

UNIVERSIDAD DE SONORA

ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

**"DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS DE FERTILIZACION NITRO-  
GENADA Y DENSIDAD DE PLANTAS DE FORGO FORRAJERO (*Sorghum bi-  
color*, Pers.) DE TEMPORAL BAJO LOS SISTEMAS DE LABRANZA MINIMA  
Y CONVENCIONAL EN BACANORA."**

T E S I S

*José Francisco Limón Guerrero*

DICIEMBRE DE 1 9 8 6

# Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



"El saber de mis hijos  
hará mi grandeza"



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

"DETERMINACION DE LAS DOSIS OPTIMAS DE FERTILIZACION NITROGENADA Y DENSIDAD DE PLANTAS DE SORGO FORRAJERO (*Sorghum bicolor*. Pers.) DE TEMPORAL BAJO LOS SISTEMAS DE LABRANZA MINIMA Y CONVENCIONAL EN BACANORA, SONORA".

T E S I S

Sometida a la consideración de la  
Escuela de Agricultura y Ganadería

de la

Universidad de Sonora

por

JOSE FRANCISCO LIMON GUERRERO

Como requisito parcial para obtener  
el título de Ingeniero Agrónomo con  
Especialidad en Fitotecnia.

Diciembre de 1986.

Esta tesis fue realizada bajo la dirección del Consejo Particular y aprobada y aceptada como requisito parcial para la obtención del grado de:

INGENIERO AGRONOMO EN:  
FITOTECNIA

CONSEJO PARTICULAR

ASESOR:

\_\_\_\_\_  
ING. MARIO A. ALVAREZ RAMOS

CONSEJERO:

\_\_\_\_\_  
ING. FRANCISCO JAVIER GOMEZ ROMERO

CONSEJERO:

\_\_\_\_\_  
ING. FCO. A. ORDUÑO ZAMORA.

## AGRADECIMIENTOS

EL AUTOR DESEA EXPRESAR SU PROFUNDO AGRADECIMIENTO POR LA AYUDA RECIBIDA EN LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO:

Al Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO), por la oportunidad brindada.

Al Patronato para la Investigación y Experimentación Agrícola en el Estado de Sonora (PIEAES), por su valiosa cooperación.

A todo el personal del Campo Agrícola Experimental Costa de Hermosillo.

Al Ing. Agustín Alberto Fú Castillo, por su valiosa y desinteresada ayuda.

Al Ing. Mario Alvarez Ramos, por su orientación y enseñanzas.

A todos los que de alguna manera me brindaron su apoyo y ayuda.



## DEDICATORIA

A mi amada esposa Leonor e Hijos Perla y Jesús, con todo mi amor, respeto y eterna gratitud por su apoyo en todo momento difícil.

A mi querida madre, con todo mi cariño, por hacer que con su apoyo y ejemplo lograra mis aspiraciones.

A mi tío Francisco Pascual Guerrero, por sus consejos y cariño.

A mis hermanos, con todo cariño y respeto por su ayuda y ejemplos.

A mis familiares por sus consejos y comprensión.

## I N D I C E

	Pág.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	x
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
a) Importancia del cultivo del sorgo.....	3
b) Origen Geológico y citogenético.....	3
c) Clasificación taxonómica.....	3
d) Descripción general del cultivo.....	4
e) Usos del cultivo.....	5
f) Características generales del temporal.....	5
g) Efecto de la humedad del suelo.....	7
h) Captación "in situ" de la lluvia.....	8
i) Efecto de los fertilizantes sobre el rendimiento....	15
j) Efecto de la densidad de siembra y separación entre plantas en el rendimiento.....	17
k) Efectos Tóxicos en el ganado de la alta fertilización.....	18
l) Trabajos sobre mejoramiento de forrajes.....	19
MATERIALES Y METODOS.....	21
a) Ubicación y localización del experimento.....	21
b) Descripción del trabajo.....	22
c) Descripción de la siembra.....	22
d) Variables medidas y cosecha.....	23
RESULTADOS.....	27
DISCUSION.....	40
CONCLUSIONES.....	45

