



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA

EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE
EL RENDIMIENTO DEL PASTO PANGOLA *Digitaria*
decumbens (STENT) EN SUELOS ACRISOLES ORTICOS
DE LA CUENCA BAJA DEL PAPALOAPAN.

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRONOMO
ORIENTACION GANADERIA

PRESENTA:

JAVIER FRANCISCO ENRIQUEZ QUIROZ

GUADALAJARA, JAL.

ENERO DE 1986



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente

Número

Noviembre 8, 1983.


ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
JAVIER FRANCISCO ENRIQUEZ QUIROZ titulada,

"EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N.P.K. SOBRE EL RENDIMIENTO DEL PASTO PAN
GOLA (*Digitaria decumbens*), EN SUELOS ACRIÑOLES ORTICOS DE LA CUENCA BA-
JA DEL PAPALOAPAN."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.



ING. H.C. HUGO MORENO GARCIA.

ASESOR



ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ.

ASESOR



ING. H.C. TOMAS LASSO GOMEZ.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

D E D I C A T O R I A S

A MIS PADRES

TRANQUILINO ENRIQUEZ +

Y

JOSEFINA QUIROZ

COMO UNA FORMA DE AGRADECIMIENTO AL SACRIFICIO
REALIZADO DURANTE MIS ESTUDIOS.

A MIS HERMANOS

MARIA GRACIELA

ESPERANZA

LILIA ESTHER

GUILLERMO

IRMA ROSALBA

PATRICIA ANGELICA

MIGUEL ANGEL

MARTHA CECILIA

BEATRIZ

JORGE EDUARDO

POR LOS MOMENTOS COMPARTIDOS Y EL APOYO
QUE SIEMPRE ME HAN BRINDADO.

A ELIZABETH, POR SU CARÑO, APOYO Y COMPRESION.

A MIS CUÑADOS Y SOBRINOS.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA Y A LA FACULTAD DE AGRICULTURA POR HABERME FORMADO PROFESIONALMENTE.

AL INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS Y AL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL PAPALOAPAN, POR PERMITIRME EL USO DE LA INFORMACION PARA LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO.

AL C. ING. M.C. J. JESUS PEREZ GONZALEZ, QUIEN MARCARA LAS BASES Y LINEAMIENTOS A SEGUIR EN EL ESTABLECIMIENTO DE ESTE TRABAJO, ASI COMO LAS VALIOSAS APORTACIONES QUE HICIERA AL PROGRAMA DE FORRAJES DEL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL PAPALOAPAN.

AL C. ING. M.C. FRANCISCO MELENDEZ NAVA POR SU ESTIMULO, ACERTADAS SUGERENCIAS Y CONSTANTES CRITICAS QUE HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DE ESTA TESIS.

A LOS CC. ING. M.C. HUGO MORENO GARCIA, ING. M.C. TOMAS LASSO GOMEZ E ING. GABRIEL MARTINEZ GONZALEZ, POR SU PARTICIPACION Y DISPONIBILIDAD EN LA CORRECCION DEL PRESENTE ESCRITO.

AGRADECIMIENTOS

AL ING. DANIEL E. URIZA AVILA, COORDINADOR DEL CAMPO AGRICOLA EXPERIMENTAL PAPALOAPAN, POR SU APOYO PRESTADO Y LAS APORTACIONES REALIZADAS PARA MEJORAR EL PRESENTE TRABAJO.

AL ING. JAIME GUSTAVO LOPEZ ARRIAGA Y A LA UNIDAD DE DIFUSION TECNICA, POR SU COLABORACION EN LA REALIZACION DEL MATERIAL GRAFICO.

AL ING. ANDRES REBOLLEDO MARTINEZ, POR LA REVISION Y SUGERENCIAS REALIZADAS EN ESTE ESCRITO.

A LA SRITA. MIRNA OROZCO RAMIREZ, POR SU PACIENCIA Y ESMERADO TRABAJO EN LA MECANOGRAFIA DEL PRESENTE TRABAJO.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS, CON GRATITUD Y APRECIO, SIN MENCIONAR NOMBRES POR NO CAER EN LA OMISION.

C O N T E N I D O

| | PAGINA |
|---|--------|
| INDICE DE CUADROS..... | ix |
| INDICE DE FIGURAS..... | xi |
| RESUMEN..... | xiv |
| 1.- INTRODUCCION..... | 1 |
| 1.1.- OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.2.- HIPOTESIS..... | 3 |
| 2.- REVISION DE LITERATURA..... | 4 |
| 2.1 - DESCRIPCION DEL PASTO PANGOLA..... | 4 |
| 2.1.1.- ORIGEN GEOGRAFICO..... | 4 |
| 2.1.2.- ORIGEN CITOGNETICO..... | 4 |
| 2.1.3.- CLASIFICACION BOTANICA..... | 5 |
| 2.1.4.- DESCRIPCION BOTANICA..... | 5 |
| 2.2.- EFECTOS AMBIENTALES..... | 6 |
| 2.2.1.- TEMPERATURA..... | 6 |
| 2.2.2.- AGUA..... | 7 |
| 2.2.3.- LUZ..... | 7 |
| 2.3.- TASA DE EXTRACCION DE NUTRIENTES..... | 8 |

| | |
|---|----|
| 2.4.- RESPUESTA A LA FERTILIZACION..... | 9 |
| 2.4.1.- NITROGENO..... | 9 |
| 2.4.2.- FOSFORO..... | 10 |
| 2.4.3.- POTASIO..... | 12 |
| 2.5.- CALIDAD NUTRITIVA..... | 12 |
| 2.6.- PRODUCCION ANIMAL EN PASTO PANGOLA..... | 14 |
| 2.6.1.- PRODUCCION DE CARNE..... | 14 |
| 2.6.2.- PRODUCCION DE LECHE..... | 15 |
| 3.- MATERIALES Y METODOS..... | 16 |
| 3.1.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO..... | 16 |
| 3.2.- CARACTERISTICAS NATURALES..... | 16 |
| 3.2.1.- CLIMA..... | 16 |
| 3.2.2.- PRECIPITACION..... | 16 |
| 3.2.3.- TEMPERATURA..... | 18 |
| 3.2.4.- EVAPORACION..... | 18 |
| 3.2.5.- VEGETACION..... | 18 |
| 3.2.6.- SUELOS..... | 20 |
| 3.3.- MANEJO DEL EXPERIMENTO..... | 20 |
| 3.3.1.- DISEÑO EXPERIMENTAL..... | 23 |
| 3.3.2.- TRATAMIENTOS..... | 24 |
| 3.3.3.- CORTES..... | 24 |
| 3.3.4.- PLAGAS..... | 26 |
| 3.3.5.- MALEZA..... | 26 |
| 3.3.6.- EFICIENCIA DE UTILIZACION..... | 26 |

| | PAGINA |
|---|--------|
| 4.- RESULTADOS Y DISCUSION..... | 20 |
| 4.1.- CONDICIONES CLIMATICAS 1980-1982..... | 28 |
| 4.2.- EPOCA DE LLUVIAS 1980..... | 28 |
| 4.3.- EPOCA DE NORTES 1980-1981..... | 39 |
| 4.4.- EPOCA DE LLUVIAS 1981..... | 43 |
| 4.5.- EPOCA DE LLUVIAS 1982..... | 48 |
| 4.6.- EFECTO DEL POTASIO..... | 52 |
| 4.7.- PORCENTAJE DE PROTEINA..... | 54 |
| 4.8.- ANALISIS GLOBAL..... | 58 |
| 4.9.- ANALISIS ECONOMICO..... | 66 |
| | |
| 5.- CONCLUSIONES..... | 69 |
| | |
| 6.- CONSIDERACIONES..... | 70 |
| | |
| 7.- LITERATURA CITADA..... | 71 |

INDICE DE CUADROS

| Nº | DESCRIPCION | PAGINA |
|----|--|--------|
| 1 | ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO DONDE SE LLEVO A CABO EL EXPERIMENTO DE FERTILIZACION CON N, P, K, EN PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) EN LOMA BONITA, OAX..... | 21 |
| 2 | EVALUACIONES REALIZADAS EN EL TRABAJO DE FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) EN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA Aw ₂ 1980-1982..... | 26 |
| 3 | RENDIMIENTO PROMEDIO DE PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) DE MATERIA SECA FERTILIZADO CON N, P, K, POR EPOCA DE EVALUACION..... | 31 |
| 4 | RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA EN BLOQUES AL AZAR RESULTADO DEL TRABAJO DE FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE EL RENDIMIENTO DE M.S. DEL PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) 1980-1982..... | 32 |
| 5 | RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA E INTERACCIONES DE LOS ELEMENTOS EN ESTUDIO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>)..... | 33 |
| 6 | EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE LLUVIAS 1980..... | 36 |

| Nº | D E S C R I P C I O N | PAGINA |
|----|--|--------|
| 7 | EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE NORTES 1980-1981... | 43 |
| 8 | EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE LLUVIAS 1981..... | 47 |
| 9 | EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE LLUVIAS 1982..... | 50 |
| 10 | PORCENTAJE DE PROTEINA POR TRATAMIENTO/CORTE EN PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) AGOSTO 1980 <u>SEPTIEM</u> BRE 1982..... | 55 |
| 11 | PORCENTAJE PROMEDIO DE PROTEINA DE 7 EVALUACIONES REALIZADAS EN PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>)... | 56 |
| 12 | EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA PRODUCCION TOTAL OBTENIDA DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL..... | 62 |
| 13 | CONSIDERACIONES ECONOMICAS DE LA FERTILIZACION NITROGENADA EN BASE AL INCREMENTO DE MATERIA SECA POR HECTAREA DEL PASTO PANGOLA POR AÑO DE PRODUCCION..... | 68 |

INDICE DE FIGURAS

| Nº | DESCRIPCION | PAGINA |
|----|--|--------|
| 1 | CLIMA PREDOMINANTE EN LA CUENCA BAJA DEL PAPA LOAPAN SEGUN LA CLASIFICACION DE KOPPEN, MODIFI CADA POR GARCIA,..... | 17 |
| 2 | DISTRIBUCION MENSUAL DE LA TEMPERATURA Y PRECI PITACION EN EL MUNICIPIO DE LOMA BONITA, OAX. DATOS 1975-1981..... | 19 |
| 3 | SUELOS DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN (FAO/UNESCO).... | 22 |
| 4 | DISTRIBUCION MENSUAL DE LA TEMPERATURA Y PRECI PITACION DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL; JUNIO 1980-SEPTIEMBRE 1982..... | 29 |
| 5 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL REN DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (D. <i>decumbens</i>) EPOCA DE LLUVIAS 1980..... | 34 |
| 6. | RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL REN DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (D. <i>decumbens</i>) EPOCA DE LLUVIAS 1980..... | 35 |
| 7 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL REN DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (D. <i>decumbens</i>) EN LAS CUATRO EPOCAS DE EVALUACION 1980-1982..... | 38 |

| Nº | D E S C R I P C I O N | PAGINA |
|----|---|--------|
| 8 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D.</i> <i>decumbens</i>) EPOCA DE NORTES 1980-1981..... | 41 |
| 9 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D.</i> <i>decumbens</i>) EPOCA DE NORTES 1980-1981..... | 42 |
| 10 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D.</i> <i>decumbens</i>) EPOCA DE LLUVIAS 1981..... | 45 |
| 11 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D.</i> <i>decumbens</i>) EPOCA DE LLUVIAS 1981..... | 46 |
| 12 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D.</i> <i>decumbens</i>) EPOCA DE LLUVIAS 1982..... | 49 |
| 13 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D.</i> <i>decumbens</i>) EPOCA DE LLUVIAS 1982..... | 51 |
| 14 | RESPUESTA A DOS NIVELES DE POTASIO EN EL <u>RENDI</u> MIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D.de</i> <i>cumbens</i>) 1980-1982..... | 53 |

| Nº | D E S C R I P C I O N | PAGINA |
|----|---|--------|
| 15 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEINA DEL PASTO PANGOLA (<i>D. de cumbens</i>)..... | 57 |
| 16 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) TOTAL DE DOS AÑOS DE EVALUACION..... | 60 |
| 17 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) TOTAL DE DOS AÑOS DE EVALUACION 1980 -1982..... | 61 |
| 18 | RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL <u>REN</u> DIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (<i>D. decumbens</i>) TOTAL DE DOS AÑOS DE EVALUACION 1980 -1982..... | 65 |

R E S U M E N

De 1980 a 1982, se efectuó, en el municipio de Loam Bonita, Oaxaca, un experimento encaminado a determinar la dosis óptima económica de fertilización con N, P y K en pasto *Pangola Digitaria decumbens* (Stent). El trabajo se desarrolló bajo condiciones de un clima Aw_2 , con una precipitación promedio anual de 1845 mm y una temperatura media de 24.7°C. El suelo se identificó como un acrisol órtico medianamente ácido, textura migajón arenosa con contenidos de N, P, K y Mg de medianos a altos.

Se evaluaron dosis por hectárea de nitrógeno de 0 a 400 kg de elemento; para fósforo y potasio de 0 a 120 en kg de P_2O_5 y K_2O respectivamente. Para estos últimos la dosis se aplicó en forma total cada año durante la evaluación; en cambio la anual de nitrógeno se fraccionó en 6 partes proporcionales, que se aplicaron cada 2 meses. Se utilizó un arreglo factorial $3 \times 3 \times 2$ con cuatro repeticiones bajo un diseño en bloques al azar. Para efectuar las evaluaciones y el análisis, se dividió el ciclo de la gramínea en 3, de acuerdo a las condiciones de precipitación y temperatura: Lluvias; Nortes y Secas. Las principales variables fueron: producción de materia seca y porcentaje de proteína.

Los resultados, en cuanto a producción de materia seca, muestran una respuesta muy notoria del pasto a la aplicación de nitrógeno, muy ligera a la de potasio y nula a la de fósforo, lo cual concuerda con los contenidos naturales de estos nutrientes en el suelo. La calidad, definida como porcentaje de proteína, se vio afectada solamente por las aplicaciones de nitrógeno, teniendo un incremento de 1.4 unidades por cada 200 kg de nitrógeno aplicado.

El tratamiento 400-120-120 alcanzó los valores de producción más elevados, sin embargo el análisis económico determinó al tratamiento 200-00-120 como el de mayor rentabilidad.

1.- INTRODUCCION

En la Cuenca Baja del Papaloapan una de las actividades de mayor importancia es la explotación de ganado bovino, ya que en el año de 1985 existían aproximadamente 1'540,769 cabezas en una superficie de 680,000 hectáreas*, lo cual nos da una carga de 2.26 cabezas/hectárea, cifra muy elevada para las condiciones de trópico. Este valor disminuye considerablemente si se toma en cuenta que existe ganado alimentado en semiestabulación, del cual no se tienen estadísticas; además la superficie reportada para esta actividad es poco confiable, ya que los ganaderos para evitar problemas de tenencia de tierra reportan superficies inferiores a las que realmente destinan a esta actividad. Estimaciones preliminares del Marco de Referencia del Programa de Forrajes del CAEPAP señalan que existe una carga animal aproximada de .9 a 1.2 cabezas/ha**.

La base de la alimentación animal es el pastoreo directo, en gramas nativas de los géneros *Paspalum* y *Axonopus*, y pastos introducidos como el Guinea *Panicum maximum*, Pangola *Digitaria decumbens*, Estrella *Cynodon plectostachyus* y Parí *Brachiaria mutica* entre los más importantes.

Uno de los problemas que se tienen en la región, es la marcada producción estacional de forraje; se considera la distribución de la precipitación como un factor determinante en la producción forrajera; Pérez (1979), considera tres épocas de producción: Epoca de Lluvias, que abarca los meses de junio-octubre, durante la cual la producción de forraje es abundante; Epoca de Nortes, que va de noviembre-febrero, durante ésta la producción forrajera es limitada por la presencia de días nublados y bajas temperaturas; Epoca Seca, comprende los meses de marzo-mayo, con un crecimiento nulo de los pastos debido a la baja precipitación.

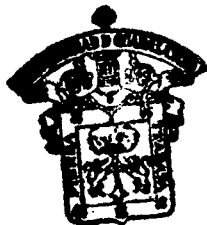
* Comisión del Papaloapan (Comunicación personal).

**El autor de esta tesis es el encargado del Programa de Forrajes del Campo Agrícola Experimental Papaloapan, INIA.

En el Bajo Papaloapan los suelos acrisoles órticos representan un 40% del área; éstos son predominantemente ácidos e infértiles, por tal motivo Flores (1975), consideró que su utilización más adecuada es la ganadería; en la región estos suelos son ocupados para la explotación de pastos, encontrando al Pangola como la especie mejorada más tolerante a estas condiciones, el cual es explotado intensamente sin realizar algunas prácticas culturales como: control de maleza, fertilización, etc., causando con ello una degradación paulatina de la pradera.

Los pastos tropicales responden fuertemente a la fertilización nitrogenada, así como también el fósforo y potasio como elementos indispensables para incrementar la producción de forrajes. Caro Costas et al (1960) señalan incrementos lineales en el rendimiento de m.s. y porcentaje de proteína en *D. decumbens* cuando se fertilizó con 400 kg de nitrógeno/ha/año.

El pasto Pangola es una especie que produce grandes cantidades de m.s. de alta calidad nutritiva. Su máximo potencial productivo se manifiesta bajo condiciones óptimas de fertilidad y humedad, por tal motivo, se considera necesario proporcionar la cantidad adecuada de nutrientes, principalmente N, P y K que son determinantes para mantener una productividad óptima, con la finalidad de aumentar su vida útil y no degradarla en los primeros años de explotación.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

1.1.- O B J E T I V O S

Determinar el efecto de la fertilización con los elementos N, P, K sobre el rendimiento de materia seca y contenido de protefna del pasto Pangola (*D. decumbens*) durante el año.

