERACCION	9	12.86	1.43	1.60
	ERROR (C)	27	32.08	0.89	
	TOTAL	63	88.68		

C.V.= 27.43% DMS= 1.85% al 1% DMS= 1.37 al 5%

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
2o CORTE	REPETICIONES	3	36.78	12.26	16.53**
	FACTOR A	3	100.87	33.62	117.9***
	ERROR (A)	9	16.91	1.88	
	FACTOR B	3	2.27	0.76	0.18
	ERROR (B)	9	38.61	4.29	
	INTERACCION	9	9.12	1.01	0.64
	ERROR (C)	27	56.69	1.57	
	TOTAL	63	261.26		

C.V.= 10.82% DMS= 2.46% al 1% DMS= 1.82% al 5%

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
3er CORTE	REPETICIONES	3	20.96	6.99	15.02**
	FACTOR A	3	92.94	30.98	122.3***
	ERROR (A)	9	12.52	1.39	
	FACTOR B	3	15.53	5.18	13.3***
	ERROR (B)	9	14.04	1.56	
	INTERACCION	9	22.34	2.48	1.35
	ERROR (C)	27	66.12	1.84	
	TOTAL	63	244.46		

C.V.= 23.90% DMS= 2.66% al 1% DMS= 1.97% al 5%

\*\*\*= significativo al 1%, \*\*= significativo al 5%  
 \*= significativo al 10%

CUADRO 53. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO PARA  
 PROMEDIO DE TRES CORTES, EVALUACION TOTAL.

IPESO FRESCO	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		771.49	385.75	125.6***
FACTOR A	3		263.05	87.68	15.82*
ERROR (A)	6		40.33	15.06	
FACTOR B	3		3.02	1.01	0.17
ERROR (B)	6		33.59	5.60	
INTERACCION	9		25.96	2.88	0.47
ERROR (C)	18		145.65	6.07	
TOTAL	47		1,333.11		

C.V. = 14.07% DMS = 5.79% al 1% DMS = 4.23% al 5%  
 Mejores tratamientos 16, 13, 12 y 11

IPESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		87.19	43.60	116.6***
FACTOR A	3		32.74	10.91	14.15*
ERROR (A)	6		15.78	2.63	
FACTOR B	3		1.24	0.41	0.55
ERROR (B)	6		4.55	0.76	
INTERACCION	9		1.76	0.20	0.50
ERROR (C)	18		9.32	0.39	
TOTAL	47		152.59		

C.V. = 11.86% DMS = 1.46% al 1% DMS = 1.07% al 5%  
 Mejor tratamiento 11, seguido del 12 y 16

IPROTEINA	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		41.74	20.87	176.4***
FACTOR A	3		0.11	0.04	0.13
ERROR (A)	6		1.64	0.27	
FACTOR B	3		0.41	0.14	0.43
ERROR (B)	6		1.90	0.32	
INTERACCION	9		3.77	0.42	1.32
ERROR (C)	18		7.58	0.32	
TOTAL	47		57.15		

C.V. = 11.7% DMS = 0.96% al 5%  
 Mejor tratamiento 6, seguido del 9 y 4

## CONTINUACION CUADRO 53

CENIZAS	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		20.76	10.38	17.69***
FACTOR A	3		6.40	2.13	1.58
ERROR (A)	6		8.09	1.35	
FACTOR B	3		3.62	1.21	1.53
ERROR (B)	6		4.74	0.79	
INTERACCION	9		18.21	2.02	1.46
ERROR (C)	18		33.17	1.38	
TOTAL	47		94.99		

C.V. = 12.59% DMS = 2.76% al 1% DMS = 2.02% al 5%  
 Mejor tratamiento 6, seguido del 9 y 4

EXTRACTO ETEREO	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		5.47	2.73	4.45**
FACTOR A	3		0.63	0.21	0.34
ERROR (A)	6		3.68	0.61	
FACTOR B	3		1.17	0.39	1.61
ERROR (B)	6		1.45	0.24	
INTERACCION	9		1.38	0.15	0.65
ERROR (C)	18		5.62	0.23	
TOTAL	47		19.40		

C.V. = 15.49% DMS = 0.83% al 5%  
 Mejor tratamiento 14

\*\*\* = significativo al 1%, \*\* = significativo al 5%  
 \* = significativo al 10%

### 6.3.3. PASTO HAWAIANO (*Digitaria pentzii* X *Digitaria melangiana*)

Peso fresco. La producción de materia verde fue más alta en la época de lluvia (1er corte), los valores encontrados en los distintos tratamientos son en general mayores a  $10 \text{ t.ha}^{-1}$ , siendo el tratamiento 15 (300-100-0) el que obtuvo los mayores rendimientos con  $14.4 \text{ t.ha}^{-1}$  y el 5 (100-0-0) el que registro los valores más bajos con  $8.8 \text{ t.ha}^{-1}$ , y un testigo que dio  $10.4 \text{ t.ha}^{-1}$ , el cual fue el más alto en todas las evaluaciones, ya que en los otros dos cortes el testigo fue el que presentó los rendimientos más bajos de materia verde (Cuadro 54).

En la época de sequía (3er corte), los rendimientos más altos se localizan en general en los tratamientos con las dosis más altas de nitrógeno y fósforo, siendo el tratamiento 16 (300-150-0) el más alto con  $13.6 \text{ t.ha}^{-1}$ , con un testigo que rindió  $5.01 \text{ t.ha}^{-1}$  (Cuadro 56).

Los contenidos más bajos se registraron en la época de invierno (2o corte), con rangos que variaron de  $5.26$  a  $12.40 \text{ t.ha}^{-1}$ , correspondiendo al testigo y al tratamiento 12 (200-150-0) respectivamente (Cuadro 55).

El comportamiento obtenido en producción de materia verde a través del año (Cuadro 57), muestra que los tratamientos con las dosis más altas de nitrógeno y fósforo obtuvieron los rendimientos más altos, correspondiendo al tratamiento 16 (300-150-0) el mejor con valores de  $11.37 \text{ t.ha}^{-1}.\text{corte}^{-1}$  y  $34.11 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ , y un testigo de  $6.89 \text{ t.ha}^{-1}.\text{corte}^{-1}$  y  $20.67 \text{ t.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$ , valor más bajo reportado.

El análisis estadístico (Cuadro 59), nos indica respuestas significativas al 5% para las distintas épocas y al 10% en

nitrógeno (Factor A). El coeficiente de variación fue de 12.99% y la diferencia mínima significativa al 1% de 2.84%, el mejor tratamiento fue el 16 (300-150-0), seguido del 12 (200-150-0) y el 9 (200-0-0). Estos resultados se deben a las condiciones climáticas y edáficas existentes durante el experimento, en donde se refleja que los tratamientos con nitrógeno sólo, tuvieron un mejor aprovechamiento por el pasto, en este caso la dosis de 200 kg.N.ha<sup>-1</sup> sería la más adecuada.

Peso seco. Se observa que en el primer corte (Cuadro 54) la producción de materia seca se mantuvo homogénea para la mayor parte de los tratamientos en contenidos superiores a 3 t.m.s.ha<sup>-1</sup>, encontrando rangos de 2.81 a 3.97 t.m.s.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos 5 (100-0-0) y 11 (200-100-0) respectivamente, con un testigo que produjo 3.45 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.

En el segundo corte (época invernal) los rendimientos en materia seca bajaron considerablemente con producciones de 2.38 t.m.s.ha<sup>-1</sup> para el tratamiento 4 (0-150-0) el más alto registrado, y un testigo que dio los rendimientos más bajos de 0.99 t.m.s.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 55).

Debido a los buenos contenidos de humedad registrados en los meses más calientes del año, la producción de materia seca para esta época (3er corte) fue un poco más baja que en la época de lluvia en general, sin embargo el tratamiento 16 (300-150-0) obtuvo los rendimientos más altos registrados durante el año con 4.95 t.m.s.ha<sup>-1</sup> y el testigo en este corte dio 1.83 t.m.s.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 56).

En la evaluación total (Cuadro 57), observamos que el tratamiento 16 (300-150-0) fue el que obtuvo los más altos rendimientos con 3.6 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 10.8 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, el tratamiento 2 (0-50-0) y el testigo fueron los más bajos

con 2.02 y 2.09 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 6.05 y 6.27 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> respectivamente.

Por ser un híbrido de formación reciente no existen aun reportes en la literatura sobre su comportamiento bajo fertilización, sin embargo para pastos del género *Digitaria* spp, Gerardo y Oliva (1982), registraron rendimientos de 16.3 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, al aplicar 270 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> bajo riego y de 12.7 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> con la misma dosis, pero sin riego. Paretas (1980), reporta rendimientos de 19.4 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, con una dosis de fertilización de 400 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>; Crespo (1985), por su parte obtuvo 13.89 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> al aplicar dosis de 340 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Los rendimientos más bajos los reportan Gerardo y Thompson (1985), con 4.38 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> fertilizando con 240 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

El análisis estadístico por corte (Cuadro 58), nos muestra que en la época de lluvia (1er corte), no obstante de haber obtenido los rendimientos más altos de materia seca, no hubo respuesta significativa entre bloques, nitrógeno y fósforo aplicado, debido al exceso de humedad presente y a las condiciones edáficas de inundación prevalecientes en este período. El coeficiente de variación fue de 20.22% y la diferencia mínima significativa al 5% de 0.98%.

En el corte de invierno (Cuadro 58), aunque hubo menor producción de materia seca, el aprovechamiento del fertilizante fosfatado fue mejor, siendo este significativo al 10% (Factor B); en este corte hubo una mayor variación de 41%, debido a que dos bloques permanecieron en condiciones de inundación por más tiempo y su recuperación más lenta, reflejándose estas condiciones en las producción de materia seca en general, por lo que encontramos una respuesta significativa entre bloques de 1%. Aunado a esto en la época invernal hay menor producción de forraje. La diferencia mínima significativa al 5% fue de 0.94%.

con los tratamientos 4 (0-0150-0) y 12 (200-150-0) como los mejores.

En la época de sequía (Cuadro 58), debido a los contenidos de humedad que hubo, el aprovechamiento del pasto a los fertilizantes aplicados fue mejor; encontrando respuesta significativa al 5% para el nitrógeno (Factor A) y de 10% para el fósforo (Factor B). En este corte la diferencia en producción de materia seca entre los diferentes tratamientos fue más homogénea. El coeficiente de variación fue de 24.95% y la diferencia mínima significativa de 1.19% al 5%, los mejores tratamientos fueron el 16 (300-150-0) y el 11 (200-100-0).

En el análisis estadístico de la evaluación total (Cuadro 59), encontramos diferencias significativas al 1% para las distintas épocas evaluadas y para fósforo (Factor B), con un coeficiente de variación de 10.03% y una diferencia mínima significativa de 0.64% al 1%, el mejor tratamiento fue el 16 (300-150-0), seguido de los tratamientos 12 (200-150-0) y 11 (200-100-0).

Proteína. La variación en el contenido de proteína para el primer y segundo corte (Cuadros 54 y 55) no fueron muy grandes, aunque en la época de lluvia se encuentran los valores más altos en el tratamiento 7 (100-100-0) con 7.01% con un rendimiento de 231.33 kg.ha<sup>-1</sup> y un testigo de 6.65% con un rendimiento de 229.43 kg.ha<sup>-1</sup>; y en la época de invierno el tratamiento 7 rindió 6.44%, con un testigo que dio 5.19%. El rendimiento más alto de proteína fue para el tratamiento 16 (300-150-0) con 166.65 kg.ha<sup>-1</sup> y para el testigo de 51.38 kg.ha<sup>-1</sup>.

En la época seca (Cuadro 56), los valores de proteína bajaron a 3.44% para el tratamiento 16 (300-150-0) y 4.75% para el 6 (100-50-0), el testigo dio 4.13%. El rendimiento más alto

de 170.28 kg.ha<sup>-1</sup> corresponde al tratamiento 16 (300-150-0) y de 75.58 kg.ha<sup>-1</sup> en el testigo.