	Pág.
BIBLIOGRAFIA.....	47
APENDICE.....	53



## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Pág.
Cuadro 1.- Tratamientos de Fertilización nitrogenada y densidad de siembra en dos sistemas de Labranza: Convencional y Mínima de Sorgo forrajero de temporal.....	26
Cuadro 2.- Distribución de las lluvias (mm) registradas en períodos de 24 horas durante el ciclo P-V 1986 en la región de Bacanora, Sonora.....	28
Cuadro 3.- Rendimiento de forraje verde y seco en Ton/ha - de sorgo forrajero bajo dos sistemas de producción.....	31
Cuadro 4.- Altura de plantas (cms) bajo el sistema de labranza convencional (barbecho + rastreo).....	32
Cuadro 5.- Rendimiento de forraje verde y seco (Ton/ha) y altura de plantas (cms) bajo el sistema de labranza mínima (sin labranza).....	35
Cuadro 6.- Altura de plantas (cm) en diferentes etapas de desarrollo en el sistema de labranza convencional.....	37
Cuadro 7.- Altura de Plantas (cms) en diferentes etapas de desarrollo en el sistema de labranza mínima....	39
Cuadro 8.- Análisis económico de tratamientos de fertilización nitrogenada y densidad de plantas en dos sistemas de manejo de producción de sorgo Forrajero.....	44
Cuadro 9.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde en labranza convencional.....	54
Cuadro 10.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco en labranza convencional.....	54
Cuadro 11.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde en labranza mínima.....	55

	Pág.
Cuadro 12.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco en labranza mínima.....	55
Cuadro 13.- Análisis de varianza para altura a los 35 días después de la siembra en labranza convencional.....	56
Cuadro 14.- Análisis de varianza para altura a los 55 días después de la siembra en labranza convencional.	56
Cuadro 15.- Análisis de varianza para altura final en labranza convencional.....	57
Cuadro 16.- Análisis de varianza para altura a los 35 días después de la siembra en labranza mínima.....	57
Cuadro 17.- Análisis de varianza para altura a los 50 días después de la siembra en labranza mínima.....	58
Cuadro 18.- Análisis de varianza para altura final en labranza mínima.....	58
Figura 1.- Distribución de las temperaturas durante el año en Bacanora, Sonora.....	24
Figura 2.- Distribución de las temperaturas durante 1985 en Bacanora, Son.....	25
Figura 3.- Distribución de la precipitación durante 1985 en Bacanora, Son.....	29
Figura 4.- Respuesta de Sorgo Forrajero en producción de forraje seco a fertilización nitrogenada en el sistema de labranza convencional.....	59
Figura 5.- Respuesta en producción de forraje seco al aumento de densidad de plantas bajo el sistema de labranza convencional.....	60
Figura 6.- Respuesta a fertilización nitrogenada de Sorgo forrajero bajo el sistema de labranza mínima..	61



	Pág.
Figura 7.- Respuesta en producción de forraje seco al aumento de densidad de plantas bajo el sistema de labranza mínima.....	62

## RESUMEN

Con el objeto de aprovechar mejor el agua de lluvia, que es el principal factor limitante en las áreas de temporal, se han venido probando diferentes técnicas de captación en la mayoría de los países que cuentan con extensas zonas áridas y semiáridas, como es el caso de México, por lo que la mejor utilización del agua disponible para fines agrícolas, es quizá la única alternativa para el desarrollo del noroeste de México.

La sierra de Sonora basa su economía en la ganadería, lo que ocasiona una fuerte integración agrícola-ganadera, durante los últimos períodos los productores de la región se han visto afectados por la falta de alimento para su ganado en tiempos de sequía, esto ha ocasionado que se busque optimizar el potencial de los cultivos y optimizar el uso del agua que es un recurso limitante para la producción.

El propósito de esta investigación fué la de encontrar un sistema apropiado de captación de agua de lluvia y además encontrar la dosis óptima económica de fertilización nitrogenada y densidad de población de sorgo forrajero para la obtención de una buena producción de forraje en condiciones de temporal.

Los resultados indican que es posible aumentar el rendimiento de forraje en un 280% con respecto al testigo sin aplicación de nitrógeno aplicando la fórmula 25 kg. de semilla por hectárea + 60 kg. de nitrógeno por hectárea en el sistema de labranza mínima (sin barbecho, ni rastreo), mientras que en el sistema de labranza convencional es posible aumentar el rendimiento en un 179% con respecto al testigo sin aplicación de nitrógeno, aplicando la fórmula 25 Kg de semilla por hectá



rea + 60 Kg de Nitrógeno por hectárea.