Determinar la dosis óptima de fertilización para esta gramínea en este tipo de suelo en la Cuenca Baja del Palooapan.

1.2.- H I P O T E S I S

Existe aumento en el rendimiento de materia seca y contenido de protefna del pasto Pangola debido a las crecientes aplicaciones de fertilizantes en suelos acrisoles órticos.

2.- REVISION DE LITERATURA

2.1.- DESCRIPCION DEL PASTO PANGOLA

2.1.1.- Origen Geográfico.

Robles (1981), mencionó que el pasto Pangola *D. decumbens* es originario de Transval, Africa del Sur, de donde fue llevado a distintas partes del mundo.

Hughes et al (1977), señalaron que a esta gramínea se le dio el nombre de "Pangola" por el río de Africa del Sur de donde se obtuvo el material de siembra llevado a Estados Unidos. Sin embargo, después de haber sido popularizada esta denominación, se aclaró que el nombre del río no era Pangola, sino "Pongola", pero ya era tarde para cualquier cambio de nombre.

Bogdan (1977), mencionó que *Digitaria decumbens* crecía en Pretoria Sud-Africa y de ahí fue introducido a Estados Unidos de Norteamérica en el año de 1935; de ahí se extendió a Florida en 1937 donde fue completamente probado, encontrándose como una pastura sobresaliente siendo liberada a los agricultores en 1944.

En México se cree que el pasto Pangola fue introducido en el año 1925, pero se popularizó hasta la segunda introducción, poco antes del año 1950; en el estado de Veracruz se conoció hasta el año de 1953, el cual fue traído de Costa Rica al Campo Cotaxtla y de ahí se propagó a los lugares que reunían las condiciones de clima y suelo para su desarrollo, Tapia y Carrera (1962).

2.1.2.- Origen Citogenético.

Robles (1981), señaló que el pasto Pangola

la es una gramínea que no produce semillas fértiles, por lo que todas las áreas hasta ahora sembradas han venido de la división vegetativa de los brotes originales. Además, mencionó que como en la mayoría de los híbridos interespecíficos, la esterilidad del pasto Pangola resulta de irregularidades meiō ticas, que conllevan a gametos desbalanceados y a polen abor tivo, no comprobado en el pasto Pangola y además, no se ha de finido su origen citogenético.

2.1.3.- Clasificación Botánica

Esta clasificación es descrita en 1981 por Robles.

| | |
|-------------|------------------|
| Familia: | Gramineae |
| Subfamilia: | Panicoideas |
| Tribu: | Paniceae |
| Género: | Digitaria |
| Especie: | decumbens, Stent |

2.1.4.- Descripción Botánica.

Es una gramínea estolonífera, perenne, ras trera y vigorosa que crece cubriendo densamente el suelo. Al comenzar a establecerse produce tallos rastreros (estolones) que se extienden sobre el terreno en todas direcciones, alcan zando hasta 6 m de largo, están divididas cada 10 ó 15 cm por nudos provistos de pelos finos. Estos estolones emiten raf ces en los entrenudos donde hacen contacto con el suelo húme do; luego producen tallos decumbentes delgados y lisos. El pasto Pangola puede alcanzar alturas de 0.60 a 1.20 m cuando las condiciones de humedad y fertilidad del suelo son favora bles (Robles, 1981).

Las hojas son numerosas y estrechas, gla

bras, lanceoladas a lineales, 10 a 25 cm de largas y de 2 a 7 mm de ancho y son lisas en ambas caras (haz y envez) según reportó (Bogdan, 1977; Robles, 1981).

La inflorescencia está formada por tres a seis espigas de 13 cm de longitud, dispuestas en la madurez en forma de dedos de una mano; está situada al extremo de un largo pedúnculo; las espiguillas que constituyen las espigas tienen un tamaño de 2.5 a 3 mm y son glabras (sin pelos) (Robles, 1981).

Los tallos productores de semilla producen muchas ramificaciones, pero pocas semillas viables. Se considera que las muchas ramas inflorescentes cargan flores con menos de 0.001% de semillas viables (Bogdan, 1977; Robles, 1981).

Las raíces son muy ramificadas y profundas, aproximadamente tres cuartas partes de la raíz están en los primeros 30 cm del suelo, con menos del 10% de su raíz abajo de los 60 cm de profundidad del suelo. Tiene una alta proporción de finas raíces y las mismas tienen un alto peso en conjunto (Robles, 1981).

Los tallos alcanzan una altura de 1.20 m, pero comúnmente son mucho más cortos y generalmente bifurcados; son suaves, con alto contenido de agua, poco fibrosos y son fácilmente asimilados por el ganado (Robles, 1981).

2.2.- EFECTOS AMBIENTALES

2.2.1.- Temperatura.

Jones (1982), señaló que la temperatura óptima para el crecimiento de las gramíneas tropicales es, generalmente, 35°C, la máxima es de 40°C a 45°C, y la mínima de

15°C, por debajo de la cual el crecimiento es muy lento o se suspende, Mc. Willian (1978). Además, que el estrés debido a las temperaturas bajas es más frecuente que el debido a las temperaturas altas, cuando se trata de forrajes tropicales. Asimismo la exposición, tanto a altas temperaturas como a una duración decreciente del día, da como resultado una baja resistencia a las heladas en la mayoría de las especies tropicales, que son incapaces de adaptarse a estas condiciones extremas (Ludlow, 1980), citado por Jones (1982).

2.2.2.- A g u a .

La mayoría de los pastos están sometidos en forma natural a la escasez de agua en alguna época del año, fenómeno que afecta su potencial de producción. El grado de escasez de humedad no depende solamente de la precipitación pluvial anual, sino de la distribución que tenga en el año y su relación con la demanda de evaporación, las características de suelo y el patrón de enraizamiento de cada especie forrajera. Estos factores determinan la cantidad de agua disponible que puede ser transpirada, dicho fenómeno está relacionado con el rendimiento (Jones, 1982).

2.2.3.- L u z .

Jones (1982), señaló que para estudiar el efecto de la luz sobre las plantas existen dos factores a considerar que son: la cantidad de radiación solar recibida y la duración del día. Bajo condiciones favorables, el rendimiento de forraje durante el año debería estar relacionado con la radiación solar que incide sobre el cultivo; esto ha ocurrido en praderas irrigadas en el sureste de Queensland (Jones et al, 1982).

Cuando no existen limitantes, la producción

de forraje se refleja en las variaciones del rendimiento de acuerdo con la cantidad de radiación solar recibida, siempre y cuando las plantas puedan mantener la demanda de evaporación impuesta por el régimen de radiación. Estudios realizados en Australia, demuestran que el pasto Pangola, expuesto a una radiación intensa, produjo el doble de materia seca que *Pennisetum clandestinum*, aunque fuera sometido a una demanda mayor de evaporación (Blunt y Jones, 1982).

Lud Low, citado por Jones (1982), señala que es dudoso que, bajos niveles de radiación, reduzcan seriamente la producción de follaje de muchas de las praderas tropicales, y menciona excepciones cuando el cielo nublado es una característica permanente del medio ambiente en los trópicos húmedos. Ejemplo: época de nortes. Además, mencionan que a menor duración del día, como es a 11 horas se reduce el rendimiento en comparación con un día de 14 horas en algunas leguminosas.

2.3.- TASA DE EXTRACCION DE NUTRIENTES

En Puerto Rico, Chandler et al (1967) señalaron que las tasas de extracción de nutrientes de diversas especies forrajeras bajo condiciones de corte entre las cuales se tienen: Pangola (*Digitaria decumbens*), Napier (*Pennisetum purpureum*), Guinea (*Panicum maximum*), Pará (*Brachiaria mutica*), Melao (*Melinis minutiflora*); en promedio tuvieron una tasa de extracción de 318 kg de nitrógeno, 412 kg de potasio, 52 kg de fósforo, 119 kg de calcio y 70 kg de magnesio por hectárea/año respectivamente.

Específicamente el pasto Pangola en este trabajo se reportó una tasa de extracción de 339 kg de N, 53 kg de P, 406 kg de K, 124 kg de Ca y 76 kg de Mg en kg/ha/año, cuando

alcanzó un rendimiento anual de 26,900 kg/ha (Chandler et al, 1967).

Meléndez et al (1980), obtuvo resultados similares al trabajar en suelos de aluvión con pasto Estrella Africana, que alcanzó un rendimiento de 17.7 ton/ha de m.s., cuya tasa de extracción de nutrientes fue de 337 kg/ha de K que es el elemento extraído en mayor cantidad seguido del N con 280 kg/ha, mientras que el P y Mg tuvieron una tasa de extracción de 61 y 58 kg/ha respectivamente.

El mismo autor señala que existe una estrecha asociación entre la producción de materia seca y la tasa de extracción de nutrientes, lo cual es confirmado por los altos coeficientes de correlación obtenidos, observándose que a mayor producción de materia seca se requiere que el suelo aporte cantidades más altas de N, P, K, Ca y Mg.

2.4.- RESPUESTA A LA FERTILIZACION

2.4.1.- N i t r ó g e n o .

En la mayoría de los suelos tropicales los rendimientos de las gramíneas están limitados a la disponibilidad de Nitrógeno y frecuentemente son grandes las respuestas de los rendimientos a este elemento. El rendimiento máximo registrado en Puerto Rico, para una gramínea tropical, corresponde a *Pennisetum purpureum* fertilizado con 2,000 kg de N/ha/año, cortada a intervalos de 90 días, la que alcanzó una producción de 86,000 kg m.s./ha/año, Chandler et al (1959); mientras que para gramíneas de clima templado Hughes (1970), reporta un rendimiento máximo de 20,000 kg/ha/año con *Lolium multiflorum*, citados por Whiteman (1976).

En estudios realizados por Chandler (1975), señala el efecto de la fertilización sobre el rendimiento de

materia seca en pasto Pangola, y menciona que existieron fuertes incrementos en el rendimiento de materia seca al incorporar niveles de Nitrógeno hasta 448 kg/ha/año, observando un incremento del rendimiento menor a medida que se incorporan mayores niveles de Nitrógeno.

La mayor producción de materia seca obtenida por efecto de la fertilización nitrogenada en Pasto Pangola obtenida por Chandler, Silva y Figarella (1959), fue de 22,159; 26,440 y 34,705 kg/ha/año, cuando el pasto se cortó a los 30, 45 y 60 días respectivamente. Al incrementar la producción de forraje por hectárea se aumenta la capacidad de carga, días de pastoreo y ganancia por hectárea (Evans, 1969; Caró Costas et al, 1976).

La fertilización con Nitrógeno aumenta el rendimiento de forraje y el contenido de proteína, sin embargo se considera que el efecto de la fertilización tiene poco efecto sobre la digestibilidad de la materia seca tal como lo asentó en 1966 Milford y Minson.

Por otro lado, se dice que el efecto residual de una fertilización nitrogenada es de corta duración, perdiéndose mucho del Nitrógeno aplicado por volatilización y/o lixiviación, Buckman y Brady (1977), motivo por el cual se recomienda la fertilización (Rodríguez, 1967; Guerrero y Fassbender, 1970).

2.4.2.- F ó s f o r o .

Exceptuando al Nitrógeno, el Fósforo es el elemento más decisivo para el crecimiento de las plantas; intervienen en la división celular, floración y fructificación, maduración de la cosecha, desarrollo radical, robustecimiento del tallo, calidad de la cosecha y resistencia a ciertas en

fermedades, Buckman y Brady (1977); es también esencial y constituyente en los procesos de transferencia de energía (Tisdale y Nelson, 1977).

Normalmente la gran cantidad de Fósforo presente en suelos tropicales no se encuentra en forma aprovechable para las plantas; la mayor parte del Fósforo soluble que se aplica en los fertilizantes se fija, debido principalmente a que Iones de Fe, Al y Mn, presentes frecuentemente en suelos ácidos, reaccionan con el Ión Ortofosfato PO_4H_2 convirtiendo al Fósforo en insoluble para las plantas; estos hechos parecen indicar que el máximo aprovechamiento de fosfatos para las plantas se obtiene en pH 6 ó 7, Buckman y Brady (1977). Esto explica el escaso efecto de la fertilización fosfatada que se tiene sobre algunos suelos en praderas tropicales.

Una baja respuesta del Fósforo para incrementar la producción de materia seca, es señalada por Meléndez et al (1976), al trabajar en suelos aluviales y con pasto Estrella Africana; los niveles evaluados fueron 40 y 80 kg/ha; los resultados obtenidos de 13 cortes señalan que no existió respuesta a la aplicación de este elemento. Por otro lado, Garza (1975), al experimentar el efecto del Fósforo en dos localidades y suelos de aluvión que presentaron contenido de Fósforo similares (8-18 ppm) encontró respuesta solamente en una localidad con niveles de 80 y 160 kg/ha que rindieron 1.8 y 2.5 ton/ha/m.s. más que el testigo.

Los efectos de la fertilización fosfórica sobre el rendimiento en suelos ultisoles que por naturaleza tiene bajos contenidos de Fósforo fue estudiado por Figarella, citado por Chandler (1975); y en los resultados obtenidos señalan que el pasto Napier presentó una fuerte respuesta a las aplicaciones de Fósforo de 75 kg/ha/año, en un suelo que había recibido previamente pocas fertilizaciones a base de este elemento. El mismo autor señala que los pastos Na

per, Guinea y Pangola, no presentaron respuesta en rendimiento a las aplicaciones del Fósforo en un suelo arcilloso, el cual había recibido por varios años fertilizante fosfórico y utilizado en el cultivo de caña de azúcar.

2.4.3.- P o t a s i o .

En cuanto al potasio no siempre es muy claro el efecto que causan las aplicaciones de este elemento sobre la producción de forraje, así Meléndez et al (1976) encontraron que dichas aplicaciones redujeron la producción de materia seca del pasto Estrella Africana en los suelos lateríticos.

Meléndez (1976) menciona ligeros incrementos en la producción de forraje del mismo pasto cuando se desarrolla en suelos de aluvión. Sin embargo, la interacción de los elementos anteriormente citados, frecuentemente eleva en forma considerable la producción de forraje e indirectamente la ganancia/superficie (Chandler et al, 1964).

Chandler et al (1962), determinaron los efectos de la fertilización con Potasio, sobre el rendimiento de pastos en suelos ultisoles; los resultados obtenidos señalan incrementos en la producción de materia seca en tasas hasta de 448 kg/ha/año, asimismo mencionan que la recuperación del Potasio en el forraje fluctuó entre 65 y 77% en las tasas de aplicación de 448 kg/ha/año:

2.5.- CALIDAD NUTRITIVA

Meléndez et al (1980), mencionan que para determinar la calidad de un forraje es necesario analizar: el contenido de proteína, fibra, lignina y la digestibilidad de la ma

teria seca. Sin embargo, mencionan que existen algunos factores que influyen sobre la calidad de un forraje; así se tiene que la precipitación, temperatura, fotoperíodo, fertilidad del suelo, edad de la planta, época del año y relación hojatallo, son los principales factores que provocan variación en la calidad de las pasturas del trópico.

El factor que mayor influencia tiene sobre el contenido de nutrientes de los pastos tropicales es la edad o frecuencia con que son defoliados, ya que a medida que aumenta la edad, disminuye el porcentaje de proteína y esto ocurre en cualquier época del año (Meléndez et al, 1980).

Lo anterior es respaldado por los datos encontrados por Meléndez et al (1980), al realizar un estudio sobre el contenido de proteína del pasto E. Africana, del cual se obtuvo entre un 9.9 a 15.5% de proteína, cuando el pasto se cortó a los 20 días, y al aumentar el intervalo de corte a 60 días, los resultados obtenidos disminuyeron, encontrándose valores entre 5.7 a 10.8% de proteína. Asimismo, se reporta que el porcentaje de proteína es mayor en la época de nortes, intermedio en secas y menor en lluvias, debido a que durante este período existe mayor producción de forraje y la dilución de compuestos nitrogenados es mayor.

Chandler (1974), al comparar el contenido de proteína de diferentes pastos altamente fertilizados con nitrógeno, encontró que a medida que aumentaba la cantidad de nitrógeno se incrementaba el contenido de proteína para todos los pastos en estudio, con las aplicaciones de N hasta las tasas más altas analizadas, resultando en promedio un incremento del 10% para pastos de 60 días que recibieron 896 kg de N/ha/año.

2.6.- PRODUCCION ANIMAL EN PASTO PANGOLA

2.6.1.- Producción de Carne.

Existen numerosos estudios realizados en la determinación de la productividad del pasto Pangola fertilizado, entre los cuales destacan los realizados en Puerto Rico por varios autores que a continuación se mencionan.

En experimentos de Pastoreo realizados por Chandler (1975), consignó que el pasto Pangola presentó una respuesta en términos de producción de carne y capacidad de carga a las aplicaciones de fertilizante 14-4-10 en cantidades que variaron de 448 a 3,808 kg/ha, encontrando una respuesta favorable hasta un nivel de 2,688 kg/ha de fertilizante, que produjeron 876 kg de carne/ha/año, con una capacidad de carga de 5 novillos/ha, los cuales tuvieron incrementos de peso de 0.6 kg/cabeza/dfa.

La productividad de pasto Pangola y Estrella fue comparada por Chandler (1975), a los cuales se aplicó 2,200 kg/ha/año del fertilizante 15-5-10. El pasto Pangola alcanzó una producción de carne de 1,062 kg/ha con incrementos diarios de 0.49 kg y una capacidad de carga de 6.5 cabezas/ha; estos resultados fueron menores a los obtenidos con el pasto Estrella.