En la evaluación total (Cuadro 57), encontramos valores de 4.44 a 5.84% para los tratamientos 15 (300-100-0) y 7 (100-100-0) respectivamente, el testigo obtuvo 5.32%. El rendimiento más alto fue para el tratamiento 16 (300-150-0) con 516.24 kg.ha<sup>-1</sup> y para el testigo de 333.56 kg.ha<sup>-1</sup>.

Los valores de proteína encontrados son más bajos que los reportados por Paretis (1960), con 10.6%, Butterworth (1961), con 11% y Gerardo y Thompson (1985), con 7%; reportando que los mayores valores de proteína se presentaron en las épocas de lluvia.

El análisis estadístico (Cuadro 59) muestra que hubo diferencias significativas al 1% en las diferentes épocas, al 5% para nitrógeno (Factor A) y 10% en las interacciones de nitrógeno-fósforo. El coeficiente de variación fue de 10.38%, la diferencia mínima significativa al 1% de 1.18% y el mejor tratamiento el 7 (100-100-0).

Cenizas. Los contenidos más bajos los encontramos en la época de lluvia (1er corte) variando éstos de 2.45 a 4.07%, en los tratamientos 2 (0-50-0) y 3 (0-100-0) respectivamente, el testigo rindió 2.88%. En el segundo corte (época invernal), los valores son los más altos registrados con 14.39% para el tratamiento 3 (0-100-0) y un testigo que dio 11.92%, el contenido más bajo lo encontramos en el tratamiento 9 (200-0-0) con 9.49%. En la época seca los valores se mantuvieron abajo del testigo que dio 8.76%, siendo el tratamiento 8 (100-150-0) el más bajo con 5.94% (Cuadros 54, 55 y 56).

En el promedio de los tres cortes (Cuadro 57) los contenidos van de 6.24 a 8.93% para los tratamientos 8 (100-150-0) y 3 (0-100-0) respectivamente, el testigo dio 7.85%.

El análisis estadístico (Cuadro 59) muestra respuesta significativa al 1, 10 y % para las distintas épocas, nitrógeno (Factor A) e interacciones (nitrógeno-fósforo) respectivamente, con una diferencia mínima significativa de 1.3 al 1% y un coeficiente de variación de 7.49%. El mejor tratamiento fue el 3 (0-100-0), seguido de los tratamientos 4 (0-150-0), 1 (0-0-0) y 5 (100-0-0).

Extracto etéreo. Aunque los valores más altos se encontraron en el primer corte (4.54% tratamiento 2), se observa en general, contenidos muy semejantes en la época de sequía (3er corte). El valor más bajo en el primer corte fue de 2.96%, con un testigo que dio 3.64%; en el segundo corte, los contenidos van de 2.75 a 3.7% para los tratamientos 3 (0-100-0) y 14 (300-50-0) y un testigo con 3.42% (Cuadros 54 y 56).

En el segundo corte (época invernal), los contenidos variaron de 2.01 a 3.60% para los tratamientos 15 (300-100-0) y el 4 (0-150-0), el testigo rindió 2.4% (Cuadro 55).

En la evaluación total (Cuadro 57), el tratamiento 15 (300-100-0) obtuvo los contenidos más bajos con 2.81% y el tratamiento 4 (0-150-0) los más altos con 3.57%, el testigo obtuvo 3.15%.

El análisis estadístico (Cuadro 59), muestra que hubo respuesta significativa al 1% y 5% para las diferentes épocas y fósforo solo (Factor B). Con un coeficiente de variación de 10.86% y una diferencia mínima significativa de 0.59% al 5%. El

mejor tratamiento fue el 4 (0-150-0), seguido del 8 (100-150-0).

CUADRO 54. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DEL PASTO HAWAIANO (*Digitaria pentzii* X *Digitaria melangiana*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO PRIMERA EVALUACION. PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETÉREO %	PROTEÍNA %	RENDIMIENTO kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	10.40	3.45	66.83	33.17	2.88	3.64	6.65	229.43
100-50	9.80	3.14	67.96	32.04	2.45	4.54	5.51	173.01
100-100	10.30	3.42	66.80	33.20	4.07	3.65	4.99	170.66
100-150	10.70	3.14	70.65	29.35	3.78	3.93	4.26	133.76
1100-00	8.80	2.81	68.07	31.93	3.58	3.84	4.30	120.83
1100-50	10.30	3.38	67.18	32.82	3.12	3.61	5.95	201.11
1100-100	10.10	3.30	67.33	32.67	3.23	2.96	7.01	231.33
1100-150	11.10	3.30	70.27	29.73	3.10	3.99	5.62	185.46
1200-00	13.40	2.83	78.88	21.12	2.59	3.92	5.58	157.91
1200-50	10.90	3.04	72.11	27.89	3.44	3.18	5.36	162.94
1200-100	9.80	3.97	59.49	40.51	3.69	3.85	5.43	215.57
1200-150	10.90	3.81	65.05	34.95	2.88	3.85	5.29	201.55
1300-00	12.30	3.20	73.98	26.02	3.31	3.88	6.67	213.44
1300-50	13.90	3.23	76.76	23.24	2.67	3.05	6.06	195.74
1300-100	14.40	3.59	75.07	24.93	3.04	3.29	4.96	178.06
1300-150	12.90	3.80	70.54	29.46	3.01	3.20	5.21	197.98

## P205

t.ha <sup>-1</sup> corte <sup>-1</sup>	0	50	100	150	X
0	3.45	3.14	3.42	3.14	3.29
100	2.81	3.38	3.30	3.30	3.20
200	2.83	3.04	3.97	3.81	3.41
300	3.20	3.23	3.59	3.80	3.46
X	3.07	3.20	3.57	3.51	3.34

DMS= 0.98% al 5%

Mejores tratamientos 200-100-0 y 200-150-0

CUADRO 55. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS DEL PASTO HAWAIANO (*Digitaria pentzii* X *Digitaria melangiana*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO. SEGUNDA EVALUACION. PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETereo %	PROTEINA %	RENDIMIENTO kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	5.26	0.99	81.18	18.82	11.92	2.40	5.19	51.38
100-50	6.31	1.19	81.14	18.86	11.73	2.35	4.81	57.24
100-100	9.38	1.48	84.22	15.78	14.39	2.27	5.00	74.00
100-150	7.18	2.38	66.85	33.15	11.69	3.60	6.06	144.23
1100-00	5.76	1.14	80.21	19.79	11.47	2.29	5.19	59.17
1100-50	7.21	1.81	74.90	25.10	11.25	2.68	4.56	82.54
1100-100	7.13	1.23	82.75	17.25	9.84	2.65	6.44	79.21
1100-150	5.72	2.06	63.99	36.01	9.68	3.05	4.75	97.85
1200-00	9.96	1.61	83.84	16.16	9.49	3.00	4.38	70.52
1200-50	5.65	1.02	81.95	18.05	11.43	2.35	4.63	47.23
1200-100	6.87	1.52	77.87	22.13	12.06	2.32	5.19	78.89
1200-150	12.40	2.34	81.13	18.87	11.04	2.48	4.75	111.15
1300-00	8.37	1.63	80.53	19.47	10.16	2.36	5.06	82.48
1300-50	6.30	1.22	80.63	19.37	10.80	2.82	5.38	65.64
1300-100	6.88	1.97	71.37	28.63	11.26	2.01	4.56	89.83
1300-150	7.61	2.05	73.06	26.94	12.17	2.15	5.69	116.65

t.ha <sup>-1</sup> corte <sup>-1</sup>	P205				
	0	50	100	150	X
0	0.99	1.19	1.48	2.38	1.51
100	1.14	1.81	1.23	2.06	1.56
200	1.61	1.02	1.52	2.34	1.62
300	1.63	1.22	1.97	2.05	1.72
X	1.34	1.31	1.55	2.21	1.60

DMS= 0.94% a 1 5%

Mejores tratamiento 0-150-0, seguido del 200-150-0

CUADRO 56. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS DEL PASTO HAMATANO (*Digitaria pentzii* X *Digitaria melangiana*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO TERCERA EVALUACION. PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETereo %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	5.01	1.83	63.47	36.53	8.76	3.42	4.13	75.58
100-50	5.23	1.72	67.11	32.89	8.73	3.08	4.06	69.83
100-100	7.09	2.12	70.10	29.90	8.34	2.75	3.63	76.96
100-150	6.90	2.29	66.81	33.19	8.13	3.19	3.81	87.25
1100-00	8.13	3.12	61.62	38.38	8.46	3.67	3.63	113.26
1100-50	9.06	3.30	63.58	36.42	8.07	3.46	4.75	156.75
1100-100	9.71	3.71	61.79	38.21	8.15	3.57	4.06	150.63
1100-150	8.71	3.13	64.06	35.94	5.94	3.30	4.19	131.15
1200-00	10.22	3.43	66.44	33.56	7.35	3.13	3.63	124.51
1200-50	9.08	2.99	67.07	32.93	7.31	3.08	3.50	104.65
1200-100	12.68	4.59	63.80	36.20	7.15	3.32	3.50	160.65
1200-150	10.61	4.15	60.89	39.11	6.28	3.67	3.50	145.25
1300-00	10.15	3.57	64.83	35.17	7.36	3.41	4.19	149.58
1300-50	10.48	3.86	63.17	36.83	7.80	3.70	4.19	161.73
1300-100	11.83	3.91	66.95	33.05	7.84	3.12	3.81	148.97
1300-150	13.60	4.95	63.60	36.40	7.67	3.61	3.44	170.28

P205

t.ha.corte <sup>-1</sup>	0	50	100	150	X
0	1.83	1.72	2.12	2.29	1.99
100	3.12	3.30	3.71	3.13	3.31
200	3.43	2.99	4.59	4.15	3.79
300	3.57	3.86	3.91	4.95	4.07
X	2.99	2.97	3.58	3.63	3.29

DMS= 2.66% al 1%      DMS= 1.97% al 5%  
Mejores tratamiento 300-150-0, seguido del 200-100-0

CUADRO 57. RESULTADOS DE LOS ANALISIS DRUMATOLOGICOS DEL PASTO HAWAIIANO (*Digitaria pentzii* X *Digitaria melangiana*) Y REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO Y FOSFATADO EN PESO SECO EVALUACION TOTAL. PROMEDIO DE TRES CORTES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	RENDIMIENTO PESO FRESCO t.ha.año <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	RENDIMIENTO PESO SECO t.ha.año <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETHEREO %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha.año <sup>-1</sup>
100-00	6.89	20.67	2.09	6.27	69.67	30.33	7.85	3.15	5.32	333.56
100-50	7.11	21.34	2.02	6.05	71.59	28.41	7.64	3.32	4.79	289.80
100-100	8.92	26.77	2.34	7.02	73.77	26.23	8.93	2.89	4.54	318.71
100-150	8.26	24.78	2.60	7.81	68.52	31.48	7.97	3.57	4.71	367.85
1100-00	7.56	22.69	2.36	7.07	68.78	31.22	7.84	3.27	4.37	308.96
1100-50	8.86	26.57	2.83	8.49	68.06	31.94	7.48	3.25	5.09	432.14
1100-100	8.98	26.94	2.75	8.24	69.38	30.62	7.07	3.06	5.84	481.22
1100-150	8.51	25.53	2.83	8.49	66.75	33.25	6.24	3.45	4.85	411.77
1200-00	11.19	33.58	2.62	7.87	76.59	23.41	6.48	3.35	4.53	356.51
1200-50	8.54	25.63	2.35	7.05	72.48	27.52	7.39	2.87	4.50	317.25
1200-100	9.78	29.35	3.36	10.08	65.64	34.36	7.63	3.16	4.71	474.77
1200-150	11.30	33.91	3.43	10.30	69.65	30.35	6.73	3.33	4.51	464.53
1300-00	10.27	30.82	2.80	8.40	72.74	27.26	6.94	3.22	5.31	446.04
1300-50	10.23	30.68	2.77	8.31	72.92	27.08	7.09	3.19	5.21	432.95
1300-100	11.04	33.11	3.16	9.47	71.38	28.62	7.38	2.81	4.44	420.47
1300-150	11.37	34.11	3.60	10.80	68.34	31.66	7.62	2.99	4.78	516.24

t.ha.año <sup>-1</sup>	P205				
	0	50	100	150	X
0	6.27	6.05	7.02	7.81	6.79
100	7.07	8.49	8.24	8.49	8.07
200	7.87	7.05	10.08	10.30	8.83
300	8.40	8.31	9.47	10.80	9.25
X	7.40	7.48	8.70	9.35	8.23