El análisis económico reportó mayores ganancias para el sistema de labranza convencional que para el sistema de labranza mínima, aunque - este último también es redituable.

## INTRODUCCION

El desarrollo de la tecnología agrícola en las áreas de temporal debería ocupar en México un lugar importante por la gran cantidad de superficie (alrededor de 12 millones de hectáreas) y número de habitantes dedicados a las actividades agropecuarias en estas zonas. Las raquíti-cas producciones de una gran parte de las áreas de temporal, si bien implican otro tipo de diferencias, en el aspecto de aplicación de la técnica, así como factores climáticos y sociales que intervienen en el proceso productivo, el mejoramiento de la técnica en el uso y manejo del suelo y el agua, constituyen la base principal de la que es necesario partir, si se desea lograr con bases firmes incrementar la producción en dichas áreas.

Con el objeto de aprovechar mejor el agua de lluvia, que es el principal factor limitante en las áreas de temporal; se han venido probando diferentes técnicas de captación, en la mayoría de los países como el nuestro, que tienen extensas zonas áridas y semiáridas.

La mejor utilización del agua disponible para fines agrícolas es quizás la única alternativa para el desarrollo del noroeste de México, el uso óptimo de este recurso natural, que es limitado, constituye el principal reto que tiende a equilibrar la producción de alimentos requeridos para satisfacer las necesidades de una población en constante aumento.

Las áreas de temporal son importantes en los estados de Sonora y Baja California, tanto para la agricultura como para la Ganadería, hay que señalar que en el área que comprenden los seis distritos de riego partiendo del sur: Valle del Mayo, Valle del Yaqui, Valle de Guaymas,



Costa de Hermosillo, Región de Caborca y Valle de Mexicali, se siembran alrededor de 150 mil hectáreas incluyendo las superficies con punta de riego y medio riego.

La región de Bacanora, Sonora, se caracteriza por tener un temporal muy deficiente e irregular, con una precipitación media anual de 460-520 mm ocurriendo casi el total de las lluvias en los meses de julio y agosto, mientras que los meses de septiembre y octubre, cuando los cultivos se encuentran en etapas críticas de crecimiento y diferenciación, la precipitación es muy baja, no alcanzando a satisfacer las necesidades hídricas del cultivo. En consideración a lo anterior los objetivos de este estudio fueron los siguientes: Un método de siembra de sorgo forrajero en el cual se capte la mayor cantidad de agua de lluvia, así como lograr las dosis óptimas-económicas de fertilización nitrogenada y densidad de población de plantas adecuadas para las condiciones climáticas de la región.

## LITERATURA REVISADA

### Importancia.

El cultivo del sorgo (*Sorghum vulgare* Pers.) ha adquirido mucha importancia en los últimos años y se ha visto que puede sustituir al maíz en la mayoría de los usos que este tiene, como en la alimentación humana, como forraje y grano para la engorda de animales y también para la industrialización.

Los rendimientos que se obtienen son muy variables con promedio nacional de aproximadamente 2.5 ton de grano por hectárea. El forraje en materia verde es más o menos de 30 a 40 toneladas por hectárea en el primer corte.

### Origen Geográfico y Citogenético.

Se cree que es originario de Africa en la zona ecuatoriana. Ha sido conocido en la India desde las épocas prehistóricas y se sabe que se producía en Asiria ya en 700 A.C. Plinio dijo que había sido llevado a Roma desde la India. Parece que llegó a China hasta el siglo XIII y al hemisferio occidental hasta el XVIII.

Pertenece a la familia gramínea, tribu andropoganeae. La tribu andropoganeae. La tribu andropoganea e comprende dos géneros: El género *Sorghum*, en el cual se encuentra el sorgo y el género *Saecharum*. El número de cromosomas básico es 5, 9 y 10 según las distintas especies.