En México, Garza et al, citado por Bogdan (1977), reporta una ganancia de peso vivo de 175 kg/ha en pasto Pangola sin fertilizar; cuando el pasto recibió 100 kg/N/ha, la ganancia de peso vivo fue de 344 kg/ha; estos resultados respaldan los beneficios de aplicación de fertilizante para incrementar la producción animal por unidad de superficie.

En términos de producción animal como es la ganancia de peso vivo/ha/año, la respuesta en la aplica

ción de nitrógeno varía de 0.25 a 4.0 kg de incremento de peso vivo/kg de nitrógeno aplicado en los primeros 100 kg/N/ha/año; el efecto obtenido es mayor en la estación de crecimiento activo. Asimismo, el rendimiento de peso vivo declina cuando se aumenta el nivel de nitrógeno empleado, obteniendo ganancias de peso vivo de 1.5 a 1.0 kg por kg de nitrógeno, cuando la dosis aplicada fue de 300 a 400 kg/N/ha (Osbourn, 1975).

2.6.2.- Producción de Leche.

Chandler (1969), determinó la productividad de diversos pastos, entre ellos el Pangola, bajo manejo intensivo en suelos ultisoles y con vacas Holstein, a las cuales no se les dio alimentación suplementaria. La producción promedio obtenida fue mayor a los 10 litros de leche/día, con un total de más de 3,000 litros por lactancia, con un contenido de grasa natural de 3.8% en promedio.



**ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA**

3.- MATERIALES Y METODOS

3.1.- DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo se desarrolló dentro del área denominada Cuenca Baja del Papaloapan, específicamente en el municipio de Loma Bonita, Oax., el cual se encuentra ubicado en el paralelo 18°06' de latitud norte y el meridiano 95°53' de longitud oeste, a una altitud de 25 m.s.n.m.

3.2.- CARACTERISTICAS NATURALES

3.2.1.- C l i m a .

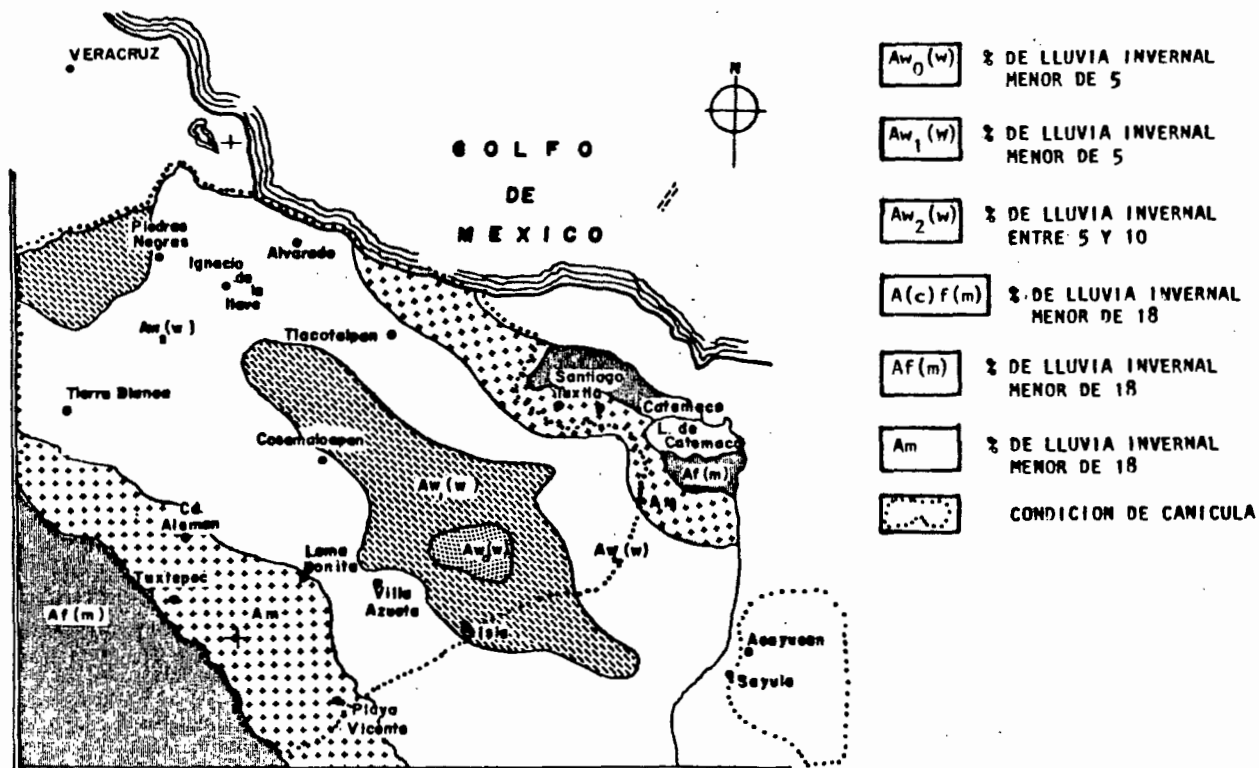
El clima predominante en la región de acuerdo a la clasificación de Köppen, modificada por García (1964) (Fig. 1), corresponde al $Aw_2 (w)(i)g$, caliente subhúmedo, y es descrito de la siguiente manera: prevalecen lluvias en verano, precipitación del mes más seco menor de 60 mm, lluvia invernal entre 5 y 10% de la precipitación total anual. (w), régimen de lluvias de verano; por lo menos cantidades de lluvia 10 veces mayor en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco. (i), extremoso, oscilación anual de la temperatura media mensual entre 7°C y 14°C. Ocurrencia del mes más caliente del año antes del solsticio de verano.

3.2.2.- P r e c i p i t a c i ó n .

La precipitación media anual es 1,845 mm; el periodo más lluvioso comprende los meses de junio a noviembre, que es donde se concentra un 85% de la precipitación anual, siendo septiembre el mes más lluvioso y los más secos marzo y abril. Se puede definir una época de sequía de cinco meses en promedio durante el año (Fig. 2).

FIG. 1 CLIMA PREDOMINANTE EN LA CUENCA BAJA DEL PAPAŁOAPAN SEGUN LA CLASIFICACION DE KOPPEN MODIFICADA POR GARCIA.

(FUENTE: ATLAS CLIMATOLOGICO 1975).



Además, existe un período de aproximadamente cuatro meses denominado época de nortes, la cual comprende los meses de noviembre a febrero; ésta se caracteriza por presentar días nublados, vientos, temperaturas bajas, lluvias ocasionales y días más cortos.

3.2.3.- Temperatura .

La temperatura media anual del área es de 24.6°C, la máxima es de 41°C y se presenta en los meses de abril y/o mayo, mientras que la mínima registrada es de 10°C y ocurre durante los meses de diciembre, enero y/o febrero (Fig. 2).

3.2.4.- Evaporación .

La evaporación media anual en el área es de 1,627 mm; los niveles de mayor evaporación se encuentran comprendidos en los meses de marzo a septiembre.

3.2.5.- Vegetación .

La vegetación predominante en la región es la denominada Sabana de Quercus, esta vegetación se forma principalmente de encino *Quercus* sp., tachicoa y nanche, el cual ha sido perturbado por el uso de su madera y se han incorporado en substitución de piña y pastizales.

Selva Alta Perennifolia.- Es aquella que sobrepasa los 30 m de altura, localizada entre los 50 y 200 m.s.n.m., destacando entre las principales especies el cedro y la caoba de considerable aprovechamiento forestal; se considera que esta vegetación ha sido derrumbada en un 90% para dar lugar al establecimiento de pasturas, caña de azúcar, mango y piña.

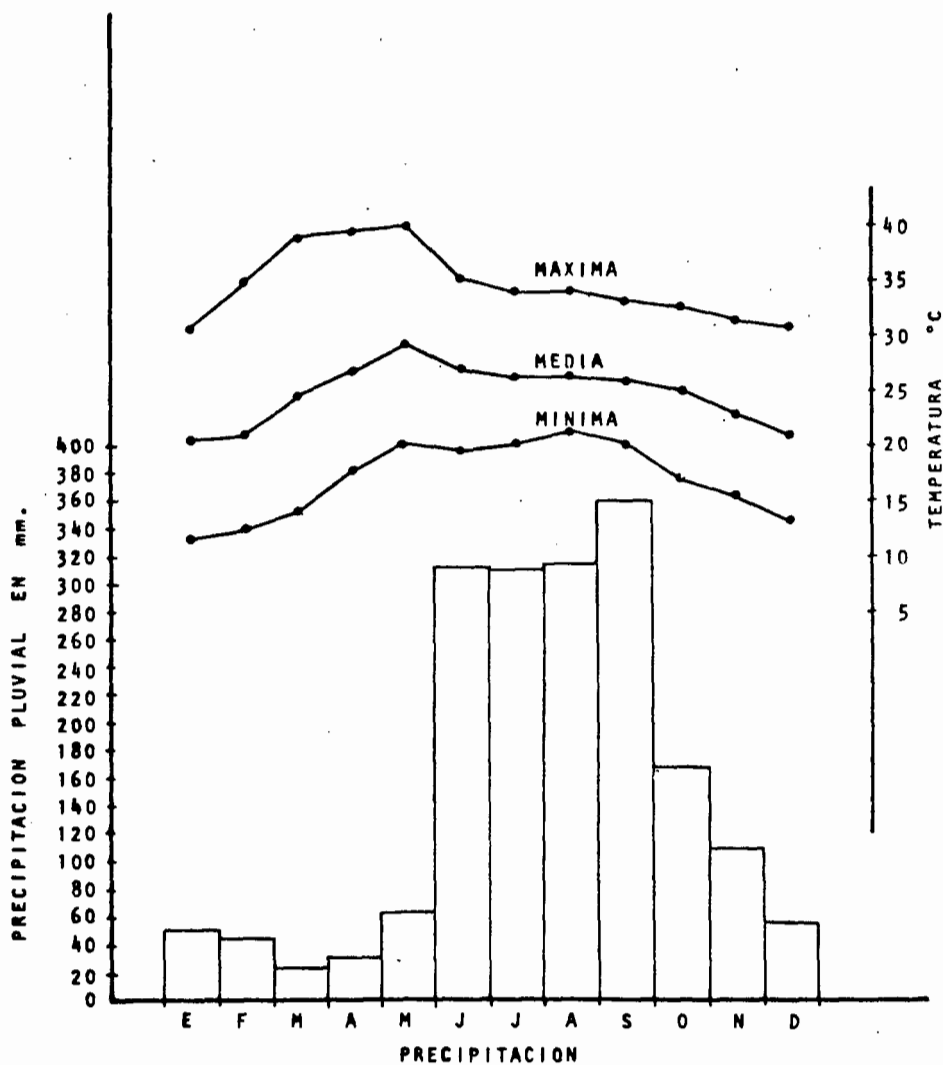


FIG. 2 DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACION EN EL MUNICIPIO DE LOMA BONITA, OAX. 1975-1981.
FUENTE: COMISION DEL PAPALOAPAN, BOLETIN HIDROMETRICO.

Palmar de *Schelea liebmanni*.- En la región es conocido como coyol real; es una planta propia de la región costera del Papaloapan, se encuentra principalmente en suelos aluviales de lomeríos suaves y con mal drenaje. Se localizan en pequeñas áreas de los municipios de Loma Bonita y Tuxtepec, Oax. (Sánchez, 1982).

3.2.6.- S u e l o s .

De acuerdo a estudios agrológicos realizados en 751,293 ha dentro de la Cuenca Baja del Papaloapan, se detectaron siete unidades de suelo, de acuerdo a la clasificación FAO/UNESCO, de las cuales un 40% aproximado corresponde a Suelos Acrisoles Orticos (Fig. 3).

Flores (1977), señaló que los suelos acrisoles tienen limitantes para ser usados en la agricultura, tales limitantes son: baja fertilidad, acidez acentuada, topografía inadecuada, exceso de humedad en la época lluviosa y son fácilmente erosionables; por estas razones se indica que su uso más adecuado es la explotación de pastizales.

En el Cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos del análisis físico-químico de suelo realizado en el sitio del estudio, el cual es medianamente ácido (pH 6.0) de textura migajón arenoso, con contenidos de N, P, K y Mg que van de medianos a altos.

3.3.- MANEJO DEL EXPERIMENTO

Para la realización del presente trabajo se seleccionó un lote establecido con pasto Pangola de 2,500 m², el cual no había sido fertilizado con anterioridad; sobre esta superficie se marcaron 72 parcelas, cada una con 36 m² (6 X

CUADRO 1. ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL SUELO DONDE SE LLEVO A CABO EL EXPERIMENTO DE FERTILIZACION CON N, P, K, DE PASTO PANGOLA *P. decumbens*, EN EL MUNICIPIO DE LOMA BONITA, OAX.

| PROFUNDIDAD | pH | MATERIA ORGANICA % | NITROGENO TOTAL % | FOSFORO ppm CAROLINA DEL N | POTASIO ppm | CALCIO ppm | MAGNESIO ppm | COLOR EN SECO | COLOR EN HUMEDO |
|-------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------------------|-------------|------------|--------------|---------------------------------|---|
| 0 - 30 | 6.0 MA | 3.58 R | 0.204 R | 37 R | 225 ER | 440 MP | 200 ER | CAFE 10YR4/3 | CAFE MUY OSCURO 10YR2/2 |
| 30 - 60 | 6.0 MA | 1.66 MP | 0.112 M | 35 R | 150 ER | 380 MP | 150 ER | CAFE AMA RILLENTO 10YR5/6 | CAFE AMA RILLENTO OSCURO 10YR3/4 |

MA = Medianamente ácido.

R = Rico.

EP = Extremadamente pobre.

MP = Medianamente pobre.

L = Ligeramente.

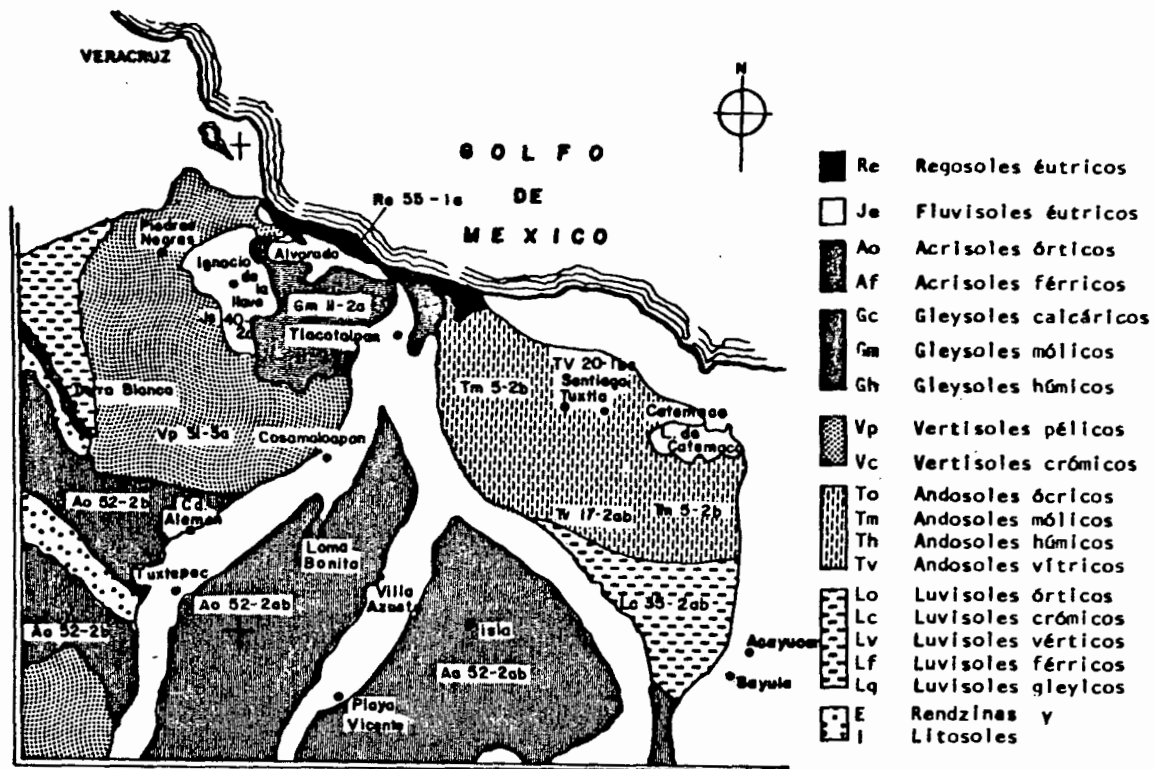
ANALISIS MECANICO

| PROFUNDIDAD EN CM | ARENA % | LIMO % | ARCILLA % |
|-------------------|---------|--------|-----------|
| 0 - 30 | 81 | 14 | 5 |
| 30 - 60 | 65 | 16 | 19 |

TEXTURA: Migajón arenoso.

Clasificación FAO/UNESCO: Acrisol órtico.

FIG. 3 UNIDADES DE SUELOS DE LA CUENCA DEL PAPALOAPAN FAO/UNESCO
(FLORES M.G., 1977).



6 m); como parcela útil se tomaron 16 m² (4 X 4 m), lo cual se logró al eliminar un metro por cada lado de orillas.

La aplicación de fertilizante fue al voleo y se realizó en forma manual; el fósforo y el potasio se aplicaron una sola vez cada año al inicio del experimento, mientras que el nitrógeno fue fraccionado en seis partes iguales, aplicando una parte cada dos meses repitiendo este mismo proceso anualmente. Las fuentes utilizadas fueron Urea 46%, Superfosfato de Calcio Triple 46% y Cloruro de Potasio 60%.