DMS= 0.64% al 1%      DMS= 0.47% al 5%  
 Mejores tratamiento 300-150-0, seguido del 200-150-0 y 200-100-0

CUADRO 58. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO HAMATANO, PESO SECO

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
1er. CORTE	REPETICIONES	3	1.02	0.34	1.09
	FACTOR A	3	0.70	0.23	0.74
	ERROR (A)	9	2.83	0.31	
	FACTOR B	3	2.73	0.91	0.98
	ERROR (B)	9	8.32	0.92	
	INTERACCION	9	3.18	0.35	0.78
	ERROR (C)	27	16.39	0.46	
	TOTAL	63	35.19		

C.V. = 20.22%

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
2o. CORTE	REPETICIONES	3	57.83	19.28	71.2***
	FACTOR A	3	0.21	0.07	0.26
	ERROR (A)	9	2.44	0.27	
	FACTOR B	3	9.48	3.16	13.7*
	ERROR (B)	9	7.69	0.85	
	INTERACCION	9	3.66	0.41	0.97
	ERROR (C)	27	15.13	0.42	
	TOTAL	63	96.43		

C.V. = 41%

PESO SECO	FV	GL	SC	CM	FC
3er. CORTE	REPETICIONES	3	17.14	5.71	1.78
	FACTOR A	3	40.95	13.65	14.24**
	ERROR (A)	9	28.92	3.21	
	FACTOR B	3	6.28	2.09	13.05*
	ERROR (B)	9	6.17	0.69	
	INTERACCION	9	5.90	0.66	0.97
	ERROR (C)	27	24.30	0.88	
	TOTAL	63	129.67		

C.V. = 24.95%

CUADRO 59. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO HAWAIIANO  
 PROMEDIO DE TRES CORTES, EVALUACION TOTAL.

¡PESO FRESCO	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡REPETICIONES	¡ 2	¡	120.18	60.09	19.39**
¡FACTOR A	¡ 3	¡	69.51	23.17	13.62*
¡ERROR (A)	¡ 6	¡	38.37	6.40	
¡FACTOR B	¡ 3	¡	11.28	3.76	2.78
¡ERROR (B)	¡ 6	¡	8.11	1.35	
¡INTERACCION	¡ 9	¡	18.99	2.11	1.45
¡ERROR (C)	¡18	¡	35.04	1.46	
¡TOTAL	¡47	¡	301.50		

C.V.= 12.99% DMS= 2.07% al 5% DMS= 2.84% al 1%  
 Mejor tratamiento 16, seguido del 12 y 9

¡PESO SECO	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡REPETICIONES	¡ 2	¡	31.30	15.65	16.1***
¡FACTOR A	¡ 3	¡	4.65	1.55	1.59
¡ERROR (A)	¡ 6	¡	5.82	0.97	
¡FACTOR B	¡ 3	¡	3.64	1.21	9.99***
¡ERROR (B)	¡ 6	¡	0.73	0.12	
¡INTERACCION	¡ 9	¡	1.41	0.16	1.73
¡ERROR (C)	¡18	¡	1.82	0.08	
¡TOTAL	¡47	¡	49.37		

C.V.= 10.03% DMS=0.47% al 5% Mejores tratamientos 16, 12 y 11  
 DMS= 0.64% al 1% Mejor tratamiento 16, seguido 12 y 11

¡PROTEINA	¡ FV	¡GL	¡ SC	¡ CM	¡ FC
¡REPETICIONES	¡ 2	¡	24.10	12.05	148.4***
¡FACTOR A	¡ 3	¡	1.51	0.50	6.18**
¡ERROR (A)	¡ 6	¡	0.49	0.08	
¡FACTOR B	¡ 3	¡	0.27	0.09	0.27
¡ERROR (B)	¡ 6	¡	2.00	0.33	
¡INTERACCION	¡ 9	¡	5.63	0.63	2.47*
¡ERROR (C)	¡18	¡	6.07	0.25	
¡TOTAL	¡47	¡	40.07		

C.V.= 10.38% DMS= 0.86% al 5% DMS= 1.18% al 1%  
 Mejor tratamiento el 7

CONTINUACION CUADRO 59

CENIZAS	FV	GL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	2	526.88	263.44	1343***
FACTOR A	3	3	7.76	2.59	13.37*
ERROR (A)	6	6	4.60	0.77	
FACTOR B	3	3	2.66	0.89	1.57
ERROR (B)	6	6	3.38	0.56	
INTERACCION	9	9	8.12	0.90	2.94**
ERROR (C)	18	18	7.34	0.31	
TOTAL	47	47	560.75		

C.V. = 7.49%

DMS = 0.95% al 5% DMS = 1.3% al 1% Mejor tratamiento el 3, seguido del

EXTRACTO ETHERO:	FV	GL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	2	10.31	5.16	129.2***
FACTOR A	3	3	0.31	0.10	0.58
ERROR (A)	6	6	1.06	0.18	
FACTOR B	3	3	0.83	0.28	0.78**
ERROR (B)	6	6	0.19	0.03	
INTERACCION	9	9	0.92	0.10	0.86
ERROR (C)	18	18	2.86	0.12	
TOTAL	47	47	16.48		

C.V. = 10.86% DMS = 0.59% al 5%

#### 6.3.4. PASTO BERMUDA (*Cynodon dactylon*)

Peso fresco. En el primer corte (época de lluvia), encontramos los rendimientos más altos de materia verde, siendo el tratamiento 16 (300-150-0) el que obtuvo los rendimientos más altos, con 17.60 t.ha<sup>-1</sup> y el 2 (0-50-0) el más bajo con 10.71 t.ha<sup>-1</sup> y un testigo que rindió 13.23 t.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 60).

En la época invernal (2o corte), los rendimientos de materia verde disminuyen, encontrando los valores más altos en las dosis altas de nitrógeno y fósforo; éstos variaron de 5.76 a 11.71 t.ha<sup>-1</sup> para los tratamientos 3 (0-100-0) y 14 (300-50-0) respectivamente, el testigo obtuvo rendimientos de 6.04 t.ha<sup>-1</sup> (Cuadro 61).

Los contenidos en materia verde, en general los más bajos del año, los encontramos en la época de sequía (Cuadro 62). Los rendimientos van de 2.12 a 16.76 t.ha<sup>-1</sup>, para el testigo y el tratamiento 16 (300-150-0) respectivamente.

En la evaluación total (Cuadro 63), los rangos encontrados varían de 6.56 a 15.17 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> en los tratamientos 2 (0-50-0) y 16 (300-150-0), el rendimiento para el tratamiento 16 (300-150-0) fue de 45.51 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y para el testigo de 7.13 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y 21.39 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

El análisis estadístico, indica un coeficiente de variación de 11.65% y respuesta significativa al 1% para las diferentes épocas, y al 5% para nitrógeno sólo (Factor A) y para nitrógeno-fósforo (Interacción), con una diferencia mínima significativa de 1.41% al 1%, con el tratamiento 16 (300-150-0) como el mejor, seguido del 14 (300-50-0).

Peso seco. La variación del rendimiento de materia seca fue similar que en el observado en la producción de materia verde; encontrando los valores más altos en la época de lluvia (Cuadro 60), con valores que varían de 4.67 a 7.77 t.ha<sup>-1</sup> en los tratamientos 2 (0-50-0) y 14 (300-50-0) respectivamente, y un testigo que obtuvo 5.57 t.ha<sup>-1</sup>.

En el invierno los valores disminuyeron (Cuadro 61), con valores que van de 2.45 a 5.09 t.ha<sup>-1</sup> en los tratamientos 2 (0-50-0) y 15 (300-100-0), con un testigo que dio 2.46 t.ha<sup>-1</sup>.

En la época seca (Cuadro 62), los valores en las dosis más altas de nitrógeno y fósforo son superiores que en el invierno, y el rendimiento más alto obtenido en el año correspondió al tratamiento 16 (300-150-0) con 8.90 t.ha<sup>-1</sup>, con un testigo que dio 1.14 t.ha<sup>-1</sup>, el contenido más bajo a lo largo del año.

Los rendimientos de materia seca en la evaluación total (Cuadro 63), van de 2.89 a 7.05 t.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup> y de 8.58 a 21.22 t.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> para los tratamientos 2 (0-50-0) y 16 (300-150-0) de manera similar que en los rendimientos de materia verde, en este caso el testigo obtuvo valores de 3.06 t.ha<sup>-1</sup>.

Rendimientos anuales mayores a los encontrados en este trabajo, son reportados por Serrano y Vazquez (1980), quienes obtuvieron 24.4 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, aplicando 360 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>; Gerardo y Thompson (1985), en la provincia de Cienfuegos, Cuba, con una precipitación media anual de 1221 mm y 25.2 °C de temperatura promedio, utilizando 250 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y 50 kg.P.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, reportan producciones anuales de 25.01 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, con baja producción en la época de sequía y mayor en la época de lluvias. Corbea y Fernández (1986), obtuvieron 22.5 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, fertilizando con 200 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, 50 kg.P.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y 50 kg.K.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Valores de rendimiento anual, menores a los reportados en este trabajo fueron reportados por Gerardo y Oliva (1982), en un suelo latosólico, con precipitaciones de 1330 mm y temperaturas de 24.8°C, con riego en época de sequía y fertilización de 270 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y 75 kg.P.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, de 14.0 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, con mayor producción en la época de lluvias. Estos mismos autores al aplicar 300 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y 100 de kg.P.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>, obtuvieron producciones de 20.2 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>. Valles de la Mora (1989), al fertilizar con 276 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> sobre suelos ácidos de Tlapacoyán, Veracruz, obtuvo 9.5 t.m.s.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

El análisis estadístico por corte (Cuadro 64), nos muestra que hubo respuesta significativa al 1 y 5% entre los bloques (primer y tercer corte respectivamente), debido principalmente al escurrimiento de agua en algunos de ellos, en la época de lluvia, y a la diferencia en topografía. De igual forma, hubo respuesta significativa a las dosis de nitrógeno sólo (Factor A), de 10% para el primer corte y 1% en el segundo y tercer corte. En las dosis de fósforo sólo (Factor B) e interacciones (nitrógeno-fósforo) no hubo respuesta. Los coeficientes de variación fueron de 22.77, 19.99 y 37.82%, para el primero, segundo y tercer corte respectivamente. La diferencias mínima significativa en el primer corte al 1% fue de 2.77%, el mejor tratamiento fue el 14 (300-50-0), seguido del 16 (300-150-0); en el segundo de 1.51% al 1%, con el tratamiento 15 (300-100-0) como el mejor, seguido del 14 (300-50-0) y 16 (300-150-0); en el tercer corte la diferencia mínima significativa fue de 3.02% al 1% y el mejor tratamiento el 16 (300-150-0), seguido del 14 (300-50-0).