(23)

### Clasificación Taxonómica.

REINO	VEGETAL
DIVISION	FRACHAEOPHYTA
SUBDIVISION	PTEROPSIDAE



CLASE	ANGIOSPERMAE
SUBCLASE	MONOCATILEDONEAE
GRUPO	GLUMIFLORA
ORDEN	GRAMINALES
FAMILIA	GRAMINEA
SUBFAMILIA	PANICOIDEAS
TRIBU	ANDROPOGONEAE
GENERO	SORGHUM
ESPECIE	VULGARE
VARIEDAD COMERCIAL	DIVERSAS PARA FORRAJE
" "	DIVERSAS PARA GRANO
" "	DIVERSAS PARA ESCOBA

#### Descripción General

Algunas plantas de sorgo contienen un glícido llamado durrina que al descomponerse, produce ácido cianhídrico. Este contenido es mayor en la planta verde y disminuye al aproximarse esta a la madurez. La concentración varía según la variedad, pero es mayor en las hojas superiores que en otras partes de la planta. Sin embargo los envenenamientos de los animales son raros ya que el ácido cianhídrico libre se volatiliza durante la desecación del forraje y durante el manejo del ensilaje.

El forraje de sorgo contiene mas de un 50% de principios nutritivos digeribles con un promedio de 8% de proteína, 12.5% de grano y 45% de extractos no nitrogenados. El forraje suele contener menos de 20% de grano. Un rastrojo de sorgo está formado como promedio de 13% de hojas y 87% de tallos.

El contenido de proteína bruta es mayor en los limbos de las ho-

jas y menor en las vainas de las hojas y en las cañas. La mayor parte de la proteína digestible del forraje se encuentra en los limbos de las hojas y en el grano. (13, 23, 31)

#### Usos del Sorgo.

En una gran parte de la región productora de sorgo hay escasez de pastos durante el invierno y durante las sequías, durante estos períodos se da mucho sorgo a los animales. El forraje de buena calidad, se puede usar prácticamente para todos los fines de alimentación. Los bovinos, ovinos y equinos, utilizan bien el forraje para el crecimiento, el sostenimiento y el engorde. El ganado que mayor cantidad de sorgo consume son las vacas de engorda y las vacas lecheras. El ensilaje es un alimento útil para las vacas en lactación. Cada vez se está usando más el sorgo verde picudo. Las raciones para estabulación con 55 a un 65% de forraje de sorgo, pueden tener uso en la obtención de productos agrícolas para el mercado, por medio de las vacas. Los corderos pueden engordarse con forraje de sorgo, sorgo en grano y un complemento proteínico (13). También puede usarse como abono verde y para la obtención de productos tales como cera, almidón, alcohol, "topioca", dextrosa, aceite comestible y gluten forrajero. La harina se usa en la manufactura de paneles de yeso, aprestos para papel y para telas y adhesivos. (7)

#### Características generales del temporal.

Las cosechas de secano o temporal ocupan una mayor superficie y consisten principalmente en alimentos básicos que se destinan fundamentalmente al autoconsumo. Los sistemas recientes ocurren en las porciones sur-occidentales del área que cuentan con mayor precipitación, so-



bre llanos, que estuvieron cubiertos de pastizales o nopaleras; las cosechas se producen con solo el agua de lluvia que cae in situ. Los sistemas de mayor antigüedad se encuentran en las regiones nor-orientales en donde llueve menos; las cosechas se llegan a producir con el agua que cae in situ, y en el caso de los bajíos, con los escurrimientos superficiales, debidamente canalizados, de las laderas que circundan y que constituyen sus cuencas de captación y en el caso de los valles y abanicos aluviales, con las corrientes efímeras que son aprovechadas al máximo mediante canales, bordes y terrazas rudimentarias. Estos sistemas cuando se les compara con los de otras regiones de México y con lo reportado para otras áreas del resto del mundo aparentemente dejan mucho que desear en lo que respecta a número y rotación de cultivos, organización de los barbechos, sistemas de labranza, importancia concedida, el estiercol y complejidad y diversidad de formas de canalización de escurrimiento y corrientes efímeras. Creemos que esta debilidad de la tecnología actual de los sistemas de producción de cosechas de secano era de esperarse por razones históricas y en consecuencia es la única actividad agrícola en donde casi simultáneamente con el comienzo de su estudio sistemático, se iniciaran las pruebas experimentales de métodos de cultivo, de secano españoles y métodos de cultivo sin labranza norteamericana. Los primeros se caracterizan por una serie de labores, cultivadas y prácticas que tienen como propósito maximizar la infiltración y la retención del agua de lluvia y minimizar la evapotranspiración. En los métodos sin labranza se siembran sobre el terreno tal y como se queda después de la cosecha y si bien se elimina la necesidad de fuerza de tracción para arar, rastrear y cultivar implican necesariamente el uso de herbicidas; tienen como ventajas notables que -



suprimen los problemas de erosión, pues el suelo siempre está cubierto de residuos orgánicos, lo que también mejora considerablemente la disponibilidad de agua para las plantas y la fertilidad del suelo (PILLIPS Y YOUNG, (1975). (20)