3.3.1.- Diseño Experimental.

El diseño experimental utilizado fue un Bloques al Azar con arreglo factorial 3 X 3 X 2, utilizando cuatro repeticiones por tratamiento, bajo el siguiente modelo estadístico:

$$- Y_{ijkl} = U + B_i + N_j + P_k + K_l + (NP)_{jk} + (NK)_{jl} + (PK)_{kl} + (NPK)_{jkl} + E_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} : es la observación total.

U : es la media general.

B_i : efecto de i -ésimo bloque.

N_j : efecto del j -ésimo nivel de Nitrógeno.

P_k : efecto del k -ésimo nivel de Fósforo.

K_l : efecto del l -ésimo nivel de Potasio.

NP_{jk} : interacción de los efectos del j -ésimo nivel de N con el k -ésimo de P.

$NjKl$: interacción de los efectos del j -ésimo nivel de N con el l -ésimo nivel de K.

$PKkl$: interacción de los efectos del k -ésimo nivel de P con el l -ésimo nivel de K.

NPK_{jkl} : interacción de los efectos del j -ésimo nivel de N, k -ésimo nivel de P y l -ésimo nivel de K.

Eijkl: error aleatorio por el efecto conjunto de los factores no controlables del *i*-ésimo bloque, *j*-ésimo nivel del N, *k*-ésimo nivel de P y *l*-ésimo nivel de K.

Cuando la prueba de F resultó significativa, se realizó la comparación de medias, utilizando la prueba de Duncan para el análisis general y la prueba de Tukey en el caso de la comparación de medias por elemento y niveles de evaluación.

También se realizó el análisis de regresión múltiple, para detectar significancia estadística de acuerdo a la prueba de F, entre interacciones y efectos principales, para lo cual se consideraron 10 variables, las cuales fueron formadas por los efectos principales y las interacciones, con la finalidad de determinar efectos lineales o cuadráticos y sus respectivas ecuaciones de predicción.

3.3.2.- T r a t a m i e n t o s .

Los niveles utilizados fueron: tres de nitrógeno (0-200-400); tres de fósforo (0-60-120); y dos de potasio (0-120), en kg/ha/año, realizando todas las combinaciones posibles que hacen un total de 18 tratamientos.

3.3.3.- C o r t e s .

Al inicio del trabajo se dio un corte de uniformización con el objeto de que los tratamientos empezaran en igualdad de condiciones. Los cortes fueron realizados con machete a una altura de 5 cm sobre el nivel del suelo, los intervalos entre cortes fueron variables, de acuerdo a la época del año y desarrollo del pasto. Para la época de lluvias

se consideraron intervalos aproximados de 60 días, para las épocas de nortes y secas, que son de baja producción se amplió de 90 a 120 días, ya que el desarrollo del pasto fue más lento.

Las observaciones anotadas fueron: rendimiento de materia verde total por parcela, para posteriormente determinar el rendimiento por hectárea; de cada parcela se obtuvo una muestra de 100 g, la cual fue expuesta al sol hasta que alcanzó un peso constante, con la finalidad de determinar el porcentaje de materia seca.

Después de haber determinado el contenido de materia seca de las muestras de cada tratamiento, fueron mezcladas para obtener una muestra uniforme por tratamiento de 10 g, la cual se envió al laboratorio para realizar la determinación de proteína.

El trabajo tuvo una duración de dos años iniciándose en el mes de junio de 1980 y finalizó en septiembre de 1982.

En el Cuadro 2 se presenta la fecha de cada uno de los cortes realizados y la época en que se agruparon:



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA

CUADRO 2. EVALUACIONES REALIZADAS EN EL TRABAJO DE FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE EL RENDIMIENTO DEL PASTO PANGOLA *P. decumbens* EN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA Aw₂ 1980-1982.

| Nº DE CORTE | FECHA DE CORTE | | | EPOCA |
|----------------|----------------|------------|------|---------|
| UNIFORMIZACION | 14 | JUNIO | 1980 | LLUVIAS |
| 1 | 14 | AGOSTO | 1980 | LLUVIAS |
| 2 | 14 | OCTUBRE | 1980 | LLUVIAS |
| 3 | 3 | MARZO | 1981 | NORTES |
| 4 | 14 | JULIO | 1981 | LLUVIAS |
| 5 | 15 | OCTUBRE | 1981 | LLUVIAS |
| 6 | 23 | JUNIO | 1982 | LLUVIAS |
| 7 | 3 | SEPTIEMBRE | 1982 | LLUVIAS |

3.3.4.- P l a g a s .

Una de las plagas más importantes que afecta el desarrollo del pasto Pangola es la mosca pinta *Aniola mia postica* (Walk), la cual se presentó en el segundo año de evaluación sin acusar daño de consideración al pasto.

3.3.5.- M a l e z a s .

Durante el último año de evaluación y específicamente durante la época de nortes, existió una invasión de malezas de hoja ancha de tipo anual, la cual fue controlada manualmente.

3.3.6.- Eficiencia de Utilización.

Asimismo, se calculó la eficiencia de utilización del nitrógeno, fósforo y potasio por el pasto para

cada una de las épocas y en el análisis global.

Para calcular la eficiencia de utilización (E.U.) del nitrógeno por el pasto, se utilizó la ecuación descrita por Cigarroa (1983).

$$E.U. = \frac{MS_2 - MS_1}{N}$$

Donde: E.U. = Eficiencia de utilización de Nitrógeno
(Kg. de MS/Kg de N).

$M.S_2$ = Kg. de materia seca por hectárea producida en el tratamiento correspondiente.

$M.S_1$ = Kg. de materia seca por hectárea aplicados en el tratamiento testigo.

N = Kg. de Nitrógeno por hectárea aplicados en el tratamiento correspondiente.

Se utilizó la misma ecuación para realizar los cálculos para los elementos P y K.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.- CONDICIONES CLIMATICAS 1980-1982

Las condiciones de precipitación y temperatura que prevalecieron durante el desarrollo experimental se presentan en la Fig. 4; en ella se muestra que el 85% de la precipitación se concentra durante los meses de junio a octubre y el resto en los meses de noviembre a marzo; febrero y abril registraron las menores precipitaciones. Las temperaturas máximas ocurrieron en los meses de abril y mayo y las mínimas durante los meses de diciembre a febrero; la precipitación anual ocurrida durante el tiempo de evaluación, fue superior a la registrada en promedio de 7 años que es de 1843 mm anuales.

Durante el desarrollo experimental y específicamente en el mes de septiembre de 1981 se presentó el Huracán Herminia; este fenómeno produjo un incremento en la p.p. de 120 mm a la normalmente ocurrida durante este mes.

Los resultados obtenidos se agrupan por época por año. En dos años de evaluación se determinó la producción de tres épocas de lluvias, una época de nortes y la época de secas no registró rendimiento alguno, debido a un nulo crecimiento del pasto, lo cual se atribuye a la escasa precipitación registrada durante el desarrollo del trabajo.

4.2.- EPOCA DE LLUVIAS 1980

El análisis estadístico muestra diferencia significativa para los factores Nitrógeno y Potasio, mientras que para el Fósforo y todas las interacciones no hubo significancia, Cuadro 5.

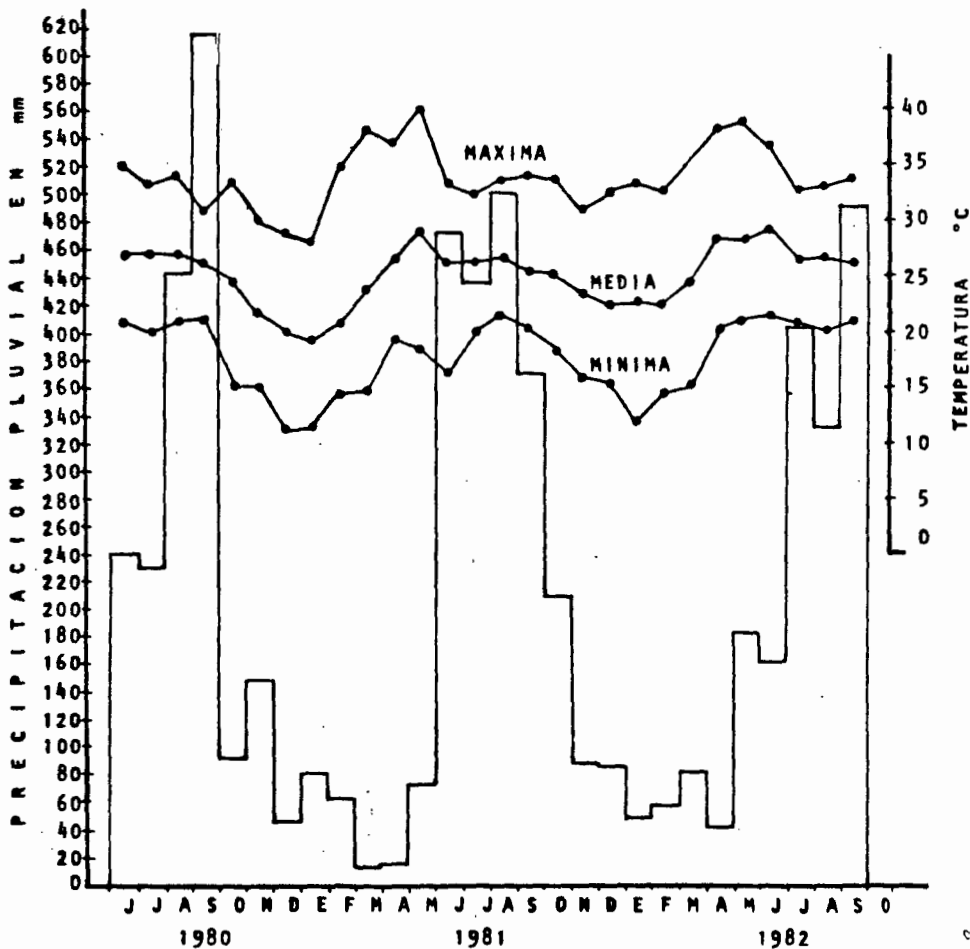


FIG. 4 DISTRIBUCION DE LA TEMPERATURA Y PRECIPITACION DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL EN EL MUNICIPIO DE LOMA BONITA, OAX. JUNIO-1980 - SEPTIEMBRE -1982. FUENTE COMISION DEL PAPALOAPAN. BOLETIN HIDROMETRICO.

La producción de materia seca (m.s.) para esta época se presenta en el Cuadro 3, en el que se muestra que el mejor tratamiento, 400-120-120, produjo 14.5 ton/ha de m.s., lo que representa un 98% más que el testigo sin fertilizar, ya que éste alcanzó un rendimiento de 7.3 ton/ha de m.s.

En la comparación de medias realizada (Duncan 5%) se detectó que los mejores tratamientos fueron: 400-120-120, 400-120-00, 400-60-00, 400-00-120, 400-00-00 y 200-60-120 kg/ha de N, P y K respectivamente; todos ellos con igualdad estadística. Estos resultados nos muestran que al aplicar solamente 400 kg de N, el pasto presenta la misma respuesta que cuando se aplica P y K; sin embargo, al reducir a 200 kg la dosis de N, es necesario aplicar P y K para mantener la igualdad con los demás tratamientos, lo que sugiere que el fósforo tiene algún efecto sobre la producción de m.s., el cual no fue detectado por el análisis de varianza.

En la Fig. 5 se observa un incremento en la producción de m.s. del pasto Pangola, por efecto de la fertilización nitrogenada, éste fue mayor a medida que se aumentaban los niveles de P y K, encontrándose una respuesta negativa en el rendimiento con el tratamiento 400-00-120.

En la Fig. 6 se observa que existe un efecto favorable en la producción de m.s. hacia las aplicaciones individuales de P, sin ser muy pronunciada la línea de respuesta, al realizar combinaciones con el N y K la mayor respuesta coincide con el nivel 60 kg/ha; pues al pasar a 120 en la mayoría de los tratamientos decrece el rendimiento.

La eficiencia y los incrementos en la producción de m.s. por efecto de la fertilización con N y K se presentan en el Cuadro 6. Se lograron aumentos en la producción de m.s. cuando se comparó el rendimiento obtenido con los niveles de N y K contra el testigo. Asimismo, se detectó diferencia

CUADRO 3. RENDIMIENTO PROMEDIO DE MATERIA SECA EN KG/HA POR EPOCA DE EVALUACION POR EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N,P,K, EN PASTO PANGOLA *D. decumbens* EN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA Aw₂ EN EL MUNICIPIO DE LOMA BONITA, OAX.

| TRATAMIENTOS | | | E P O C A S | | | | T O T A L |
|--------------|-----|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| N | P | K | LLUVIAS 1980 | NORTES 80-81 | LLUVIAS 1981 | LLUVIAS 1982 | |
| 00 | 00 | 00 | 7320 e | 1482 b | 10267 ab | 3712 de | 22788 e |
| 00 | 60 | 00 | 7847 de | 2343 b | 7867 e | 4591 ed | 22648 e |
| 00 | 120 | 00 | 8302 de | 2506 ab | 8937 bc | 3051 e | 22796 e |
| 00 | 00 | 120 | 8750 de | 1896 b | 9107 bc | 3825 de | 23578 e |
| 00 | 60 | 120 | 8945 de | 2572 ab | 9487 bc | 3422 e | 24426 de |
| 00 | 120 | 120 | 8435 de | 2723 ab | 7352 c | 2761 e | 21271 e |
| 200 | 00 | 00 | 9495 cde | 2605 ab | 8950 bc | 6087 ed | 27137 cde |
| 200 | 60 | 00 | 10607 bcd | 3334 a | 11422 ab | 6611 abc | 31974 bc |
| 200 | 120 | 00 | 10165 cde | 3370 a | 10882 abc | 6317 abc | 30734 bcd |
| 200 | 00 | 120 | 11365 bcd | 3856 a | 12120 ab | 8777 a | 36121 ab |
| 200 | 60 | 120 | 13345 a | 3051 a | 11427 ab | 7733 ab | 35556 ab |
| 200 | 120 | 120 | 12210 bcd | 3280 ab | 13620 a | 7292 abc | 36402 ab |
| 400 | 00 | 00 | 12862 ab | 2336 ab | 9137 bc | 7020 abc | 31355 bc |
| 400 | 60 | 00 | 12692 a | 3056 ab | 9252 bc | 8873 a | 33873 abc |
| 400 | 120 | 00 | 13847 a | 2610 b | 11290 ab | 7916 ab | 35663 ab |
| 400 | 00 | 120 | 10980 bcd | 2967 ab | 9782 bc | 7443 ab | 31172 bcd |
| 400 | 60 | 120 | 14455 a | 3376 a | 11080 abc | 8367 ab | 37278 ab |
| 400 | 120 | 120 | 14510 a | 3374 ab | 13370 a | 8876 a | 40130 a |
| C. v. | | | 18.65 | 31.02 | 24.27 | 24.53 | 16.70 |

CUADRO 4. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA PARA CADA UNA DE LAS EPOCAS (LLUVIAS Y NOR
TES) ESTUDIADAS EN EL TRABAJO DE FERTILIZACION CON N, P, K, SOBRE EL RENDIMIENTO
DE M.S. DEL PASTO PANGOLA *D. decumbens* 1980-1982.

| FACTOR DE VARIACION | G.L. | EPOCA DE LLUVIAS | EPOCA DE NORTES | EPOCA DE LLUVIAS | EPOCA DE LLUVIAS | ANALISIS GLOBAL |
|------------------------|------|------------------|-------------------|------------------|------------------|--------------------------|
| | | 1980 (C.M.) | 1980-81 (C.M.) | 1981 (C.M.) | 1982 (C.M.) | MEDIA DOS AÑOS (C.M.) |
| BLOQUE | 3 | 16.57 | 2.83 | 34.78 | 12.19 | 39.92 |
| TRATAMIENTO | 17 | 21.74* | 1.62* | 12.50* | 19.03* | 36.80* |
| ERROR | 51 | 3.49 | 0.69 | 5.12 | 1.97 | 4.80 |
| C. V. | | 18.65 | 31.02 | 24.27 | 24.53 | 16.70 |
| \bar{X} | | | | | | |

N.S. NO SIGNIFICATIVO.

* SIGNIFICATIVO.

** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO.

C.M. CUADRADOS MEDIOS.

CUADRO 5. RESUMEN DE LOS ANALISIS DE VARIANZA E INTERACCIONES DE LOS ELEMENTOS EN ESTUDIO SOBRE EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*P. decumbens*) POR EPOCA DE AÑO EN UN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA Aw₂ DE LOMA BONITA, OAX.

| FUENTE DE VARIACION | G.L. | LLUVIAS 1980 C.M. | NORTES 1980-81 C.M. | LLUVIAS 1981 C.M. | LLUVIAS 1982 C.M. | GLOBAL C.M. |
|---------------------|------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------|
| BLOQUE | 3 | 16.57 | 2.83 | 34.78 | 12.19 | 158.24 |
| N | 2 | 143.01* | 7.68* | 45.79* | 140.26* | 985.01** |
| P | 2 | 11.01 N.S. | 1.85 N.S. | 7.29 N.S. | 1.51 N.S. | 44.86 N.S. |
| N*P | 4 | 4.47 N.S. | .66 N.S. | 11.08 N.S. | 2.22 N.S. | 32.81 N.S. |
| K | 1 | 17.01* | 3.13* | 16.06 N.S. | 4.50 N.S. | 153.56** |
| N*K | 2 | 3.01 N.S. | .29 N.S. | 8.85 N.S. | 7.63* | 48.21 N.S. |
| P*K | 2 | 4.01 N.S. | .13 N.S. | .35 N.S. | 3.04 N.S. | 0.75 N.S. |
| N*P*K | 4 | 3.14 N.S. | .48 N.S. | 6.89 N.S. | 1.29 N.S. | 14.81 N.S. |
| ERROR | 51 | 3.49 | .69 | 5.12 | 1.97 | 19.20 |
| TOTAL | 71 | | | | | |
| C. V. (%) | | 17.2 | 27.2 | 22.0 | 13.0 | 14.5 |

N.S. NO SIGNIFICATIVO.