El coeficiente de variación encontrado en el análisis estadístico de la evaluación total (Cuadro 65), fue de 12.76%, con una respuesta significativa al 5% para las diferentes

épocas, nitrógeno sólo (Factor A) e interacción del nitrógeno-fósforo. La diferencia mínima significativa al 1% fue de 1.41%, siendo el tratamiento 16 (300-150-0) el mejor, seguido del 14 (300-50-0).

Proteína. Los contenidos más altos, se registraron en la época de lluvia (Cuadro 6), manteniéndose algunos más bajos que el testigo, éstos van de 8.64 a 11.14% para los tratamientos 12 (200-150-0), 11 (200-100-0), 5 (100-0-0) y 13 (300-0-0), correspondiendo el valor más alto al tratamiento 13 (300-0-0), el testigo obtuvo 10.69%.

En la segunda evaluación (época invernal), los contenidos aunque más bajos, se mantienen más homogéneos que en el corte anterior, con valores que van de 3.88 a 6.25% para los tratamientos 16 (300-150-0) y 14 (300-50-0) respectivamente y un testigo que dio 4.88%.

En la época de sequía, los contenidos en la mayor parte de los tratamientos son más altos que en la época invernal, no llegando el valor más alto de 5.5% para el tratamiento 2 (0-50-0) a superar al tratamiento 14 (300-50-0) del corte anterior. En este corte el valor más bajo fue de 4.31% en el tratamiento 13 (300-0-0), con un testigo que dio 5.31%.

En la evaluación total (Cuadro 63), los contenidos de proteína van de 5.54 a 7.55% en los tratamientos 5 (100-0-0) y 9 (200-0-0), con un testigo que rindió 7.95%.

Gerardo y Thompson (1985), reportan valores de proteína bruta de 7.2 a 8.6%; Gerardo y Oliva (1982), encontraron valores de 4.9 a 6.3%.

En el análisis estadístico (Cuadro 65), observamos respuesta sólo para las diferentes épocas del año, con un coeficiente de variación de 8.71% y una diferencia mínima significativa de 1.34% al 1%. Como ya se observó en los contenidos de proteína por corte no se tienen diferencias grandes entre los diferentes tratamientos, los cuales son estadísticamente iguales, sin embargo al ver el rendimiento de proteína al año (Cuadro 63), se tienen diferencias considerables entre el testigo y las dosis bajas de fertilización con respecto a las dosis más altas. Encontrando los rendimientos más altos de proteína en el tratamiento 14 (300-50-0) con 1 377.32 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y de 1 366.57 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> en el tratamiento 16 (300-150-0), mientras que el testigo rindió 646.49 kg.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

Cenizas. En el primer corte (época de lluvia), tenemos los contenidos más bajos registrados, con una variación de 2.05 a 4.13% en los tratamientos 7 (100-100-0) y 9 (200-0-0) respectivamente, y un testigo que obtuvo 3.27% (Cuadro 60).

En el segundo y tercer corte (Cuadros 61 y 62), los contenidos de cenizas no tuvieron mucha variación, encontrando para el segundo corte, contenidos que van de 6.07 a 8.17% en los tratamientos 6 (100-50-0) y 14 (300-50-0) respectivamente y de 7.95% en el testigo; en el tercer corte los valores variaron de 6.08 a 8.43% en el tratamiento 13 (300-0-0) y testigo respectivamente.

En la evaluación total (Cuadro 63), hubo una variación de 4.98 a 6.78% en los tratamientos 16 (300-150-0) y 14 (300-50-0) respectivamente y de 6.55% para el testigo. Estos valores son más altos que los reportados por Flores (1985).

En el Cuadro 65, se indican respuestas significativas al 1% para las diferentes épocas del año y respuestas al 5 y 10% en las dosis con fósforo sólo (Factor B) e interacción nitrógeno-fósforo; con un coeficiente de variación de 9.57% y una diferencia mínima significativa al 1% de 1.28%, siendo el tratamiento 14 (300-50-0) el mejor, seguido del testigo.

Extracto etéreo. En la época de lluvia (Cuadro 60), se tienen los valores más bajos, siendo el testigo el que obtuvo el mayor contenido con 7.83% y el tratamiento 9 (200-0-0) el más bajo con 4.24%.

En la época de invierno (Cuadro 61), los contenidos ascienden hasta 13.6% en el tratamiento 4 (0-150-0) y de 8.78% para el testigo. En general, los valores más altos a lo largo del año, se registran en ésta época.

En la época de sequía (Cuadro 62), los contenidos son más bajos que en el invierno, encontrando una variación de 6.02 a 10.86% en los tratamientos 10 (200-50-0) y 9 (200-0-0) y de 6.35% en el testigo.

En la evaluación total (Cuadro 63) los rangos encontrados van de 7.2 a 9.1% en los tratamientos 3 (0-100-0) y 4 (0-150-0) respectivamente, con un testigo que dio 7.65%. Estos contenidos son superiores a los reportados por Flores (1985), quien encontró 1.3%.

El análisis estadístico (Cuadro 65), indica que no hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos, comportándose estos estadísticamente igual, sólo hubo respuesta al 1% en las diferentes épocas del año. El coeficiente de variación fue de 16.42%.

CUADRO 60. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLOGICOS  
DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (Cynodon dactylon) Y  
REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO  
Y FOSFATADO EN PESO SECO. PRIMERA EVALUACION  
PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETHEREO %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	13.23	5.57	57.90	42.10	3.27	7.83	10.69	595.43
100-50	10.71	4.67	56.40	43.60	3.46	6.85	10.00	467.00
100-100	13.80	5.72	58.55	41.45	3.64	4.66	9.10	520.52
100-150	13.79	5.63	59.17	40.83	3.40	5.04	9.50	534.85
1100-00	13.60	5.39	60.37	39.63	2.27	5.27	8.64	465.70
1100-50	14.05	6.02	57.15	42.85	3.07	7.10	10.46	629.69
1100-100	16.29	7.08	56.54	43.46	2.05	5.46	10.00	708.00
1100-150	12.55	5.34	57.45	42.55	2.61	6.02	9.10	485.94
1200-00	16.20	6.92	57.28	42.72	4.13	4.24	10.69	739.75
1200-50	14.50	6.23	57.03	42.97	2.39	5.79	9.30	579.39
1200-100	16.10	7.00	56.52	43.48	3.00	5.26	8.64	604.80
1200-150	14.96	6.58	56.02	43.98	2.73	5.79	8.64	568.51
1300-00	14.33	6.16	57.01	42.99	3.94	4.40	11.14	686.22
1300-50	16.47	7.77	52.82	47.18	4.00	7.68	9.30	722.61
1300-100	12.57	5.38	57.20	42.80	2.14	6.11	10.00	538.00
1300-150	17.60	7.41	57.90	42.10	2.58	6.74	9.10	674.31

P205

t.ha <sup>-1</sup> corte <sup>-1</sup>	0	50	100	150	X
0	5.57	4.67	5.72	5.63	5.40
100	5.39	6.02	7.08	5.34	5.96
200	6.92	6.23	7.00	6.58	6.68
300	3.16	7.77	5.38	7.41	5.93
X	5.26	6.17	6.30	6.24	5.99

DMS= 2.77% al 1%      DMS= 2.05% al 5%  
Mejor tratamiento 300-50-0, seguido del 300-150-0

CUADRO 61. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS  
DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (*Cynodon dactylon*) Y  
REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO  
Y FOSFATADO EN PESO SECO, SEGUNDA EVALUACION  
PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETÉREO %	PROTEÍNA %	RENDIMIENTO PROTEÍNA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	6.04	2.46	59.27	40.73	7.95	8.78	4.88	120.05
100-50	6.06	2.45	59.57	40.43	6.43	9.65	4.81	117.85
100-100	5.76	2.48	56.94	43.06	6.19	10.11	5.19	128.71
100-150	6.41	2.71	57.72	42.28	6.82	13.60	4.81	130.35
1100-00	8.79	3.61	58.93	41.07	7.51	11.00	5.44	196.38
1100-50	8.93	3.90	56.33	43.67	6.07	10.51	4.81	187.59
1100-100	9.38	4.36	53.52	46.48	7.22	9.75	4.69	204.48
1100-150	7.86	3.16	59.80	40.20	7.00	10.53	5.00	158.00
1200-00	10.70	4.16	61.12	38.88	7.03	10.27	4.88	203.01
1200-50	10.38	4.68	54.91	45.09	7.35	10.44	4.69	219.49
1200-100	8.19	3.62	55.80	44.20	7.00	9.96	5.13	185.71
1200-150	9.40	4.50	52.13	47.87	6.67	11.01	4.63	208.35
1300-00	11.63	4.68	59.76	40.24	6.34	12.66	4.94	231.19
1300-50	11.71	5.03	57.05	42.95	8.17	8.43	6.25	314.38
1300-100	11.46	5.09	55.58	44.42	7.06	10.34	5.06	257.55
1300-150	11.15	4.91	55.96	44.04	6.07	11.35	3.88	190.51

		P205				
		0	50	100	150	- X
t.ha <sup>-1</sup>	corte <sup>-1</sup>	-----				
	0	2.46	2.45	2.48	2.71	2.53
N	100	3.61	3.90	3.36	3.16	3.51
	200	4.16	4.68	3.62	4.50	4.24
	300	4.68	5.03	5.09	4.91	4.93
	-					
	X	3.73	4.02	3.64	3.82	3.80

DMS= 1.51% al 1%      DMS= 1.12% al 5%  
Mejor tratamiento 300-100-0, seguido del 300-50-0 y 300-150-0

CUADRO 62. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS  
DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (Cynodon dactylon) Y  
REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO  
Y FOSFATADO EN PESO SECO, TERCERA EVALUACION  
PROMEDIO DE CUATRO BLOQUES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO t.ha <sup>-1</sup>	PESO SECO t.ha <sup>-1</sup>	HUMEDAD %	MATERIA SECA %	CENIZAS %	EXTRACTO ETHEREO %	PROTEINA %	RENDIMIENTO PROTEINA kg.ha <sup>-1</sup>
100-00	2.12	1.14	46.23	53.77	8.43	6.35	5.31	60.53
100-50	2.90	1.56	46.21	53.79	7.38	8.73	5.50	85.80
100-100	2.97	1.78	40.07	59.93	7.38	6.82	4.94	87.93
100-150	3.90	2.10	46.15	53.85	7.13	8.67	5.19	108.99
1100-00	5.64	3.08	45.39	54.61	7.85	7.04	5.31	163.55
1100-50	5.11	2.91	43.05	56.95	7.15	8.71	5.44	158.30
1100-100	7.43	4.08	45.09	54.91	6.80	9.67	5.19	211.75
1100-150	4.49	2.48	44.77	55.23	7.88	6.90	5.00	124.00
1200-00	5.90	3.06	48.14	51.86	6.42	10.86	4.50	137.70
1200-50	10.28	5.70	44.55	55.45	7.35	6.02	4.63	263.91
1200-100	10.80	5.93	45.09	54.91	6.98	7.37	4.88	289.38
1200-150	6.26	4.85	41.28	58.72	6.76	8.19	5.13	248.81
1300-00	9.68	5.48	43.39	56.61	6.08	7.31	4.31	236.19
1300-50	10.92	6.25	42.77	57.23	8.18	6.43	4.81	300.63
1300-100	10.83	5.82	46.26	53.74	6.34	5.34	5.25	305.55
1300-150	16.76	8.90	46.90	53.10	6.30	6.83	5.06	450.34

P205

t.ha <sup>-1</sup> corte <sup>-1</sup>	0	50	100	150	X
0	1.14	1.56	1.78	2.10	1.65
100	3.08	2.91	4.08	2.48	3.14
200	3.06	5.70	5.93	4.85	4.89
300	5.48	6.25	5.82	8.90	6.61
X	3.19	4.11	4.40	4.58	4.07

DMS= 3.02% al 1%      DMS= 2.23% al 5%  
Mejor tratamiento 300-150-0, seguido del 300-50-0