Para controlar el escurrimiento de las aguas y reducir las pérdidas de agua y de suelo se pueden usar cuatro tipos de terrazas comúnmente clasificadas como (1) Terrazas ordinarias o con pendiente, (2) Terrazas de desviación, (3) Terrazas a nivel y (4) Terrazas de contención.

Las terrazas ordinarias y las de contención requieren un desagüe ya que al canal de la terraza se le da pendiente para que el exceso de agua de lluvia se mueva con lentitud a una salida adecuada. Las terrazas a nivel y las terrazas de contención no requieren salida, pero estos tipos de terrazas se deben construir solo en suelos que permitan la infiltración rápida del agua estancada. (32)

Efecto de la humedad del suelo.

El agua es uno de los factores del medio que más influye en el rendimiento de las plantas forrajeras. En vastas áreas áridas del mundo, es el agua quien determina las especies que pueden persistir, e incluso en las regiones húmedas, los rendimientos están sujetos a la variación caprichosa de la precipitación.

Tanto el agua de lluvia como la de riego son absorbidas por el suelo y después proporcionadas a la planta de este modo, el suelo es una fuente indirecta de agua, actúa como un depósito, la magnitud del agua almacenada, a disposición de las plantas, depende de la profundidad que haya alcanzado el sistema radicular y de la textura del suelo. Hay tres factores básicos de importancia para determinar las necesidades diarias



de agua de las plantas: 1) la precipitación, 2) la cuantía de la evapo transpiración y 3) el agua almacenada a disposición de las plantas. (13) Ya que el agua es el factor limitante en el crecimiento de las plantas en zonas áridas, puede ser esperado que el sistema radicular desarrolle en forma que asegure la óptima absorción de agua. Esto puede ser captado por un sistema radicular fibroso con una gran área de superficie, ca racterística de muchas plantas anuales. La planta absorbe agua tanto co mo está disponible y completa su ciclo biológico antes que la sequía haga mas adelante imposible su desarrollo. Otra posibilidad de asegurar la óptima absorción es un extenso sistema radicular. (3, 24)

Arvizu en 1970, trabajó en el efecto de la humedad del suelo en la producción de sorgo forrajero de la variedad Dkalb FS-22. Los tratamiento s fueron los siguientes: 30%, 50%, 60% y 70% de humedad aprovechable, concluyendo que el mejor tratamiento fue el comprendido en 30% de humedad aprovechable con 18.9, 13.7 en el primer y segundo corte respectivame nte. Siendo los peores el de 60 y 70% de humedad aprovechable. (1)

Mewil y Rawlins (1976) en California investigaron la distribución y crecimiento de las raíces de sorgo con diferentes niveles de humedad en el suelo franco-arenoso y encontraron que cuando la penetración de las raíces fué profunda, la densidad y longitud de raíces fué proporciona lmente menor en los tratamientos con menor humedad. (19)

Captación in situ de la lluvia.

Jaime realizó experimentos en una zona temporalera con diferentes cultivos:

En 1983, probó cuatro métodos de retención de humedad, 5 niveles de fertilización nitrogenada y 5 densidades de población en sorgo forra



jero donde encontró que el más alto rendimiento de forraje verde y seco se obtuvo con el tratamiento de barbecho y rastreo con separación entre surcos a 80 cm, con una densidad de siembra de 15 Kg/ha y con 120 Kg/ha de nitrógeno que produjo 31.8 ton/ha de forraje verde y seco respectivamente. El más bajo rendimiento se obtuvo con la práctica de labranza mínima con líneas de plantas separadas a 110 cm con una población de 40,000 plantas/ha y cero Kg de nitrógeno/ha que produjo 6.4 y 3.3 ton/ha de forraje verde y seco respectivamente. La precipitación durante el ciclo del cultivo fué 694.1 mm. (14)