* SIGNIFICATIVO.

** ALTAMENTE SIGNIFICATIVO.

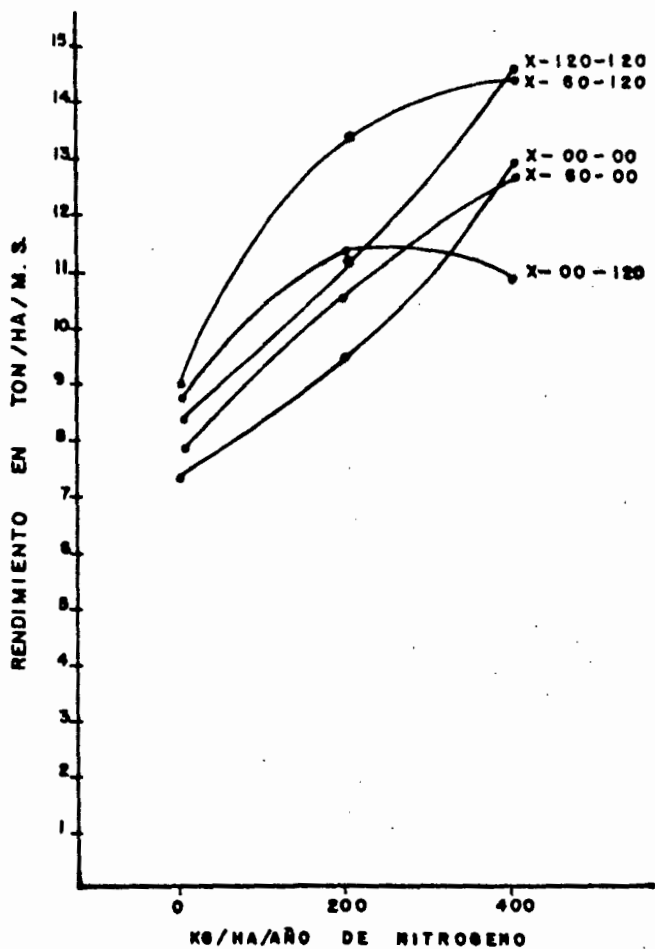


FIG. 5 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA A_w_2 EN LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE LLUVIAS 1980.

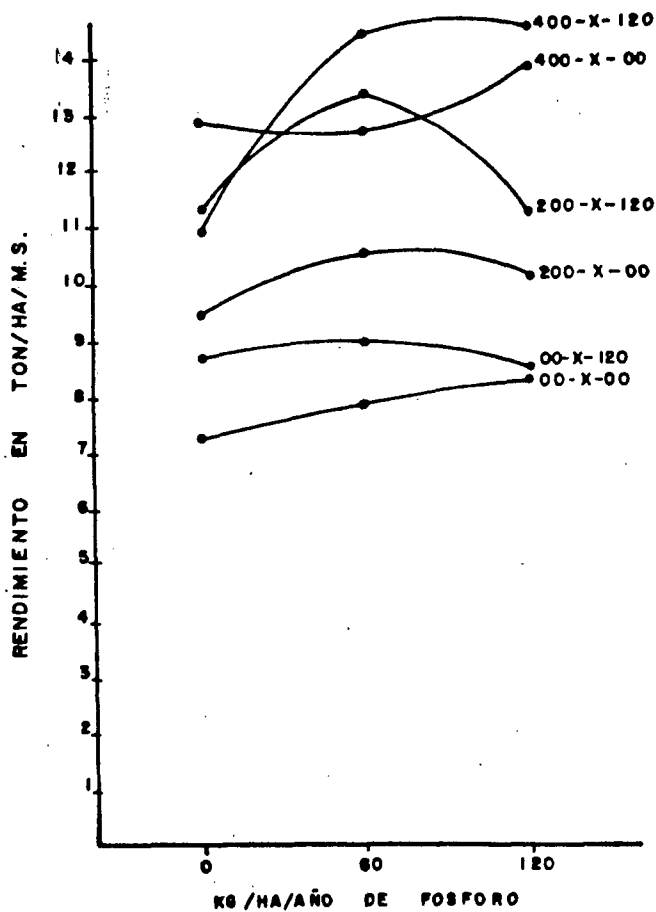


FIG. 6 RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA Aw_2 EN LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE LLUVIAS 1980.

estadística significativa ($P < 0.05$) para N y K; lo cual no ocurrió con la fertilización fosfórica, lo anterior puede deberse a que los suelos son ricos en este elemento y las tasas de extracción de éste son bajas, tal como lo señaló Chandler et al (1975).

CUADRO 6. EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE LLUVIAS 1980.

| NIVEL DE N KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG N APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 8247 c* | | |
| 200 | 11031 b | 33.75 | 13.92 |
| 400 | 13204 a | 60.10 | 12.39 |

| NIVEL DE K KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG K APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 10336 b* | | |
| 120 | 11319 a | 9.51 | 8.19 |

* LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (TUKEY 0.05).

Los mayores incrementos en la producción se obtuvieron con el nivel 400 kg de N comparado con el testigo, mientras que la eficiencia del pasto para producir m.s. por kg de N aplicado fue mayor con el nivel 200 kg de N, lo cual se debe a que la planta tiene su máxima capacidad de respuesta en los primeros 200 kg de N en donde Osbourn (1975) reporta una respuesta de 30-40 kg de m.s. por kg de N aplicado y menciona que comúnmente es observado este efecto en regiones con alta precipitación, encontrando respuestas hasta los 400 kg de

N/ha a partir de los cuales tiende a disminuir si éstos no son irrigados. Para el presente estudio se encontró una eficiencia de utilización de 14 y 12 kg de m.s. por kg de N aplicado, estos valores son bajos si se comparan con los datos mostrados por Osbourn; esto se traduce en una menor respuesta, debido a que los suelos presentan una fertilidad que va de mediana a buena y la respuesta a la aplicación de niveles de N es menor bajo estas condiciones.

En lo que respecta al K, sólo se tienen dos niveles de comparación, 00 vs 120; los resultados nos muestran que existe una eficiencia de utilización, que produce 8.2 kg de m.s. por kg de K aplicado, y representa un incremento de 9.5% en la producción de m.s. con respecto al testigo.

Se realizó el análisis de regresión múltiple para esta época, en la cual se consideran 10 variables bajo el siguiente modelo inicial:

$$Y_i = B_0 + B_1N + B_2P + B_3K + B_4N^2 + B_5P^2 + B_6K^2 + B_7NP + B_8NK + B_9PK + B_{10}NPK$$

Los resultados obtenidos por medio del ANVA indican que existió diferencia altamente significativa para la producción de m.s., solamente fue significativo el N y el K en forma simple; por tal motivo, se procedió a calcular la ecuación de regresión entre los niveles de N aplicado y la producción de m.s. el modelo inicial a $Y = B_0 + B_1N$, los valores encontrados fueron: $Y = 8.409 + 0.0121 N$, lo cual nos indica que cuando B_1N vale 0 se tiene una producción de 8.40 ton/ha de m.s., sin embargo al incrementar en una unidad el N, B_1N se incrementa el rendimiento en 12.1 kg/m.s./ha; el coeficiente de determinación fue altamente significativo y alcanzó un valor de $r^2 = 0.47$.

A medida que se aumentaban las dosis de N, se fue

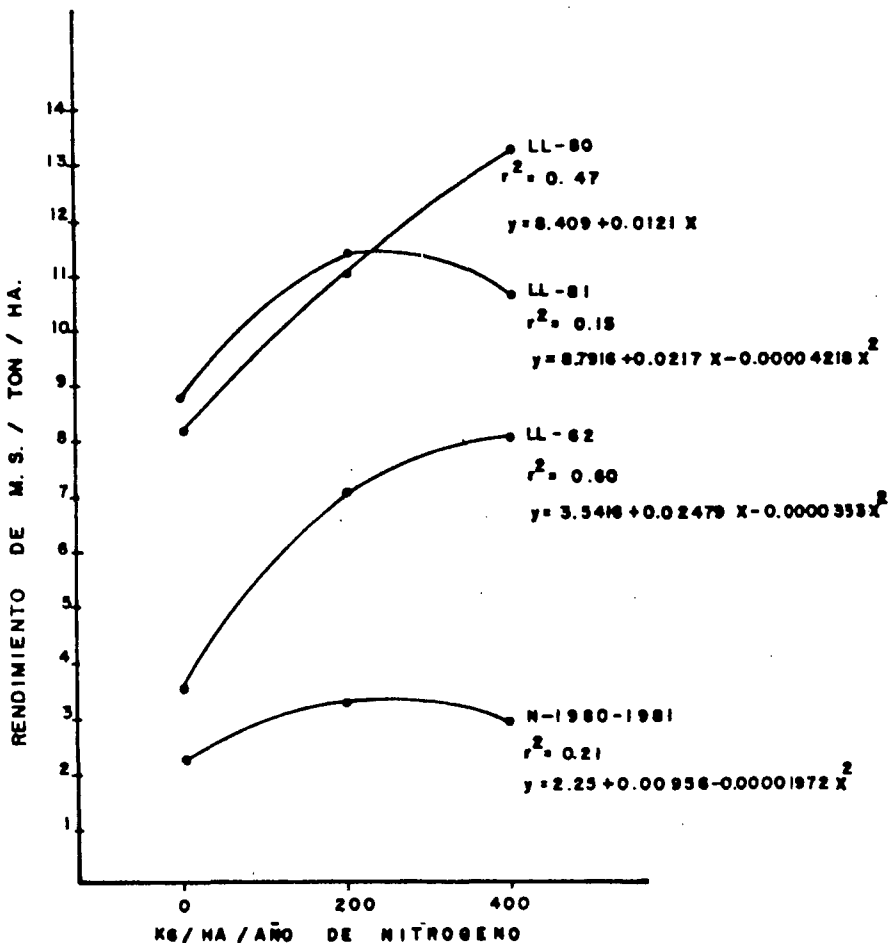


FIG. 7 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (D. decumbens) POR EPOCA DE EVALUACION EN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA Aw₂ 1980-1982.

incrementando la producción de m.s./ha, encontrándose un efecto lineal hasta el nivel 400 kg de N que alcanzó una producción de 13.2 ton/ha de m.s. y un incremento del 57% sobre el testigo, para esta época.

4.3.- EPOCA DE NORTES 1980-1981

Los resultados encontrados para esta época indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos estudiados, Cuadro 4. Además, se detectó diferencia significativa ($P < 0.05$) para el N y K individualmente; no hubo diferencia significativa para el P, ni entre las interacciones entre elementos, Cuadro 5. Estos resultados fueron similares a los encontrados en la época de lluvias de 1981.

La comparación de medias de ($P < 0.05$) de los tratamientos se muestra en el Cuadro 3, y se observa que la mayoría de los tratamientos son iguales entre sí; los tratamientos que fueron diferentes a los demás son: 200-60-00, 200-120-00, 200-00-120, 200-60-120, 400-60-120 y 400-120-120; estos resultados nos indican que existe una mayor respuesta para el nivel 200 kg de N con las combinaciones de P y K, que para las aplicaciones de 400 kg de N, con las mismas combinaciones; esto puede deberse a una menor capacidad del pasto para aprovechar niveles más altos de N, debido a las condiciones de bajas temperaturas, alta nubosidad, vientos fuertes, factores que limitan el desarrollo del pasto.

En el Cuadro 3 se muestra que la mayor producción de m.s. fue de 3.8 ton, que logradas con el tratamiento 200-00-120, mientras que el testigo rindió 1.48 ton/ha/m.s. Esto representa un incremento de 160% en favor al tratamiento fertilizado, como se puede observar el bajo rendimiento que presenta esta gramínea es atribuido a las condiciones climáticas que afectan el desarrollo del pasto tal como lo describe Meléndez et al (1980).

La respuesta gráfica que presenta el N en esta época se ilustra en la Fig. 8, en la cual se observa una respuesta favorable con el nivel 200 kg de N, y al incrementar a 400, el efecto de éste es menor al logrado con el nivel 200 de N. El nivel 200 kg de N alcanza su punto máximo cuando se adiciona el nivel 120 kg de K, observándose una tendencia similar con los tratamientos 400-120-120 y 400-60-00 de N, P y K respectivamente.

En lo que respecta al P, se observa una tendencia favorable hacia el incremento del rendimiento a medida que se aumenta el nivel de P en forma individual, Fig. 9, sin ser significativa esta respuesta.

Durante esta época la eficiencia del N fue estadísticamente igual para los niveles 200 y 400, siendo más eficiente el primero que el segundo, tal como se observa en el Cuadro 7, donde se observa la baja eficiencia obtenida por efecto de la fertilización, ya que sólo se producen 5.2 y 1.7 kg de m.s. por kg de N aplicado con los niveles 200 y 400 kg de N. El K tiene una eficiencia de 3.7 kg de m.s. por kg de elemento adicionado. Sin embargo, aunque la eficiencia de utilización de los fertilizantes es menor debido a las condiciones climáticas, se puede considerar que la eficiencia es relativamente eficiente, ya que durante esta época se produce escasez de forraje y cualquier incremento en la producción, por efecto de la fertilización es demasiado importante, ya que con esto se incrementa la disponibilidad de forraje para el ganado.

Para esta época se determinó al igual que en la época anterior, realizar el análisis de regresión múltiple tomando en cuenta las mismas variables; el resultado del ANVA señala que existe diferencia significativa para la producción de m.s. y se detectó que existe un efecto cuadrático para N,

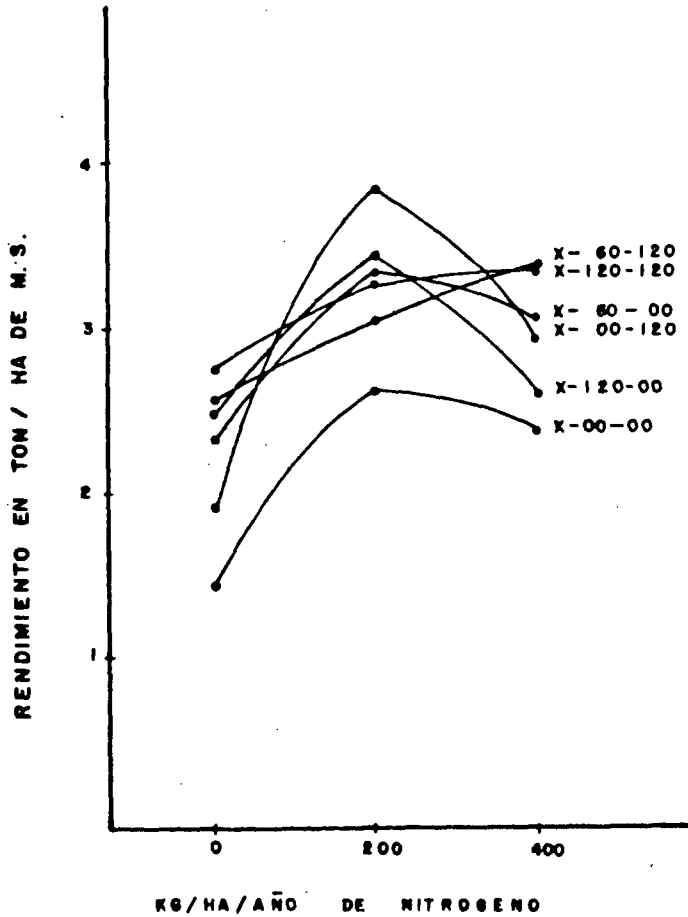


FIG. 8 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA Aw_2 EN LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE NORTES 1980-1981.

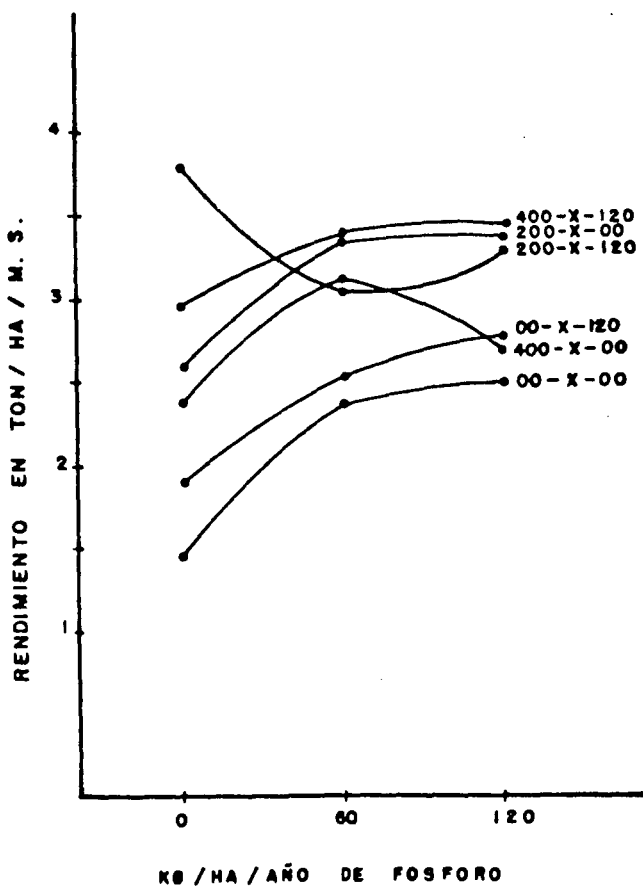


FIG. 9 RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA A_{22} EN LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE NOR TES 1980-1981.

por tal motivo, el modelo inicial se redujo a la siguiente ex presión: $Y = B_0 + B_1N + B_2N^2$, la respuesta y la ecuación co respondiente se presentan en la Fig. 7. La ecuación de re gresión obtenida fue: $Y = 2.25 + 0.00958 X - 0.0000197 X^2$, - asimismo se encontró el coeficiente de determinación $r^2 = 0.21$ resultando éste significativo al 5% de probabilidad.