CUADRO 63. RESULTADOS DE LOS ANALISIS BROMATOLÓGICOS  
DEL PASTO BERMUDA CRUZA I (Cynodon dactylon) Y  
REPRESENTACION DEL EFECTO DEL FERTILIZANTE NITROGENADO  
Y FOSFATADO EN PESO SECO. EVALUACION TOTAL  
PROMEDIO DE TRES CORTES

TRATAMIENTO	PESO FRESCO	RENDIMIENTO	PESO SECO	RENDIMIENTO	HUMEDAD	MATERIA SECA	CENIZAS	EXTRACTO ETereo	PROTEINA	RENDIMIENTO
	t.ha	PESO FRESCO	t.ha	PESO SECO	%	%	%	%	%	PROTEINA
		t.ha.año		t.ha.año						kg.ha.año
100-00	7.13	21.39	3.06	9.17	57.08	42.92	6.55	7.65	7.05	646.49
100-50	6.56	19.67	2.89	8.68	55.95	44.05	5.76	8.41	6.84	593.71
100-100	7.51	22.53	3.33	9.98	55.66	44.34	5.74	7.20	6.57	655.69
100-150	8.03	24.10	3.48	10.44	56.66	43.34	5.78	9.10	7.13	744.37
1100-00	9.34	28.03	4.03	12.08	56.85	43.15	5.88	7.77	5.54	669.23
1100-50	9.36	28.09	4.28	12.83	54.27	45.73	5.43	8.77	7.25	930.18
1100-100	11.03	33.10	5.17	15.52	53.13	46.87	5.36	8.29	6.88	1,067.78
1100-150	8.3	24.90	3.66	10.98	55.90	44.10	5.83	7.82	6.63	727.97
1200-00	10.93	32.80	4.71	14.14	56.91	43.09	5.86	8.46	7.55	1,067.57
1200-50	11.72	35.16	5.54	16.61	52.73	47.27	5.70	7.42	6.74	1,119.51
1200-100	11.7	35.09	5.52	16.55	52.82	47.18	5.66	7.53	6.54	1,082.37
1200-150	10.87	32.62	5.31	15.93	51.15	48.85	5.39	8.33	6.52	1,038.64
1300-00	11.88	35.64	5.44	16.32	54.21	45.79	5.45	8.12	7.28	1,188.10
1300-50	13.03	39.10	6.35	19.05	51.27	48.73	6.78	7.51	7.23	1,377.32
1300-100	11.62	34.86	5.43	16.29	53.27	46.73	5.18	7.26	7.20	1,172.88
1300-150	15.17	45.51	7.05	21.22	53.53	46.47	4.98	8.31	6.44	1,366.57

t.ha.año	P205				
	0	50	100	150	1
0	9.17	8.68	9.98	10.44	9.57
100	12.08	12.83	15.52	10.98	12.85
200	14.14	16.61	16.55	15.93	15.81
300	16.32	19.05	16.29	21.22	18.22
x	12.93	14.29	14.59	14.64	14.11

DMS= 1.41% al 1%      DMS= 1.03% al 5%  
Mejor tratamiento 300-150-0, seguido del 300-50-0

CUADRO 64. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO BERMUDA, PESO SECO

PESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
1er CORTE	REPETICIONES	3	36.27	12.09	6.96***
	FACTOR A	3	19.01	6.34	3.65*
	ERROR (A)	9	15.64	1.74	
	FACTOR B	3	0.75	0.25	0.09
	ERROR (B)	9	24.95	2.77	
	INTERACCION	9	27.93	3.10	1.56
	ERROR (C)	27	71.77	1.99	
	TOTAL	63	196.33		

C.V. = 22.77%

PESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
2o CORTE	REPETICIONES	3	24.46	8.21	7.83***
	FACTOR A	3	48.46	16.15	15.4***
	ERROR (A)	9	9.44	1.05	
	FACTOR B	3	0.70	0.23	0.42
	ERROR (B)	9	4.98	0.55	
	INTERACCION	9	7.25	0.81	1.36
	ERROR (C)	27	21.29	0.59	
	TOTAL	63	116.76		

C.V. = 19.99%

PESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
3er CORTE	REPETICIONES	3	55.54	18.51	6.15**
	FACTOR A	3	221.26	73.75	24.5***
	ERROR (A)	9	27.05	3.06	
	FACTOR B	3	18.21	6.07	1.22
	ERROR (B)	9	44.80	4.98	
	INTERACCION	9	38.26	4.25	1.79
	ERROR (C)	27	85.42	2.37	
	TOTAL	63	490.54		

C.V. = 37.82%

CUADRO 65. ANALISIS DE VARIANZA DEL PASTO BERMUDA  
 PROMEDIO DE TRES CORTES, EVALUACION TOTAL.

PESO FRESCO	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		436.15	218.08	124.8***
FACTOR A	3		209.76	69.92	17.94**
ERROR (A)	6		52.87	8.81	
FACTOR B	3		4.25	1.42	0.62
ERROR (B)	6		13.66	2.28	
INTERACCION	9		36.23	4.03	12.82**
ERROR (C)	18		34.28	1.43	
TOTAL	147		787.21		

C.V. = 11.65% DMS = 2.81 al 1% DMS = 2.05% al 5%  
 Mejor tratamiento 16, seguido del 14

PESO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		52.69	26.35	19.69**
FACTOR A	3		55.77	18.59	16.84**
ERROR (A)	6		16.31	2.72	
FACTOR B	3		2.56	0.85	2.21
ERROR (B)	6		2.31	0.39	
INTERACCION	9		8.65	0.96	12.67**
ERROR (C)	18		8.64	0.36	
TOTAL	147		146.93		

C.V. = 12.76% DMS = 1.41% al 1% DMS = 1.03% al 5%  
 Mejor tratamiento 16, seguido del 14

PROTEINA	FV	IGL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2		231.50	115.75	1929.3***
FACTOR A	3		0.86	0.29	2.30
ERROR (A)	6		0.75	0.12	
FACTOR B	3		1.61	0.54	1.33
ERROR (B)	6		2.43	0.41	
INTERACCION	9		1.38	0.15	0.47
ERROR (C)	18		7.79	0.32	
TOTAL	147		246.33		

C.V. = 8.71% DMS = 1.34% al 1% DMS = 0.97% al 5%  
 Todos los tratamientos son estadísticamente iguales

## CONTINUACION CUADRO 65

CENIZAS	FV	GL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	2	170.87	85.43	172.0***
FACTOR A	3	3	1.01	0.34	0.68
ERROR (A)	6	6	2.98	0.50	
FACTOR B	3	3	2.29	0.76	7.64**
ERROR (B)	6	6	0.60	0.10	
INTERACCION	9	9	6.05	0.67	2.26*
ERROR (C)	18	18	7.16	0.30	
TOTAL	147	147	190.95		

C.V. = 9.57% DMS = 1.20% al 1% DMS = 0.93% al 5%  
 Mejor tratamiento 14, seguido del 1

EXTRACTO ETHERO:	FV	GL	SC	CM	FC
REPETICIONES	2	2	176.05	88.03	62.61***
FACTOR A	3	3	0.94	0.31	0.22
ERROR (A)	6	6	8.44	1.41	
FACTOR B	3	3	4.04	1.35	0.76
ERROR (B)	6	6	10.56	1.76	
INTERACCION	9	9	9.09	1.01	0.59
ERROR (C)	18	18	41.38	1.72	
TOTAL	147	147	250.49		

C.V. = 16.42% DMS = 3.09% al 1% DMS = 2.25% al 5%  
 Todos los tratamientos son estadísticamente iguales  
 \*\*\* = significativo al 1%, \*\* = significativo al 5%  
 \* = significativo al 10%

Al hacer el análisis estadístico (Cuadro 66) del rendimiento en materia seca anual de las 4 especies de pastos encontramos diferencias significativas al 1% entre ellos y del 10% para el aprovechamiento del fertilizante nitrogenado en las dosis solas (Factor A), con diferencias mínimas significativas al 1% de 15.47%. En general para las cuatro especies de pastos los tratamientos 16 (300-150-0) y 10 (200-50-0) fueron los mejores.

En el primer corte también encontramos diferencias al 1% entre los cuatro pastos, no habiendo respuesta para nitrógeno sólo (Factor A), fósforo sólo (Factor B) e interacciones (nitrógeno-fósforo).

En el segundo corte, existieron diferencias significativas al 1% entre los cuatro pastos y del 5% en el aprovechamiento del nitrógeno sólo (Factor A). Con una diferencia mínima significativa al 1% de 2.15% y los tratamientos 16 (300-150-0) y 14 (300-50-0) como los mejores.

En la tercera evaluación fue donde mejor aprovechamiento del fertilizante hubo para todos los pastos, encontrando diferencias significativas al 1% entre ellos y respuesta al 5% para nitrógeno sólo (Factor A) y de 10% para las interacciones (nitrógeno-fósforo). Con una diferencia mínima significativa de 3.49% al 1% y los tratamientos 16 (300-150-0) y 14 (300-50-0) como los mejores.

Como se pudo observar, la respuesta a la fertilización fue diferente para cada una de las especies; siendo el pasto Taiwan el que mejor aprovechó el fertilizante, comprobándose esto en los rendimientos en materia seca; el pasto Bermuda, después del Taiwan, fue el que obtuvo los mayores rendimientos y junto con éste también tuvieron los mayores valores de proteína;

CUADRO 66. ANALISIS DE VARIANZA DE CUATRO ESPECIES  
DE PASTOS, BAJO FERTILIZACION

PESEO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
1 <sup>er</sup> EVA. TOTAL	REPETICIONES	3	22,594.08	7,531.36	153***
	FACTOR A	3	551.86	183.95	13.74*
	ERROR (A)	9	442.13	49.13	
	FACTOR B	3	315.36	105.12	1.01
	ERROR (B)	9	937.34	104.15	
	INTERACCION	9	863.81	95.98	1.54
	ERROR (C)	27	2,244.38	62.34	
	TOTAL	63	27,948.95		

C.V.= 33.70% DMS= 15.47% al 1% DMS= 14.46% al 5%  
Mejor tratamiento 16, seguido del 10

PESEO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
2 <sup>er</sup> CORTE	REPETICIONES	3	10,448.10	3,482.70	1360***
	FACTOR A	3	30.53	10.18	1.05
	ERROR (A)	9	86.92	9.66	
	FACTOR B	3	132.77	44.26	1.03
	ERROR (B)	9	386.44	42.94	
	INTERACCION	9	450.29	50.03	1.31
	ERROR (C)	27	1,373.18	38.14	
	TOTAL	63	12,908.23		

C.V.= 52.94% DMS= 12.1% al 1% DMS= 8.96% al 5%  
Mejor tratamiento al 5% el 2, seguido del 7

PESEO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
2 <sup>o</sup> CORTE	REPETICIONES	3	673.30	224.43	168.2***
	FACTOR A	3	52.73	17.58	15.34**
	ERROR (A)	9	29.61	3.29	
	FACTOR B	3	7.97	2.66	1.71
	ERROR (B)	9	13.98	1.55	
	INTERACCION	9	19.75	2.19	1.81
	ERROR (C)	27	43.54	1.21	
	TOTAL	63	840.87		

C.V.= 19.62% DMS= 2.15% al 1% DMS= 1.60% al 5%  
Mejor tratamiento 16, seguido del 14

PESEO SECO	FV	IGL	SC	CM	FC
3 <sup>er</sup> CORTE	REPETICIONES	3	682.07	227.36	119.96***
	FACTOR A	3	193.54	64.51	15.66**
	ERROR (A)	9	102.51	11.39	
	FACTOR B	3	25.26	8.42	1.01
	ERROR (B)	9	68.95	7.66	
	INTERACCION	9	59.78	6.64	2.09*
	ERROR (C)	27	114.50	3.18	
	TOTAL	63	1,246.60		

C.V.= 28.94% DMS= 3.49% al 1% DMS= 2.59% al 5%  
Mejor tratamiento 16, seguido del 14

\*\*\*= Significativo al 1% \*\*= Significativo al 5%  
\*= Significativo al 10%

siguiendo en rendimiento a estos el Pará y el Hawaiano (Gráfica 12).