CUADRO 7. EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE NORTES 1980-1981.

| NIVEL DE N KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG N APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 2254 b* | | |
| 200 | 3309 a | 46.80 | 5.27 |
| 400 | 2953 a | 31.01 | 1.74 |

| NIVEL DE K KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG K APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 2617 b* | | |
| 120 | 3061 a | 16.96 | 3.7 |

* LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (TUKEY 0.05).

4.4.- EPOCA DE LLUVIAS 1981

Para la segunda época de lluvias, el análisis esta dístico señaló diferencia significativa entre tratamientos, Cuadro 4; en esta época sólo se determinó que existe diferen cia significativa para N, sin encontrar diferencia para las interacciones entre elementos. La prueba de Duncan ($P < 0.05$) muestra que nueve tratamientos resultaron diferentes a los

demás, dentro de éstos se encuentra el testigo sin fertilizar, éste obtuvo un rendimiento favorable para quedar incluido entre los mejores, ya que en ocasiones superó a los tratamientos que fueron altamente fertilizados. La explicación de esto es que al determinar el porcentaje de m.s. presente en cada tratamiento, éste obtuvo los valores más altos, y aunque el rendimiento de materia verde fue inferior al obtenido con los tratamientos fertilizados, al realizar la conversión a m. s. se encontró dentro de los mejores tratamientos.

La producción obtenida señala que el tratamiento 200-120-120 fue el que alcanzó el máximo rendimiento de 13.6 ton/ha/m.s., mientras que el testigo rindió 10.2 ton/ha/m.s., al comparar estos tratamientos el primero superó en 36% al segundo.

En la Fig. 10, se observa gráficamente la respuesta del nitrógeno, en la cual se muestra un efecto negativo hacia la aplicación de niveles crecientes de N, pues se logró una mayor producción con el testigo sin fertilizar. Al combinar el N con el P y K se muestra un efecto favorable del primero hasta el nivel 200, disminuyendo fuertemente el rendimiento al aumentar el N hasta el nivel 400. Esto se interpreta que el límite de respuesta obtenida en esta época y bajo estas condiciones es hasta el nivel 200 kg de N combinado con P y K. La baja respuesta obtenida, puede deberse a que el suelo donde se efectuó este trabajo presenta cantidades de nutrientes de medianas a altas, es por ello que la gramínea llega a su límite de respuesta con el nivel antes mencionado.

Para el caso del P (Fig. 11), se observa una respuesta negativa hacia la fertilización fosfatada; existe un ligero incremento en la producción al aumentar el nivel de P de 60 a 120, pero el rendimiento obtenido nunca fue mayor al producido por el testigo. Solamente se encontraron resultados

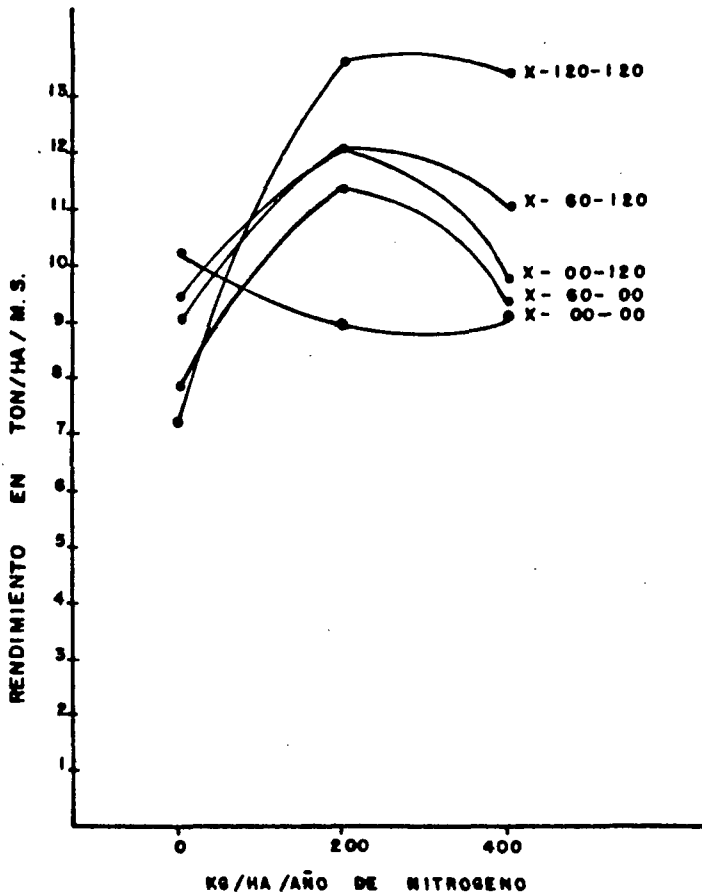


FIG. 10 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA Aw_2 DE LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE LLUVIAS 1981.

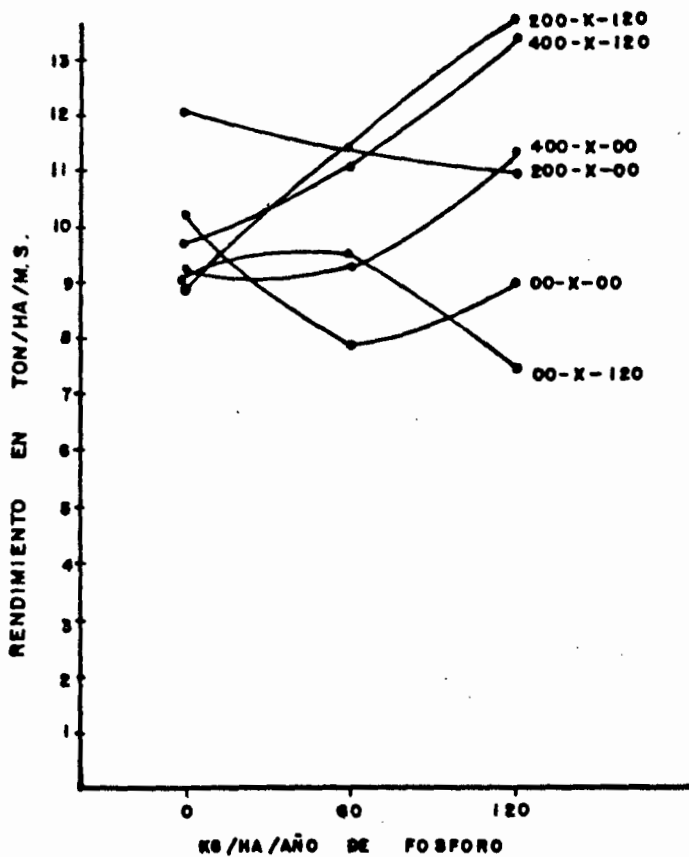


FIG. 11 RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA A_w2 EN LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE LLUVIAS 1981.

positivos cuando se aplicó N (200 y 400) y K (120) con los cuales se observa tendencia positiva hasta el nivel 120 de P.

En lo referente a la eficiencia de utilización de los fertilizantes N, P y K para producir m.s., sólo se encontró diferencia significativa para N en esta época (Cuadro 8), aunque estadísticamente los niveles 200 y 400 son iguales se tiene una mayor eficiencia de utilización con el nivel más bajo, el cual produce 12.75 kg de m.s. por kg de N aplicado, lo cual coincide con los resultados encontrados en las dos épocas anteriores.

CUADRO 8. EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE LLUVIAS 1981.

| NIVEL DE N KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG N APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 8862 b* | | |
| 200 | 11412 a | 28.77 | 12.75 |
| 400 | 10652 a | 20.19 | 4.47 |

* LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (TUKEY 0.05).

El análisis de regresión múltiple fue realizado tomando en cuenta las mismas variables presentadas en la primera época. El ANVA señala que existe diferencia significativa para la producción de m.s. y se detectó que existe solamente un efecto cuadrático para N, por lo cual el modelo inicial se redujo a $Y = B_0 + B_1N + B_2N^2$, la respuesta encontrada junto con la ecuación de regresión se muestra en la Fig. 7, cuyos valores son $Y = 8.7916 + 0.02177X - 0.00004218X^2$, con un coeficiente de determinación $r^2 = 0.15$, el cual fue significativo ($P < 0.05$).

4.5.- EPOCA DE LLUVIAS 1982

En esta época el análisis estadístico determinó diferencia significativa entre tratamientos, y además diferencia significativa para N individualmente, así como para la interacción N K, para el resto de los elementos e interacciones no hubo significancia, tal como se muestra en el Cuadro 5.

La comparación de medias determinada por la prueba de Duncan al 5% (Cuadro 3), reveló que existen once tratamientos diferentes a los restantes, los cuales corresponderon a los mayores niveles de los diferentes elementos del estudio.

Para esta época los mejores tratamientos fueron: 400-120-120, 400-60-00, 400-60-120 y 200-00-120 con producciones de 8.8, 8.8, 8.7 y 8.3 ton/ha/m.s. respectivamente, los cuales fueron similares entre sí; el testigo rindió 3.7 ton/ha/m.s., éste fue superado en un 139% en favor a los tratamientos fertilizados, estos valores indican la buena respuesta ofreída a la aplicación de fertilizantes siempre y cuando se tengan las condiciones climáticas favorables para su desarrollo.

La gráfica de respuesta para los niveles de N, se presenta en la Fig. 12, en la cual se observa un efecto positivo para la producción de m.s. en la mayoría de los tratamientos, incluyendo al N en forma individual. En forma general se tiene un incremento mayor al pasar del nivel 0 al 200 de N, con los diferentes niveles de P y K, sin embargo al subir el nivel de 200 a 400 kg de N, con las mismas combinaciones de P y K, la respuesta sobre la producción de m.s. es menor, teniendo una mayor eficiencia en los primeros 200 kg de N aplicados.

En el caso del P, Fig. 13, la respuesta es menor

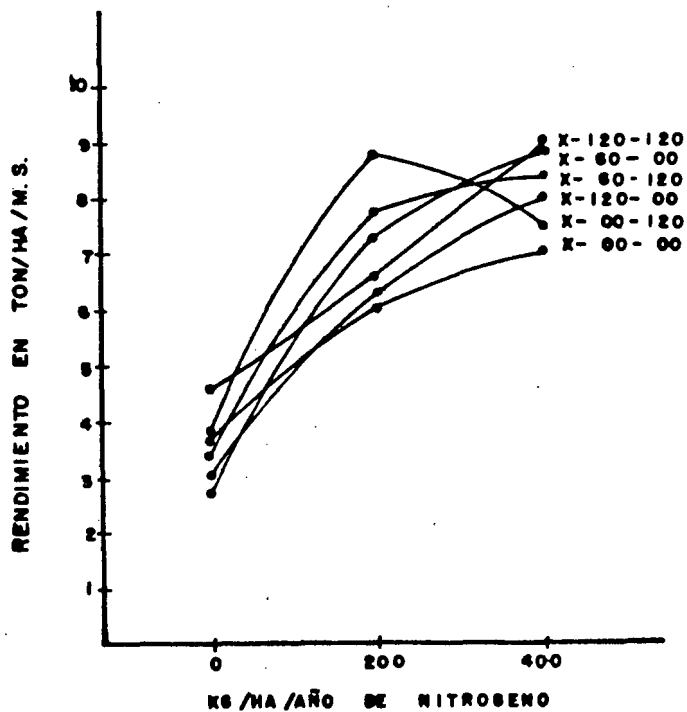


FIG. 12 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA A_w EN LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE LLUVIAS 1982.

a medida que se aumenta el nivel de P; la mayor respuesta se obtuvo con el nivel 60, ya que si se aumenta a 120 la respuesta sobre el rendimiento resulta negativa.

La eficiencia de utilización del N para producir m.s. (Cuadro 9) fue estadísticamente significativa. La comparación de medias (Tukey 0.05), señala que hay diferencias entre los niveles de N, siendo el mejor el nivel 400. La producción de m.s. de los niveles 200 y 400 fue superior en 100 y 127% con respecto al testigo.

CUADRO 9. EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA EPOCA DE LLUVIAS 1982.

| NIVEL DE N KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG N APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 3565 c* | | |
| 200 | 7117 b | 99.63 | 17.76 |
| 400 | 8088 a | 126.87 | 11.30 |

* LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (TUKEY 0.05).

La eficiencia de utilización del N fue mayor con el nivel 200 kg de N, con una producción de 17.7 kg de m.s. por kg de N aplicado, mientras que el nivel 400 de N produjo 11.3 kg de m.s. por kg de N. Una vez más estos resultados corroboran lo encontrado en las épocas anteriores, y que se tiene una mayor eficiencia de utilización del N, con los primeros 200 kg. Esto nos indica que conforme se incrementan los niveles de N la eficiencia de utilización va disminuyendo, resultados similares son reportados por Humphreys (1978), al trabajar con niveles de N de 0 a 600 kg/ha en *Pennisetum ameri*

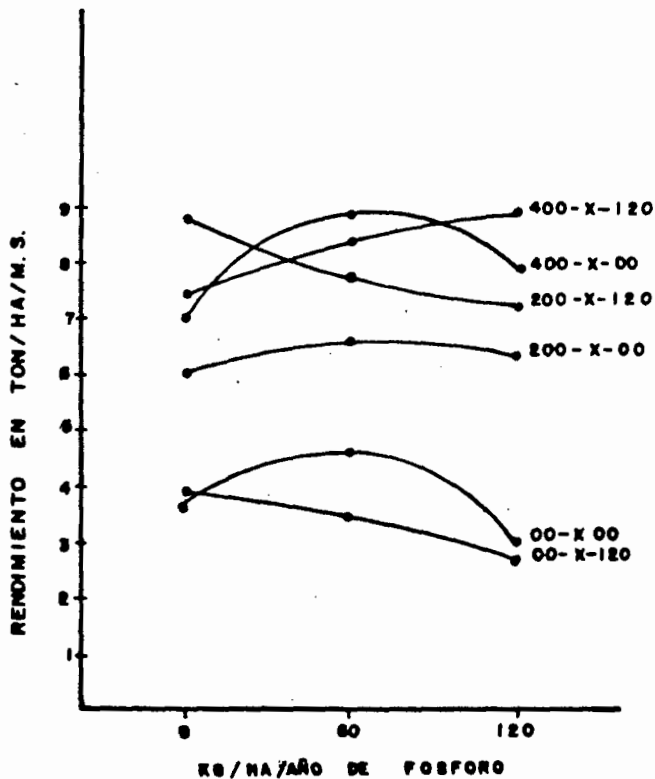


FIG. 13 RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA A_w EN LOMA BONITA, OAX. EPOCA DE LLUVIAS 1982.

canum, que logró una eficiencia de 30 kg de m.s. por kg de N con el nivel 100 kg/ha/N, mientras que la eficiencia con el nivel 600 kg de N, fue de 17 kg de m.s. por kg de N aplicado.

En esta época se realizó el análisis de regresión múltiple considerando las mismas variables utilizadas en las épocas anteriores. El ANVA, señala que existe diferencia significativa para la producción de m.s. y asimismo se encontró un efecto cuadrático para N, el resto de los elementos e interacciones resultaron no significativos. La ecuación encontrada fue $Y = 3.5416 + 0.02479X - 0.0000333X^2$, Fig. 7, cuyo modelo fue $Y = B_0 + B_1N + B_2N^2$, además se determinó el coeficiente de determinación $r^2 = 0.60^{**}$, el cual fue altamente significativo.

4.6.- EFECTO DEL POTASIO

El efecto del K se presenta en la Fig. 14, en él se presenta una comparación por época de los tratamientos de K en estudio. Para la primera época, se obtuvo una respuesta favorable a la aplicación de 120 kg de K, el rendimiento para el testigo fue de 7.3 ton/ha y para 120 kg de K 8.75 ton/ha de materia seca.

Resultados similares al anterior fueron encontrados para la época de nortes, con rendimientos de 1.48 y 1.89 ton/ha de m.s. favorables al nivel 120 de K.

Para la siguiente época de lluvias (1981) se encontró un efecto negativo debido a la fertilización con K, pues el testigo sin fertilizar rindió 10.2 y el fertilizado 9.1 ton/ha/m.s.

Para la tercera época de lluvias (1982) se obtuvo una respuesta favorable hacia la aplicación de K, el cual pro

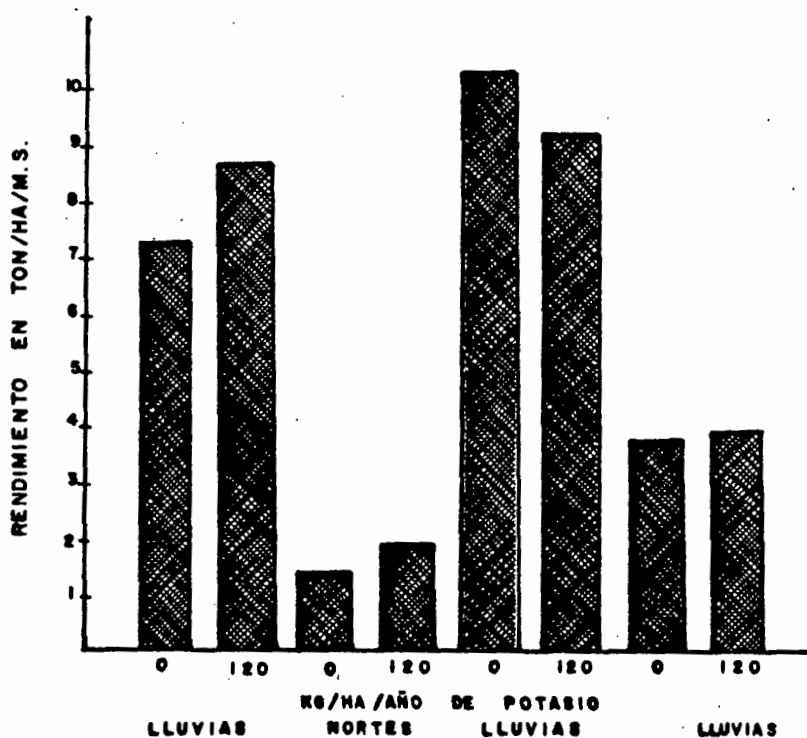


FIG. 14 RESPUESTA A DOS NIVELES DE POTASIO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA POR EPOCAS DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA A_{w2} EN LOMA BONITA, OAX. 1980-1982.

dujo 3.8 ton/ha/m.s. y el testigo 3.7 ton/ha/m.s.

Diferencias poco considerables fueron encontradas sobre el aumento de producción de m.s. del pasto Pangola por acción de la fertilización potásica, cuando es analizado individualmente; sin embargo, como se pudo observar en las Gráficas 5 a la 13, que en unión con Nitrógeno el efecto es marcadamente favorable para lograr un mayor incremento en la producción de m.s. del Pangola; el bajo efecto alcanzado durante el tiempo de evaluación se debe a que el suelo presentaba cantidades suficientes de este elemento (Cuadro 1) para satisfacer las necesidades del pasto.

4.7.- PORCENTAJE DE NITROGENO

Los resultados obtenidos en el Análisis Bromatológico realizado para la determinación del porcentaje de nitrógeno, se presentan en el Cuadro 10, en el cual se observan valores similares en el contenido de nitrógeno durante los dos primeros cortes para los tratamientos con y sin fertilizante. El resto de los muestreos presenta contenidos de nitrógeno más uniformes, incrementándose a medida que se aumentaba el nivel de fertilizante aplicado.

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos, teniéndose en la comparación de medias que los más altos porcentajes se obtuvieron con niveles de 200 y 400 kg de N con respecto al testigo (Cuadro 11).

En la Fig. 15 se presenta una gráfica realizada con la media de cada tratamiento de nitrógeno (00-200-400 kg/ha), en la cual se aprecia un incremento lineal a medida que aumenta el nivel de nitrógeno de las muestras. Resultados similares fueron obtenidos por Chandler et al (1974), cuando utilizó niveles crecientes en los tratamientos para Pangola y otras gramíneas.

CUADRO 10. PORCENTAJE DE PROTEINA POR TRATAMIENTO/CORTE EN EL TRABAJO DE FERTILIZACION CON N,P,K, EN PASTO PANGOLA *D. decumbens* EN UN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA Aw₂ EN LOMA BONITA, OAX. 1980-1982.

| TRATAMIENTOS | F E C H A D E M U E S T R E O S | | | | | | | |
|--------------|---------------------------------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|-------|
| | 14-AGO-80 | 14-OCT-80 | 3-MAR-81 | 14-JUL-81 | 15-OCT-81 | 23-JUN-82 | 2-SEP-82 | X |
| 00 00 00 | 5.63 | 8.74 | 8.69 | 9.07 | 6.88 | 7.45 | 6.02 | 7.49 |
| 00 00 120 | 4.30 | 8.06 | 7.45 | 8.60 | 9.55 | 6.05 | 5.35 | 7.05 |
| 00 00 00 | 5.83 | 6.72 | 9.17 | 8.88 | 9.55 | 6.72 | 6.02 | 7.55 |
| 00 60 120 | 6.11 | 7.84 | 8.31 | 6.78 | 12.22 | 6.72 | 6.21 | 7.74 |
| 00 120 00 | 5.16 | 7.62 | 7.74 | 8.69 | 9.17 | 7.84 | 6.59 | 7.25 |
| 00 120 120 | 6.21 | 6.27 | 8.98 | 10.98 | 7.26 | 6.72 | 5.54 | 7.42 |
| 200 00 00 | 5.25 | 8.29 | 7.93 | 8.60 | 7.26 | 10.53 | 8.79 | 8.09 |
| 200 00 120 | 6.78 | 7.39 | 9.45 | 9.34 | 7.64 | 9.86 | 8.98 | 8.49 |
| 200 60 00 | 5.83 | 8.96 | 9.93 | 12.51 | 10.12 | 12.32 | 8.98 | 9.80 |
| 200 60 120 | 6.88 | 6.72 | 9.36 | 8.74 | 12.22 | 10.08 | 7.45 | 8.77 |
| 200 120 00 | 7.45 | 7.84 | 12.70 | 10.60 | 11.46 | 11.20 | 7.26 | 9.78 |
| 200 120 120 | 5.92 | 7.17 | 9.45 | 9.07 | 9.74 | 9.63 | 6.88 | 8.26 |
| 400 00 00 | 5.35 | 9.18 | 12.32 | 10.98 | 10.70 | 13.66 | 9.65 | 10.26 |
| 400 00 120 | 7.64 | 7.84 | 10.03 | 12.54 | 10.70 | 12.54 | 8.60 | 9.98 |
| 400 60 00 | 5.35 | 8.29 | 11.42 | 11.27 | 12.99 | 13.22 | 9.55 | 10.29 |
| 400 60 120 | 6.97 | 9.86 | 11.27 | 10.22 | 14.51 | 12.54 | 9.55 | 10.68 |
| 400 120 00 | 7.45 | 7.62 | 10.50 | 9.84 | 9.93 | 13.66 | 9.74 | 9.82 |
| 400 120 120 | 6.78 | 8.74 | 9.65 | 11.17 | 15.08 | 11.87 | 11.46 | 10.67 |

CUADRO 11. PORCENTAJE PROMEDIO DE PROTEINA DE SIETE EVALUACIONES REALIZADAS EN EL TRABAJO DE FERTILIZACION CON N,P,K, EN PASTO PANGOLA *P. decumbens* EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA Aw₂ EN LOMA BONITA, OAX.

| T R A T A M I E N T O S | | | |
|-------------------------|----------------|----------------|-----------|
| N KG/HA/AÑO | P KG/HA/AÑO | K KG/HA/AÑO | |
| | | 00 | 120 |
| 00 | 00 | 7.49 efg | 7.05 g |
| | 60 | 7.55 efg | 7.74 efg |
| | 120 | 7.25 efg | 7.42 efg |
| 200 | 00 | 8.09 efg | 8.49 cdef |
| | 60 | 9.80 abcd | 8.77 bcd |
| | 120 | 9.98 abcd | 8.26 defg |
| 400 | 00 | 10.26 ab | 9.98 abc |
| | 60 | 10.20 ab | 10.68 a |
| | 120 | 9.82 abc | 10.67 a |

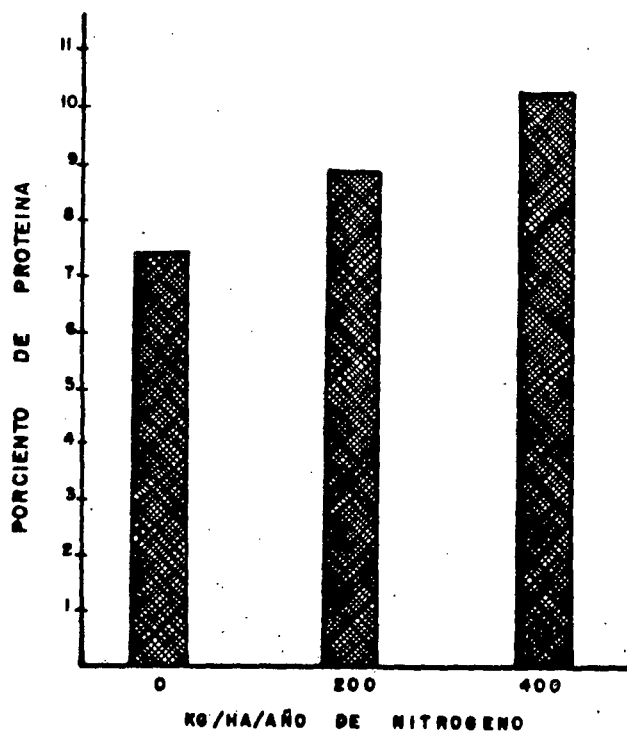


FIG. 15 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO SOBRE EL PORCENTAJE DE PROTEINA CONTENIDO EN EL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN LOMA BONITA, OAX.

En este trabajo se detectó que en promedio el porcentaje de proteína aumentó en 1.4 unidades por cada 200 kg de N aplicado; si se toma en cuenta que uno de los factores que afectan la calidad del pasto es la edad en que son cosechados, y además de que estas determinaciones fueron realizadas cuando el pasto tenía una edad entre 60 y 90 días y que a partir de este tiempo el porcentaje de proteína disminuye drásticamente, por tal motivo se puede mencionar que el efecto de la fertilización nitrogenada fue favorable para incrementar el porcentaje de proteína del pasto Pangola.

4.8.- ANALISIS GLOBAL

El análisis estadístico de la producción total obtenida mediante el efecto de la fertilización se presenta en los Cuadros 4 y 5 y además se muestra que existió diferencia significativa para los elementos N y K individualmente, sin detectarse diferencia estadística para P e interacciones entre elementos.

En el Cuadro 3 se presenta la comparación de medias según la prueba de Duncan ($P < 0.05$), y en ella se observa que los tratamientos 400-120-120, 400-120-00, 400-60-00, 200-120-120, 200-60-120 y 200-00-120, fueron iguales entre sí y superiores estadísticamente al resto de los tratamientos. Estos resultados sugieren que el pasto Pangola responde a la aplicación de N con el nivel 200, ya que cuando se aumenta a 400 el rendimiento obtenido es similar y posiblemente sólo se aprovechen eficientemente los primeros 200 kg, con sus respectivos niveles de P y K.

El rendimiento total producido durante el período de evaluación se presenta en el Cuadro 3, en donde se aprecia que el tratamiento 400-120-120, alcanzó un rendimiento de 40.1 ton/ha de m.s., mientras que el testigo sin fertilizar rindió

22.7 ton/ha de m.s., la diferencia entre estos dos rendimientos representa un 76% favorable al tratamiento fertilizado. Con lo anteriormente expuesto se puede mencionar que existe una respuesta favorable hacia la aplicación de fertilizantes, con lo cual se obtienen rendimientos substanciales en la producción de m.s., favorables para aumentar la carga animal, o bien para conservar excedentes (heno y ensilaje) para épocas críticas (nortes y secas), con lo cual se aseguraría la alimentación del ganado durante todo el año, sin disminuir la carga animal durante las épocas de baja producción forrajera según lo manifestó Evans (1969), Caro Costas et al (1976).

En la Fig. 16, se presenta gráficamente la respuesta del pasto Pangola a la aplicación de nitrógeno, como se observa existe una tendencia favorable para producir m.s., a medida que se incrementan los niveles de N y en la mayoría de las combinaciones realizadas con N, P, K. También se observa que el mayor incremento se logró al pasar del nivel 0 al 200 kg de N y las combinaciones realizadas, aunque el efecto del N todavía es favorable con el nivel 400 kg de N. Al aplicar 200 kg de N con las combinaciones de P y K, se obtiene un promedio de 5 ton/ha de m.s. producidas por efecto de la fertilización; mientras que al comparar el incremento del rendimiento del nivel 200 al 400 kg de N, sólo se obtienen 2 ton/ha/m.s. producida. De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio se considera al nivel 200 N y las combinaciones de P o K más favorables para obtener mayor cantidad de m.s. producida.

La respuesta del fósforo para lograr un incremento en la producción de m.s. del Pangola se presenta en la Fig. 17, en ella se observa en forma global no existió efecto del P individualmente para incrementar el rendimiento de m.s., resultados similares fueron encontrados en un trabajo realizado en Puerto Rico por Chandler (1975).

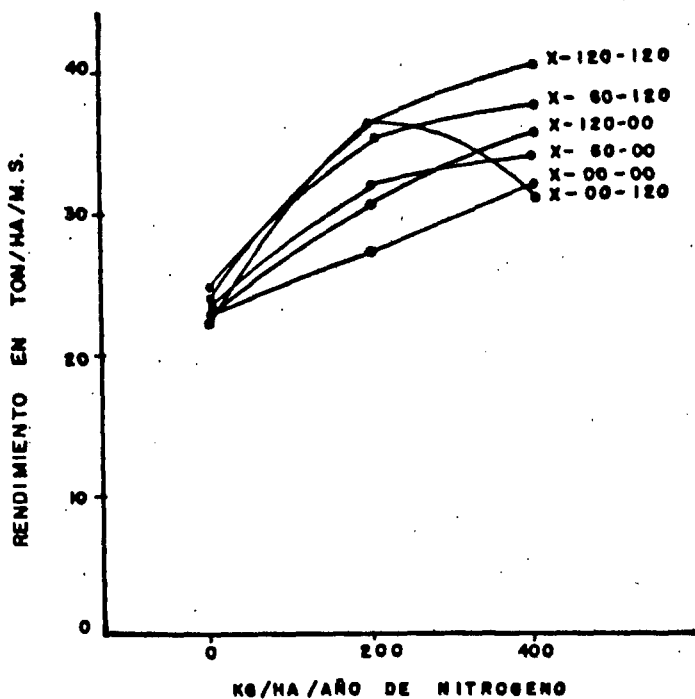


FIG. 16 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA Aw_2 EN LOMA BONITA, OAX.

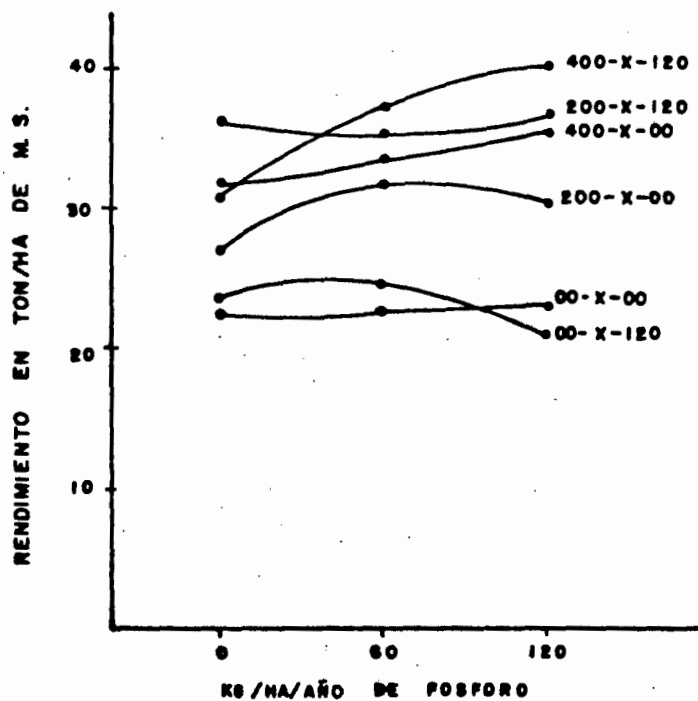


FIG. 17 RESPUESTA A TRES NIVELES DE FOSFORO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (*D. decumbens*) EN UN SUELO ACRI SOL ORTICO Y CLIMA A_w EN LOMA BONITA, OAX.

La eficiencia de utilización y los incrementos en la producción total de m.s. por efecto de la fertilización se presentan en el Cuadro 12. La comparación de medias realizada por medio de la prueba de Tukey (0.05%), señala diferencias entre los niveles de N y K, siendo iguales entre sí los niveles de P, lo cual se atribuye a que el suelo donde se desarrolló el presente trabajo mostró altas cantidades de este elemento, y además de que el pasto Pangola bajo este manejo tiene una tasa de extracción de 43 kg/ha/año, según lo reportó Chandler et al (1967).

CUADRO 12. EFECTO DE LA FERTILIZACION CON N, P Y K SOBRE LA PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA Y SU EFICIENCIA EN LA PRODUCCION TOTAL OBTENIDA DURANTE EL DESARROLLO EXPERIMENTAL.

| NIVEL DE N KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG N APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 22928 b* | | |
| 200 | 32871 a | 43.36 | 49.71 |
| 400 | 34898 a | 52.20 | 29.92 |

| NIVEL DE K KG/HA/AÑO | RENDIMIENTO DE M.S. KG/HA | INCREMENTO SOBRE EL TESTIGO % | EFICIENCIA DE UTILIZACION KG/M.S./KG K APLICADO |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--|
| 0 | 28772 b* | | |
| 120 | 31693 a | 10.15 | 24.34 |

* LETRAS DIFERENTES INDICAN DIFERENCIA SIGNIFICATIVA (TUKEY 0.05).