Las diferentes repuestas observadas se deben a factores genéticos, climáticos y edáficos principalmente:

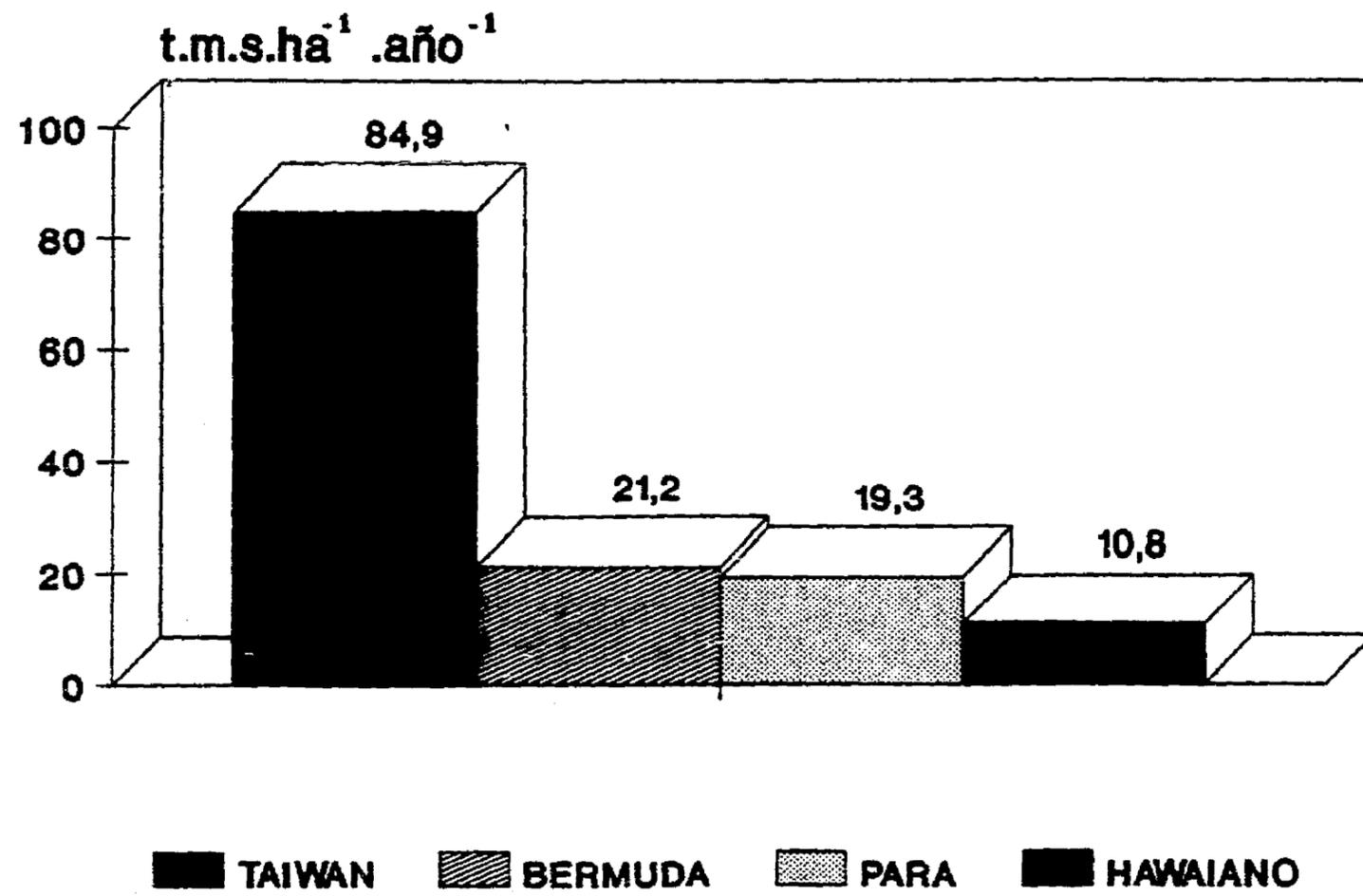
En el aspecto genético se destaca la diferente producción de biomasa que existe entre los pastos de porte alto y amacollado, como el Taiwan y los pastos estoloníferos (Pará, Bermuda, Hawaiano); y la diferente respuesta de cada especie a condiciones ambientales extremas de humedad y temperatura.

El clima fue el factor que más influyó en el rendimiento de materia seca de los pastos y en el aprovechamiento de los fertilizantes, principalmente la cantidad y distribución de la precipitación durante el desarrollo del experimento (Gráfica 13); resultando que en la primera evaluación se recibieron 1410 mm de precipitación, de los cuales cerca de 800 mm cayeron en el mes de julio, lo que provocó inundaciones que afectaron el desarrollo de los pastos. En este experimento se observan para todas las especies rendimientos menores a los que se tuvieron en el primer experimento de evaluación de 10 especies, donde no se presentaron inundaciones.

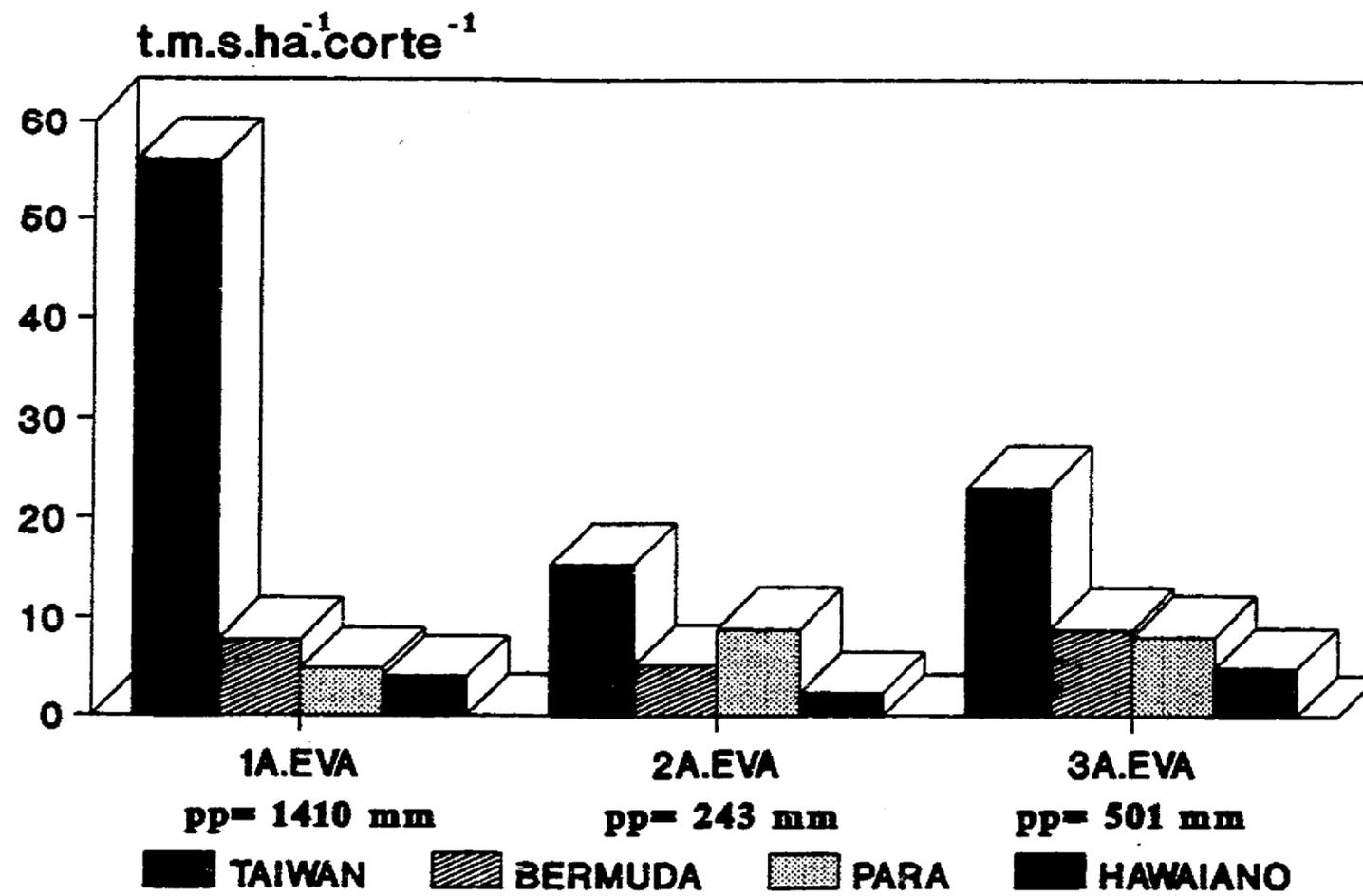
Todos los pastos soportaron esta condición de inundación siendo el menos afectado el Taiwan, debido a que el área donde se encontraba fue la menos afectada por la inundación, mientras que el Pará fue el que duró mayor tiempo inundado.

Durante la época de invierno las bajas precipitaciones (243 mm) aunadas a un ligero descenso en la temperatura promedio mensual (16-25°C), provocaron los menores rendimientos del año a excepción del pasto Pará.

### GRAFICA 12.RENDIMIENTO EN PESO SECO ANUAL DE 4 ESPECIES DE PASTOS TROPICALES



**GRAFICA 13. RENDIMIENTO EN PESO SECO DE CUATRO ESPECIES DE PASTOS TROPICALES**



En la tercera evaluación que corresponde a la época de sequía, las precipitaciones (501 mm) no permitieron que hubieran condiciones marcadas de falta de humedad, distribuyéndose ésta principalmente en los meses de marzo y mayo; esto se refleja en un incremento en el rendimiento de materia seca en comparación a la época de invierno, sin llegar a ser tan altos como en la época de lluvias.

En cuanto al factor edáfico, los altos contenidos de arcilla favorecieron la condición de inundación, debido a que existen en el suelo una gran cantidad de microporos que hacen que el drenaje sea de lento a impedido, lo que aunado a las condiciones de precipitación que se presentaron provocaron una saturación del suelo, trayendo como consecuencia condiciones de anaerobiosis, dificultando la absorción de los nutrientes y la respiración de las raíces. Estas características también permiten que después de las épocas de mayor precipitación, se conserve la humedad en el suelo durante períodos largos, favoreciendo de ésta forma un mejor aprovechamiento de los nutrientes. Observándose que el área en donde se ubico el pasto Pará al ser la parte más baja del terreno experimental, permaneció mayor tiempo inundada y conservo más humedad durante la época invernal, lo que dio como resultado que este pasto tuviera mayores rendimientos durante ésta época.

Otro factor edáfico importante es el pH, el cual al ser de ligera a medianamente alcalino, limita el buen aprovechamiento del fertilizante fosfatado en las diferentes épocas.

El comportamiento estacional en la producción de los pastos obliga a los ganaderos de la región a reducir sus hatos en la época de sequía o a suplementar con alimentos concentrados o grano incrementando sus costos de producción. Esta situación puede salvarse a un bajo costo incluyendo en las explotación

ganaderas pastos de corte como el Taiwan de los cuales se puede aprovechar los excedentes de la época de mayor rendimiento henificando o ensilando este forraje a fin de utilizarlo en las épocas críticas.