Los incrementos en la producción total fueron mayores cuando se aplicaron 400 kg de N/ha, mientras que la eficiencia de utilización es mayor con el nivel 200 kg de N, con

el cual se producen 50 kg de m.s. por kg de N aplicado, mientras que con el nivel 400 sólo se producen 30 kg de m.s. por kg de N; esto nos confirma una vez más lo encontrado durante las diferentes épocas evaluadas, en las cuales el nivel 200 kg de N resultó ser más eficiente que el nivel 400.

La información presentada sobre nitrógeno en todo este trabajo, señala que existe un efecto favorable de las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados para incrementar la producción de m.s. del pasto Pangola, resultados similares son reportados por infinidad de autores en diferentes regiones tropicales del mundo (Evans, 1964; Aronovich, 1970; Garza, 1970; Caro Costas et al, 1965 y Meléndez et al, 1980).

En lo referente al K sólo se tienen dos niveles de comparación, que son 0 y 120, este último superó al testigo en un 10% en la producción de m.s.; la eficiencia lograda fue de 24 kg de m.s. por kg de K aplicado. En forma general, aun que el incremento en la producción de m.s. es favorable al tratamiento fertilizado, éste no deja de ser bajo, sin embargo, la eficiencia de utilización puede ser considerada de mediana a alta. Dado que los resultados obtenidos son concluyentes, este elemento tendría que incluirse en la fertilización del pasto Pangola, ya que en forma general existió diferencia estadística para este elemento en dos épocas y en el análisis global; asimismo, se puede observar en la Fig. 16 que el tratamiento 200-00-120 fue uno de los mejores, y si se toma en cuenta que este elemento tiene una tasa de extracción anual de 406 kg/ha/año, la cual fue reportada por Chandler et al (1975) cuando se explota bajo condiciones de cortes. Por tal motivo, este elemento deberá de incorporarse al suelo para conservar los niveles de fertilidad.

También se determinó realizar el análisis de regresión múltiple para la producción total de m.s., se consideró

el mismo modelo utilizado para las épocas evaluadas, con la finalidad de reducir el modelo al determinar las variables de interés. El análisis de varianza reveló diferencia significativa entre tratamientos, encontrando un efecto cuadrático para nitrógeno, lineal para K, sin encontrar significancia estadística para el resto de los elementos e interacciones. Se calculó la ecuación de producción utilizando el siguiente modelo: $Y = B_0 + B_1N + B_2N^2$, los valores obtenidos fueron: $Y = 26.4954 + 0.00755X - 0.00000142X^2$, Fig. 18, además se calculó el coeficiente de determinación $r^2 = 0.26^*$, el cual resultó ser significativo.

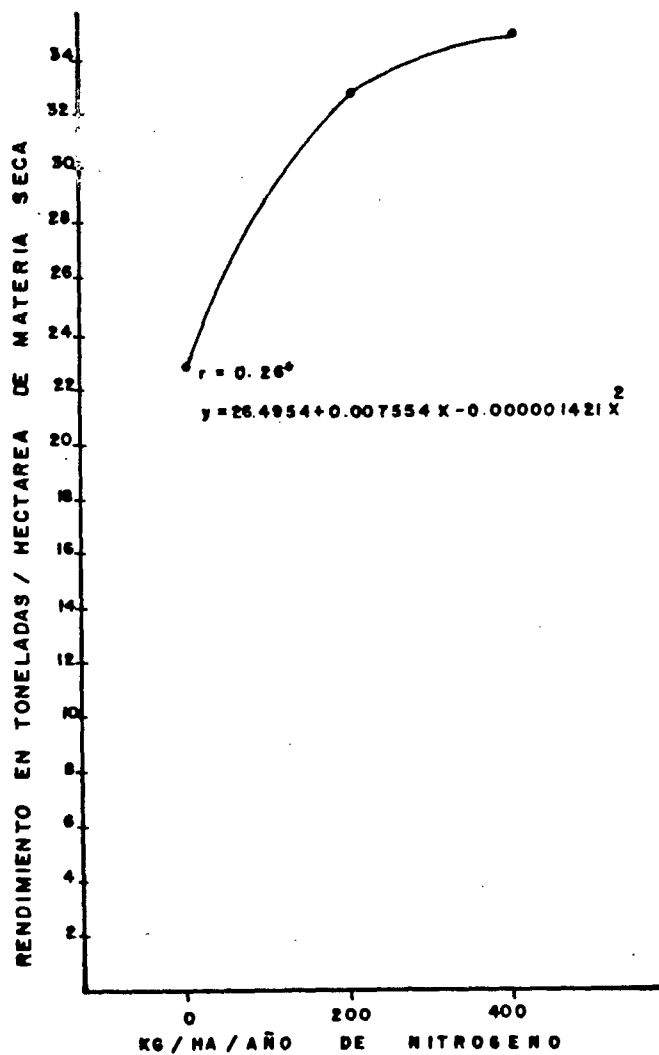


FIG. 18 RESPUESTA A TRES NIVELES DE NITROGENO EN EL RENDIMIENTO DE MATERIA SECA DEL PASTO PANGOLA (D. decumbens) EVALUADO DURANTE DOS AÑOS EN SUELO ACRISOL ORTICO Y CLIMA Aw₂. 1980-1982.

4.9.- ANALISIS ECONOMICO

En el Cuadro 13, se observan las consideraciones económicas sobre la utilización de fertilizantes, se tomaron en cuenta los mejores tratamientos, los cuales son formados por los niveles de N y K. Se consideró el precio del fertilizante al mes de enero de 1986, lo cual nos da un costo por tonelada de \$28,662.00 para la Urea y de \$31,862.00 para el Cloruro de Potasio, además fue incluido un costo de \$2,000.00 para transporte y \$1,000.00 por la aplicación en el campo por tonelada.

En el mismo cuadro, se aprecia el costo de la fertilización en el campo, para cada uno de los mejores tratamientos, siendo de \$13,853.00 para el tratamiento 200-00-00 y de \$39,326.00 con el tratamiento 400-00-120, éstos fueron los costos de la fertilización más bajos y más altos. Sin embargo, con la finalidad de determinar el tratamiento económicamente más redituable, y dado que no se tiene un precio del kg de materia seca del pasto Pangola, para fines de este análisis se plantean las siguientes suposiciones:

1).- Que un animal de un peso vivo de 300 kg consume 10.5 kg de m.s./dfa y tiene una ganancia de 350 g/an/dfa.

2).- Se tomó en cuenta el precio de la carne en pie al mes de enero de 1986 y fue de \$380.00 kg.

3).- El costo del fertilizante, transporte y aplicación, es el mencionado en párrafos anteriores.

4).- Se estima una utilización del 100% del forraje producido.

En base a lo antes mencionado se realizaron las estimaciones presentadas en el Cuadro 13, en el cual se observa

que el tratamiento 200-00-120 es el que produce la mayor cantidad de m.s. y por consiguiente mayor producción de carne, el cual es considerado como el más eficiente y económicamente más redituable, teniendo una relación beneficio-costos de 1:3.31, esto nos indica que por cada peso invertido se tiene una ganancia de \$2.31 por efecto de la fertilización. El menor beneficio se obtuvo con el tratamiento 400-00-120, éste nos da una relación beneficio-costos de 1:1.34 y lo cual señala una ganancia de \$0.34 por cada peso invertido.

CUADRO 13. CONSIDERACIONES ECONOMICAS DE LA FERTILIZACION CON N Y K EN BASE AL INCREMENTO DE MATERIA SECA/HA/AÑO DEL PASTO PANGOLA.

| TRATAMIENTO | | | INCREMENTO EN RENDIMIENTO (MATERIA SECA KG/HA) | INCREMENTO EN ¹ RENDIMIENTO (KG DE CARNE) | VALOR DE LA PRODUCCION (\$) | COSTO DE LA FERTILIZACION (\$) | RELACION BENEFICIO COSTO |
|-------------|----|-----|--|--|-----------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| N | P | K | | | | | |
| 00 | 00 | 00 | 0 | 0 | - | - | - |
| 200 | 00 | 00 | 2175 | 72.5 | 27,550 | 13,853 | 1.84 |
| 200 | 00 | 120 | 6667 | 222.2 | 84,436 | 25,473 | 3.31 |
| 400 | 00 | 00 | 4284 | 142.8 | 54,264 | 27,706 | 1.95 |
| 400 | 00 | 120 | 4192 | 139.7 | 53,086 | 39,326 | 1.34 |

- 1) SE CONSIDERA QUE 10.5 KG DE MATERIA SECA EQUIVALE A 350 G DE CARNE.
- 2) AL VALOR DE ENERO DE 1986 SE TIENE UN PRECIO DE \$380.00 POR KG/CARNE/PIE.
- 3) UREA (\$28,662.00 TON); CLORURO DE POTASIO (\$31,862.00 TON); MAS \$3,000.00 POR TRANSPORTE Y APLICACION/TONELADA.

ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA



5.- CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente trabajo bajo que fueron:

- Contenidos de medianos a altos de N, P, K.
- Precipitación media anual superior a 2,000 mm.
- Evaluación de la producción mediante cortes y no con pastoreo como ocurre en la región, se pueden realizar las siguientes conclusiones:
 - Existe respuesta en la producción de materia seca a las aplicaciones de Nitrógeno y Potasio; el primero de manera más significativa.
 - La respuesta se presentó durante las épocas de lluvias y nortes. La producción de forraje en la época seca fue nula.
 - La calidad, expresada como porcentaje de proteína, se vio ligeramente favorecida por la aplicación de nitrógeno.
 - De manera global, se determinó que no existe efecto sobre el rendimiento de las interacciones de los elementos evaluados.
 - El tratamiento 400-120-120 alcanzó los valores de producción más elevados, sin embargo el análisis económico de terminó al 200-00-120 como el de mayor rentabilidad.
 - No existió respuesta en la producción de materia seca a las aplicaciones de fósforo.

6.- CONSIDERACIONES

Las condiciones agroecológicas y de manejo en las que se desarrolló el presente trabajo, obligan a que en trabajos futuros relacionados al tema, se tengan presentes las siguientes sugerencias:

- 1.- La fertilidad natural del sitio experimental fue mayor que la promedio para este tipo de suelo en la región, por lo que deben efectuarse estudios en sitios con características más representativas.
- 2.- La extracción de elementos y su falta de reciclaje bajo el sistema de corte, no permite cuantificar las necesidades reales de fertilizantes; cuando la utilización del forraje es mediante pastoreo, ya que se presume que en esta última son menores, por lo que deben hacerse estudios al respecto.

7.- LITERATURA CITADA

- 1.- Bogdan, A.V. 1977. Tropical Pasture and Fodder Plants New York. ed. Longman. p. 109-113.
- 2.- Buckman, H.O. y Brady. 1977. Naturaleza y propiedades de los suelos. ed. Montaner y Simón, S.A. Barcelona.
- 3.- Caro Costas, R., F. Abruña, et al. 1976. Effect of three levels of fertilization on the productivity of stargrass pastures growing on a steep ultisol in the humid mountain region of Puerto Rico. p. 172-178.
- 4.- Cigarroa, de A.A. 1983. Fertilización y frecuencias de corte en la producción de materia seca del pasto Guinea (*Panicum maximum* Jacq) en la Costa de Chiapas. Tesis Profesional Huehuetan, Chiapas, México. Universidad Autónoma de Chiapas. p. 98.
- 5.- Chandler, J.V., Caro Costas, Pearson, et al. 1964. Intensive management of tropical forages in Puerto Rico. Agric. Exp. Sta. Univ. P.R. Bull. p. 152-187.
- 6.- Chandler, J.V. 1974. Fertilization of Humid Tropical Grasslands In: Forage Fertilization. Editor D.A. Mays American Soc. of Agronomy U.S.A. pp. 277-300.
- 7.- Chandler, J.V. 1975. Producción de Carne y Leche en Praderas Tropicales bajo manejo intensivo en Puerto Rico. In: Memorias del Seminario Inter. de Ganadería Tropical Forrajes Tropicales, Acapulco, Gro. México. p.

- 8.- Evans, T.R. 1969. Beef Production from nitrogen fertilized Pangola grass *Digitaria decumbens*, on coastal lowlands of southern Queensland. Aust. J. Exp. Agric. and animal. Husb. p. 282-286.
- 9.- Flores, Menéndez, J.A. 1981. Bromatología animal. México, D.F. 2ª edición. ed. Limusa. p. 218-222.
- 10.- Flores, M.G. 1977. Suelos in Recursos Naturales de la Cuenca del Papaloapan-SARH-Comisión del Papaloapan, Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables de la Cuenca del Papaloapan. Tomo I, pp. 277-288.
- 11.- García, E. 1973. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 2ª edición. México. UNAM.
- 12.- Garza, T.R., D. Arroyo. 1977. Producción de carne con los zacates Pangola y Jaragua fertilizados en el Trópico Aw. Tec. Pecuario en México. p. 20-24.
- 13.- Garza y G.R. de la. 1975. Estudio sobre fertilización de zacate Pangola *Digitaria decumbens* (Stent) en la zona Central de Veracruz. Tesis Profesional. Buenavista, Coahuila. 47 p.
- 14.- Geus, G.J. de. 1979. Posibilidades de Producción de Pastos en los Trópicos y Subtrópicos. Centro D'Etude De L'Azote, Zurich. Impreso en Suiza. 59 p.
- 15.- Guerrero, R.R. Fassbender. 1970. Fertilización de pasto Elefante *Pennisetum purpureum*, en Turrialba, Costa Rica. II efecto de combinaciones Nitrógeno y Fósforo. Turrialba. 20; 59.
- 16.- Harvard-Duclos. B. 1969. Las Plantas Forrajeras Tropicales. ed. Blume. Barcelona. p. 71.

- 17.- Hughes, D.H., Heath, E.M., Metcalfe, S.D. 1978. Forrajes. La Ciencia de la Agricultura en la producción de Pastos. México, D.F. 7^a edición. ed. CECSA.
- 18.- Humphreys, R.L. 1978. Tropical Pasture and Fodder Crops. Department of Agriculture University of Queensland, Australia. Intermediate Tropical Agriculture Series. p. 133.
- 19.- Jones, R.R. 1982. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical; In Germoplasma Forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de Evaluación. Editores Oswaldo Paladines y Carlos Lascano, CIAT, Cali, Colombia. pp. 11-31.
- 20.- Minson, D.J. 1975. Pasture management and animal nutrition In. Management of Improved Tropical Pastures, Refresher Course. University of Queensland, St. Lucia, Australia. pp. 56-67.
- 21.- Meléndez, N.P. 1975. Efecto de la fertilización sobre la producción y calidad de los pastos tropicales en consideraciones sobre algunos aspectos de la producción e investigación de los forrajes tropicales. CSAT, Cárdenas, Méx.
- 22.- Meléndez, N.F., González, M.J.A., Pérez, P.J. 1980. El pasto Estrella Africana, Colegio Superior de Agricultura Tropical, Rama de Ciencia Animal SARH, Boletín CA-7.
- 23.- Meléndez, N.F. 1976. Respuesta del pasto Estrella Africana a la fertilización de Potasio en suelos de afluviación en Teapa, Tab. In Informe de Actividades

Académicas 1975-76 y Avances de Investigación CSAT.
SAG. Cárdenas, Méx. p. 55.

- 24.- Meléndez, N.F., Pérez, González. 1976. Respuesta a la fertilización de N, P, K, en la producción de materia seca en el pasto Estrella Africana en suelos lateríticos y clima Am. In Informe de Actividades Académicas 1975-76 y Avances de Investigación CSAT. SAG. Cárdenas, Méx. p. 79.
- 25.- México. Comisión del Papaloapan, Boletín Hidrométrico 1975-1982.
- 26.- Osbourn, D.F. 1975. Beef production from improved pastures in the tropics. World review of animal production. Vol.XI No.4.
- 27.- Pérez, G.J.J. 1979. Efecto de la carga animal en la producción del pasto Estrella Africana *Cynodon plecto*stachyus. (Schum) fertilizado bajo condiciones de la Sierra de Tabasco. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco.
- 28.- Ramos, S.A. 1966. Zacate Pangola para pastoreo en el Trópico Húmedo. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 12 p. (ed. revisada de la circular, CIASE 2. Publicada en 1962).
- 29.- Robles, S.R. 1981. Producción de granos y forrajes. México, D.F. 2ª edición, ed. Limusa. p. 359-363.
- 30.- Rodríguez, V.J. 1977. La agricultura In Recursos Naturales de la Cuenca del Papaloapan SARH-Comisión del Papaloapan. Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. Tomo II. pp. 469-472.

- 31.- Sánchez, P.G., Andrade et al 1982. Plan de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesquero SARH, Comisión del Papaloapan. Dirección General de Desarrollo Agropecuario. Tuxtepec, Oaxaca. pp. 1-27.
- 32.- Stobbs, T.H. 1976. Factors limiting milk production from Grazed tropical pasture (limitation to milk production). Producción de Forraje. Sem. Int. Trop. FIRA. Acapulco, Méx. p. 183-198.
- 33.- Tapia, C., Carrera, C. 1962. Pangola, excelente zacate tropical para pastoreo. Secretaría de Agricultura y Ganadería; Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. 12 p. (ed. revisada de circular CIASE 2, publicada en 1962).
- 34.- Tisdale, S.L. y W.L. Nelson. 1977. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Ed. Montaner y Simón, S. A. Barcelona.
- 35.- Whiteman, P.K. 1976. Comparison of Legume Based and Nitrogen, Fertilized Tropical Pastures for Animal Production. In Memoria del Seminario Inter. de Ganadería Tropical, Producción de Forrajes. Acapulco, Gro., México. p. 109-122.
- 36.- Whyte, R.O., Moir, et al. Las Gramíneas en la Agricultura FAO. Roma. p. 372.



ESCUELA DE AGRICULTURA
BIBLIOTECA