De los pastos rastreros se puede seleccionar la especie que mejor se adapte para las condiciones particulares de cada explotación. El pasto Pará se recomienda para terrenos bajos que sean susceptibles a inundarse en alguna época del año, ya que este pasto tolera perfectamente estas condiciones. El pasto Bermuda se adapta muy bien a suelos pobres y delgados, resiste la sequía y tolera cierto grado de acidez y alcalinidad en el suelo, además es muy resistente al pastoreo.

El pasto Hawaiano aunque mostró menores rendimientos es muy apetecido por el ganado y puede dar buenos resultados bajo un pastoreo rotacional y en suelos de buena calidad.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los suelos del área de estudio son del Orden Vertisol, Suborden Udert, Gran grupo Chromoudert, Subgrupo típico según la clasificación del USDA (Soil Taxonomy, 1990) y de acuerdo a su capacidad de uso potencial son suelos de tercera clase, con limitaciones climáticas por ser de temporal y edáficas por tener texturas muy arcillosas y reacción moderadamente alcalina.

El 80% de las praderas cultivadas en la Llanura Costera del Golfo Norte en la región correspondiente a la Huasteca Potosina, están establecidas sobre Vertisoles crónicos y Vertisoles pélicos, que presentan limitaciones climáticas y edáficas para la mayoría de los cultivos agrícolas a excepción de la caña de azúcar y los cítricos, por lo que su uso actual para la ganadería se considera adecuado.

La distribución de la precipitación, las temperaturas extremas y las condiciones edáficas, determinan, la diferencia en producción de forraje y valor nutritivo de un año a otro.

El pasto Taiwan sobresale en producción de materia seca, tanto en las diferentes épocas del año, como en el rendimiento anual, seguido del pasto Guinea. De los pastos estoloníferos, el Buffel y Hawaiano son los que tienen mejores rendimientos a lo largo del año. Los pastos del género *Cynodon*, *Brachiaria* y *Digitaria*, tienen un comportamiento productivo similar.

Se comprobó una diferencia estacional en la producción para todos los pastos estudiados obteniéndose los mayores rendimientos en el verano en la época lluviosa (julio a

octubre) y los rendimientos más bajos en la época seca (marzo-junio). Los periodos de recuperación de los pastos variaron desde 60 días en condiciones óptimas de humedad y temperatura, hasta 150 días en épocas de sequía.

En las cuatro especies de pastos en las cuales se estudió la respuesta a la fertilización, está fue significativa estadísticamente para las dosis con nitrógeno sólo. Las mejores dosis generales para éstos pastos fueron las de 300 y 200 kg.N.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> y 150 y 50 kg.P.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup>.

El pasto Taiwan respondió mejor a la fertilización nitrogenada y fosfatada. Siendo las mejores dosis las de 300-150-0 y 200-50-0. El pasto Bermuda respondió a la fertilización nitrogenada y a la combinación del nitrógeno-fósforo. Con la dosis de 300-150-0 y 300-50-0. El pasto Pará respondió a la fertilización nitrogenada en dosis solas (300-0-0) y a la combinación de nitrógeno-fósforo en menor proporción, con la dosis 300-150-0. El pasto Hawaiano tuvo respuesta a la fertilización siendo la mejor dosis es la de 300-150-0. La especie que dio mayores rendimientos fue el pasto Taiwan, seguido por el Bermuda, Pará y Hawaiano en orden decreciente.

Es necesario continuar con éstos estudios de respuesta a la fertilización por más años, debido a que las variaciones climáticas de un año a otro, son muy grandes, para poder recomendar una dosis de fertilización adecuada para cada especie.

Existen especies de pastos adecuadas para las diferentes combinaciones de condiciones ecológicas que se presentan en la región de la Huasteca y que se pueden adecuar a diferentes niveles de tecnologías, pudiéndose hacer las siguientes recomendaciones:

Por sus altos rendimientos es recomendable dedicar una cierta proporción de las mejores tierras ganaderas al cultivo del pasto Taiwan (*Pennisetum purpureum* var. *taiwan*), pudiéndose utilizar en verde, como forraje picado, o conservándose ensilado para las épocas de escasez, resultando una alternativa económica al problema que representa la estacionalidad en la producción de pastos.

Para optimizar el aprovechamiento de los recursos suelo-forraje se recomienda evaluar la capacidad productiva de los suelos en cada explotación en particular y en función de esta evaluación dedicar las mejores tierras al cultivo de forrajes de corte, las de menor calidad a los forrajes para pastoreo, seleccionando la especie de acuerdo a las condiciones particulares de cada explotación.

Se recomienda para futuras investigaciones determinar el comportamiento de los pastos estudiados bajo corte o pastoreo con animales y determinar la digestibilidad y conversión de forrajes en carne, así como, probar con diferentes cargas animales y diferentes sistemas de manejo de los pastos a fin de contar con datos que permitan optimizar aún más las explotaciones.

También es importante realizar estudios sobre las mejores formas de conservación de forrajes, así como, del uso de subproductos orgánicos regionales como fuente de alimentación para el ganado.

## B. BIBLIOGRAFIA

AGUILERA, H.N. (1989) *Tratado de edafología de México. Tomo 1. Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp 222.*

ALMANZA, V. R., MARQUEZ, J.R. (1978) *Estudio del valor nutritivo y la producción de nutrientes por área de 2 cultivadores de Digitaria decumbens Stent. (Comem P.A-32) Rev. Pastos y Forrajes. 1 (3):455-469.*

ANDRADE, I.F. (1982) *Manejo de pastagens na producao de gado de corte. Rev. Informe Agropecuario; 8, 89. Mayo 32-38.*

ANDRADE, I.F., GOMIDE, J.A. (1972) *Curva de crecimiento e valor nutritivo do capim elefante (Pennisetum purpureum Schum) A146 taiwan. Rev. Da Sociedade Brasileira de zootecnia, 1:41-59.*

ARTEAGA, O., ASPIOLEA, J.L., VALDES, N. (1978) *Ciencia y Técnica en la Agricultura. 2:5.*

BARKIN, D. (1982) *"El problema ganadero: resultado de la modernización agropecuaria" El desarrollo agroindustrial y la Economía Campesina, SARH Núm. 2, México.*

BLACK, C.A., EVANS, D.D., WHITE, J.L., ENSMINGER, L.E., CLARK, F.E., (1962) *Methods of analysis chemical and microbiological properties. Agronomy Núm. 9.. Part 2. American Society of Agronomy. Madison Wisconsin, U.S.A.*

BROWN, W.F. (1988) *Maturity and ammoniation effects on the feeding value of tropical grass hay. Journal of animal Science. BIOSIS. 66:8, pp 2224-2232.*

BRYAN, W., SHARPE, V.P. (1965) *The effects of urea and cutting treatment on the production of pangola grass in South-eastern Queensland. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 5:433.

BUTTERWORTH, M.B. (1971) *The intake of pangola grass (Digitaria decumbens Stent) under wet and dry season conditions in Trinidad. J. Agri.Sci.* 56:407.

CACERES, O., GARCIA, T.R. (1982) *Valor nutritivo de forrajes tropicales. 3. Buffel biloela. Rev. Pastos y Forrajes;* 5: 235-250.

CACERES, O., SANTANA (1982) *Valor nutritivo de forrajes tropicales. Rev. Pastos y Forrajes;* 5,2 Mayo-agosto, 235-250.

CERDA, M.L., ORTEGA, J.A., LOZANO, H.P., LAGUNES J.L. (1985) *Estudio comparativo de diferentes gramíneas para corte durante la época de sequía en clima subtropical húmedo Af (e). Memorias de la reunión de la investigación pecuaria en México. SARH-UNAM, México, pp 248.*

CONWAY, A. (1970) *J. Brit. Grassld. Soc.* 25:85

COOPER, J.P. (1970) *Potential production and energy conversion in temperate and tropical grasses. Herb.Abstr.* 40:1.

CORBEA, L.A., FERNANDEZ, E. (1986) *Efecto de la aplicación del fertilizante en el pasto Bermuda (Cynodon dactylon). Pastos y forrajes. Rev. de la EEPF, "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba.* 6:195.

COTECOCA (1986) *Comisión técnica consultiva para coeficientes de agostadero. SARH, México.*

CRESPO, G. (1981) *Respuesta del Pangola (Digitaria decumbens Stent) y del Guinea (Panicum maximum Jacq) al fertilizante*

nitrogenado a través del año. Tesis. C. Dr.Cs. ISCAH, Habana, Cuba.

CRESPO, G. (1985) Variación de la respuesta de los pastos tropicales al fertilizante nitrogenado durante el año. 2. Pangola (*Digitaria decumbens* Stent) con irrigación. *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, 19:3, pp 297-305.

CRESPO, G. (1986) Variación de los pastos al fertilizante nitrogenado durante el año. 3. Guinea (*Panicum maximum* Jacq) con irrigación. *Rev. Cubana Cienc. Agric.*, 20:1, pp 75-83.

CORBEA, L.A., FERNANDEZ, E. (1986) Efecto del momento de aplicación del fertilizante NPK en el establecimiento del pasto estrella jamaicano (*Cynodon nmlenfuensis*) *Rev. Cienc. Tec. Agric. Pastos y Forrajes, Cuba, Vol 9:1*, pp 43-49.

CHANDLER, V., SILVA, S. (1959) Some effects of nitrogen fertilization and frequency of cultting on the yield and composition of three tropical grasses. *Agron. Jour.*, 5 (4): 202-206.

CHANDLER, V.J., ABRUNA, F., CARO-COSTAS, R., FIGARRELLA, J., SILVA, S., PEARSON, R.W. (1974) Intensive grassland management in the humid tropics of Puerto Rico, *Bull. 233 Univ. P.R.*

CHICCO, C.F. (1962) Estudio de la digestibilidad de los pastos en Venezuela. II. Valor nutritivo del pasto Pangola (*Digitaria decumbens* Stent) en varios estados de crecimiento. *Agronomía Tropical (Venezuela)* 12 (2):57-64.

CHEDA, H.R. (1973) Forage crops research at Ibadan. *Departament of Ibadan, Nigeria*, pp 10.

CHONGO, R., AFANASIEV, V., ARTEAGA, O. (1981) Algunas consideraciones sobre el valor nutritivo del pasto guinea en

condiciones tropicales. *Rev. Cienc. Tec. Agric. Suelos y Agroquímica*. Vol. 4:1, pp 7-33.

DE LA FUENTE, H.J., GARMENDIA, G.A., GONZALEZ, H.M., JIMENEZ, E.M., MASCORRO, V.E. (1989) *Bonanza y crisis de la ganadería Nacional, Universidad Autónoma de Chapingo, México*, pp 349.

DELGADO, A., ALFONSO, F. (1974) *Rev. Cubana Cienc. agric.* 8:132.

FAO-UNESCO (1970) *Clasificación de suelos, CETENAL, México*, pp 27.

FAO-UNESCO (1976) *Mapa mundial de suelos 15:000 000, Vol. II, México y América Central, ONU PARIS*.

FERRARIS, R. (1975) *Efecto de la fertilización, el fotoperíodo y la temperatura en Pennisetum purpureum*. *Australian Journal of Agricultural research. Austr.* 29:941-950.

FITZPATRIK, E.A., NIX, H.A. (1970) *The climatic factors in Australian grassland ecology*. en *Australian Grasslands* R.M. Moe Ed. Aust. Natl. Univ. Press. Canberra.

FLORES, M.J. (1985) *Bromatología animal, Ed. LIMUSA, México*, pp 242-247.

GALVEZ, U.A. (1941) *Estudios hidrogeológicos practicados en el Estado de San Luis Potosí, anales del Instituto de Geología de la UNAM, México*, pp 7:1-139.

GARZA, T.R., TREVINO, S.M. CHAPA, G.O. (1973) *Producción de carne en ganado bovino bajo pastoreo rotacional en seis zacates tropicales con y sin la adición de Nitrógeno en el trópico húmedo. Af (c). I. Epoca de lluvias. Rev. Técnica Pecuaria en México, Vol. 25, julio-diciembre, pp 40-48.*

GERARDO, J., OLIVA, O. (1979) *Pastos y Forrajes*. Rev. de la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 2:1.

GERARDO, J., OLIVA, O. (1982) *Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba. VIII. Pastoreo con riego y fertilización*. Rev. Cienc. Tec. Agric. Pastos y Forrajes, vol 5:1, pp 25-38.

GERARDO, S., OLIVA, O. (1982) *Evaluación zonal de pastos introducidos en Cuba X con corte riego y fertilización*. Pastos. Rev. Cienc. Tec. Agric. Pastos y forrajes, Vol 5, pp 265-277.

GERARDO, J., THOMPSON, M. (1985) *Evaluación zonal de pastos tropicales bajo condiciones de pastoreo XII*. Empresa Pecuaria la Sierrita, Pastos y Forrajes, Vol. 8:3, pp 337-347.

GONZALEZ, M.C. (1979) *Niveles críticos de potasio en Guinea, Buffel y Bermuda*. Rev. Pastos y Forrajes; 5,1, enero-abril 85-105.

GONZALEZ, M.H, CAMBELL, R.S. (1980) *Rendimiento del pastizal*. 2a. Edición, PAX, México, pp 353.

GOULD, W.F. (1993) *Gramíneas. Clasificación sistemática*, Texas A & M. University press, pp 381.

HARLAN, J.R. (1958) *Range Management*. 11:140.

HARVARD, B. (1978) *Las plantas forrajeras tropicales*. Ed. Blume, México, pp 64-65, 71-73.

HEIM, A. (1940) *The front ranges of the Sierra Madre Oriental, México from Cd. Victoria to Tamazunchale*, *Eclog Geol Helv*, pp 33:352.

HERRERA, P.G., OTERO, L. (1967) *Influence of rate and frequency of N application on the yield of herbage and protein from pangola grass. Agric. Trop.*, 23 (5): 297-312.

HUGHES, H.D., HEAT, E.M., METCALFE, S.D. (1981) *Forrajes, CECSA, México, pp 758.*

INEGI (1985) *Síntesis Geográfica de San Luis Potosí, México, pp 186.*

INEGI (1985) *Anuario Estadístico de San Luis Potosí, México, pp 9, 12, 46-48, 51.*

INEGI (1991) *VI censo agropecuario de los Estados Unidos Mexicanos. Resultados preliminares, México, pp 49-57.*

INEGI (1992) *Anuario Estadístico de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Tomo I y II, México.*

JACKSON, M.L. (1982) *Análisis químico de Suelos, Ed. Omega, Barcelona, España, pp 667.*

JARAMILLO, V.V., MENDEZ I.R., MONTANO, M.J.A. (1991) *Valores comparativos de capacidad de carga en México, 7° Congreso Nacional, Sociedad Mexicana de Pastizales, A.C., México, pp 93.*

JARAMILLO V.V. (1986) *La importancia de los coeficientes de agostadero y de las gramíneas en el manejo de los agostaderos del país, 2° Congreso nacional de Manejo de Pastizales, México, pp 8-15.*

----- (1986) *La importancia de los agostaderos en la producción pecuaria del país. México ganadero. México, marzo-abril, pp 5-12.*

JARAMILLO, V.V., MENDEZ I.R., MONTANO, M.J.A. (1993) *Capacidad de sostenimiento del ganado en pastoreo en México, COTECOCA, México, pp 1-13 (artículo sin publicar, citado con autorización de los autores).*

LADEIRA, M.P. (1966) *Investigations in to the yield and nitrogen of pangola, guinea and molasses grass during the year 1965. Rev. Ceres 13:105.*

LAREDO, C.M. (1981) *Valor nutritivo de pastos tropicales III. Pasto Guinea (Panicum maximum Jacq) Anual y estacional. Rev. ICA. Vol. 16:4, pp 181-187.*

----- *Valor nutritivo de pastos tropicales III. Pasto Pangola (Digitaria decumbens Stent) Rev. ICA. 16:3, pp 133.*

McILROY, R.J. (1964) *An introduction to tropical grassland-husbandry. Oxford University Press, New York, pp 81-83.*

MACHADO, R.G., QUESADA, G. (1976) *La introducción de pastos en la provincia de Oriente. Resumen I Reunión ACPA, Habana, Cuba, pp 46.*

MACHADO, R.G., HERNANDEZ, R. (1977) *Development and evaluation of the introduction of gramineae in Cuba. Proc. XII Intr. Grassld. Congr. Leipzig. R.D.A.*

MACHADO, R.G., MENENDEZ, J. (1979) *Descripción de gramíneas y leguminosas en los pastos de Cuba. Pastos y Forrajes, Rev. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 1:91*

MACHADO, R.G., RODRIGUEZ, G., LEIVA, R. (1983) *Pastos y Forrajes, Rev. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 3:253.*

MACHADO, R.G., CACERES, O., MIRET, R. (1983) *Pennisetum purpureum cvs. Taiwan A-144, A-146, A-148 y S01-4. Pastos y*

forrajes, Rev. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. 6 (2): 143-159.

MACHADO, R. (1985) Efecto del pastoreo en el comportamiento de 10 pastos tropicales, evaluación inicial con irrigación. Rev. Pastos y Forrajes; 8, 3, septiembre-diciembre 337-347.

MENDEZ, I.R. (1991) Estimación de la capacidad de carga de las zonas áridas y semiáridas de México. V Congreso Nacional de Meteorología, México, pp 238-251.

MENDOZA, B. (1974) Producción y valor nutritivo del pasto Buffel (Cenchrus ciliaris L.), sometido a 3 frecuencias de corte en el trópico seco. Tesis Agronomía. Universidad Técnica de Marabí, Ecuador.

MICHELENA, J.B., MOLINA, A. (1990) Efecto del tiempo de exposición al sol del forraje King grass (Pennisetum purpureum) en la calidad del ensilaje, Rev. Cubana, Cienc. Agric., Vol 24, pp 221-226.

MUNSELL (1975) Soil color charts. Macbeth Division of Kollmorgen corporation, Baltimore, Maryland.

OLIVO, O., MACHADO, R., LORENZO, A., ORTIZ, G. (1979) Pastos y forrajes. Rev. de la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba, 3:41.

ORTEGA, S.J., AVILA, J.M., LOPEZ, G.I. (1985) Evaluación agronómica de siete gramíneas para corte durante la época de sequía en clima tropical subhúmedo. Reunión de Investigación Pecuaria, SARH-UNAM. pp 249.

ORTEGA, S.J. (1986) King grass y Taiwan. Una alternativa de solución al problema de escasez de forraje en regiones tropicales. SARH. Abril 1-39.

PARETAS, J.J. (1980) *Uso del N en pastos tropicales. IV. Fertilización nitrogenada de la hierba Pangola común (Digitaria decumbens)*. *Cienc. Tec. Agric. Pastos y forrajes*, Vol. 3, No. 2-3, pp 5-40.

PARTIDA, J.P., CORDOBA, B.A., TRINIDAD, P.J. (1983) *Producción de carne en pastoreo con los zacates Elefante, kazungula y Señal en clima tropical*. *Rev. Tec. Pec. Méx.*, Vol. 44, pp 72-76.

PEREZ INFANTE, F. (1970) *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 4:145.

PINSON, GONZALEZ, J.M. (1978) *Composición química, producción de materia seca y efecto de la fertilización en cultivares de Pennisetum purpureum*. *Rev. EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba*, 5 (3): 148-153.

REIG, N., FEDER, E. (1982) *El desarrollo agroindustrial y la ganadería en México. Documentos de trabajo para el desarrollo Agroindustrial No. 8, SARH, Mexico.*

RIVERA, B. L., MAS, S.T., ARROYO, J.A. (1961) *J. Agric. Univ. of Puerto Rico* 45:123.

ROBLES, S.R. (1981) *Producción de granos y forrajes*. Ed. LIMUSA. México, pp 10-24.

ROCHA, G.P., VERA (1981) *Structural carbohydrates, protein and in vitro digestibility of eight tropical grasses*. *Rev. Turrialba, Colombia*, Vol. 31:1, pp 15-20.

RZEDOWSKI, J. (1961) *La vegetación de San Luis Potosí, Tesis Doctoral, Fac. Ciencias, UNAM, México.*

SANCHEZ, D.A. (1984) *Tecnificación de la ganadería mexicana*. Ed. LIMUSA, México, pp 356.

SANCHEZ, F.L. (1979) *Resultados preliminares sobre fertilización del pasto elefante en un oxisol del pie de Monte Llanero*, Rev. ICA, Bogotá, Colombia. Vol. XIV:2, pp 63-72.

SARH (1991) *Boletín mensual de información básica del Sector Agropecuario y forestal*. ISSN-0188-4360.

SARH (1992) *Diagnóstico e identificación de proyectos de inversión en el corredor industrial de las Huastecas, Tomo I y II, Unidad de desarrollo regional, S.L.P., pp 211.*

----- *Subsecretaría de Planeación. Sistema ejecutivo de datos básicos, Avance Marzo 1992, ISSN-0188-4751.*

SERRANO, D., VAZQUEZ., C.M. (1980) *Algunas características morfológicas y químicas de 4 gramíneas tropicales*. Rev. Cienc. Tec. Agric. Pastos y forrajes, Vol. 3:2-3, pp 71-81.

SHIVA, R.H., CHANDRASEKARAN (1947) *A note on the pasture value of the giant star grass Cynodon plectostachyus Pilger*. Indian Farming. 8: 121-128.

SOSA, M.A., MARTINEZ, P.A., MONTERO, J.C. (1982) *Producción de pastos perennes tropicales en su primer año de cultivo*. Rev. Chapingo. Año VII, Núm. 37-38, septiembre-diciembre.

STEBBINS, G.L., CRAMPTON, B., (1961) *A suggested revision of the grass genera of temperate North America*. Recent Advances in Bot., 1: 133-145.

SOIL TAXONOMY (1990) *Agriculture handbook 436, U.S.D.A., pp 754.*

SILVA, M.C. (1989) *Unidades de suelo de la FAO y su interpretación*, CECOSA, México.

TERGAS, L.B. (1985) *El potencial del Pasto King grass como gramínea forrajera seleccionada para América Tropical. Rev. Turrialba, Colombia, Vol 35:3, pp 214.*

TOLEDO, V.M., CARABIAS, J., TOLEDO, C., GONZALEZ, P.C. (1993) *La producción rural en México: alternativas ecológicas. Facultad de Ciencias, UNAM, México, pp 402.*

VALDEZ, L.R. (1977) *Pastos y forrajes. Rev. de la EEPF "Indio Hatuey", Matanzas Cuba, 2:141.*

VALDEZ, L.R. (1984) *Efecto de la carga, el nivel de fertilización y la proporción de área segregada para la conservación en la ceba en el pastoreo de Pangola. Rev. Pastos y Forrajes, 7,2, mayo-agosto 239-250.*

VALLES DE LA MORA, B., FERNANDEZ, R.J.A. (1989) *Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre la producción de forraje en 4 pastos de clima tropical. Veterinaria, UNAM, Vol. 20, pp 265-270.*

VELARDE, H.M. (1981) *Estudio edafológico de los suelos derivados de rocas sedimentarias de origen marino, cultivados con café en la Huasteca Potosina. Tesis. Fac. de Ciencias, UNAM, México.*

VELARDE, H.M. (1984) *Rendimiento del pasto Estrella Africana (*Cynodon plectostachyus*) bajo diferentes tratamientos de fertilización y abonamiento en Vertisoles de la Huasteca Potosina. Tesis Maestría. Fac. de Ciencias, UNAM, México, pp 143.*

WHYTE, R.O. (1975) *Las gramíneas en la agricultura, FAO UNESCO estudios agropecuarios, No. 42, 4a. edición, pp 465.*