Este mismo año probó en maíz de temporal cuatro métodos de captación de humedad, 5 niveles de fertilización nitrogenada y 5 densidades de planta; los rendimientos mas altos de grano se obtuvieron con los tratamientos bajo el método de labranza convencional (barbecho + rastreo) con surcos a 80 cm de separación de 60 mil plantas/ha y las dosis de fertilización de 120 a 90 Kg/ha de nitrógeno que rindieron 3.30 y 3.38 ton/ha respectivamente. El tratamiento de rendimientos más bajos fué el de labranza mínima con líneas de plantas de 110 cm de separación y poblaciones de 20 mil plantas/ha con fertilización nula que produjo 421 kg de grano/ha. La precipitación durante el ciclo del cultivo fué de 615 mm. (15)

Otro trabajo similar lo realizó en maíz de medio riego en este mismo año donde probó 4 métodos de captación de agua, 5 niveles de fertilización nitrogenada y 5 densidades de población de plantas: los rendimientos más altos se obtuvieron bajo el método de labranza convencional (barbecho + rastreo) con surcos a 80 cm de separación con el tratamiento de 60 mil plantas/ha y 120 Kg de N/ha que produjo 2.72 ton/ha de grano; los más bajos rendimientos se obtuvieron con el tratamiento de la-



branza mínima sin cubierta vegetal con separación de 110 cm y una población de 20 mil plantas/ha con una dosis de fertilización de cero Kg de N y  $P_2O_5$ /ha que produjo 369 kg de grano/ha. La precipitación durante el ciclo del cultivo fué de 584.5 mm. (16)

Carranza y Aguilar (1974) en Calera Zacatecas probaron 4 relaciones de área de cuenca a área de cultivo, bajo el sistema de cosecha de agua "in situ" (El testigo fue el sistema tradicional) y 3 densidades de población; concluyendo que con 209 mm caídos entre julio y octubre la producción de sorgo forrajero no fué mayor en el sistema de cosecha de agua "in situ" que en el sistema tradicional. (5)

Duarte, R. en 1979 probó 3 tipos de labranza del suelo con 4 separaciones entre surcos y 4 poblaciones de plantas en sorgo de temporal en un suelo migajón arenoso de tapizuelas, Municipio de Alamos, Son., donde obtuvo que los mejores rendimientos de grano se tienen con las labores de subsoleo y barbecho a 109 cm entre surcos con 85 y 65 mil plantas por hectárea, obteniéndose mas paja con la labor de barbecho y rastreo a 92 cm entre surcos y con 85 y 65 mil plantas por ha. (8)

Duarte, R. et al en 1980 probaron 2 intensidades de labranza, 5 distancias entre surcos, 5 métodos de control de malezas, 5 dosis de nitrógeno, 5 de  $P_2O_5$ , 5 densidades de población, 4 niveles de gallinaza, 3 variedades de sorgo y la practica de cubrir el suelo con paja cuando se retiraron las lluvias, donde obtuvieron que el mas alto rendimiento de grano y paja se tienen con barbecho y rastreo a 109 cm entre surcos con un control de malezas mecánico y manual y la variedad Oromex 249, aplicando 100 Kg de N y 50 de  $P_2O_5$  con mil plantas, 10 toneladas de gallinaza/ha y cubriendo el suelo con paja de trigo, rindió 5.02 ton/ha,



se registraron 772 mm de lluvia durante el ciclo del cultivo. (10)

En trabajos posteriores en 1980 probó el efecto del manejo del suelo y del arreglo topológico de las plantas de sorgo para grano en la captación de agua de lluvia, al comprobar los tratamientos de labranza con la prueba de Turkey al 5% se deduce que la práctica de subsoleo + barbecho + rastreo dió mas rendimiento de grano que las otras 2; con la labor de rastreo solamente no se tuvo cosecha de grano; el rendimiento de paja se vió favorecido por la práctica de barbecho + rastreo (16 ton/ha) teniéndose menos paja con la labor de rastreo solamente la altura de planta se vió afectada por las prácticas de preparación del suelo, dado que con barbecho + rastreo se tuvo mayor altura que con la labor del subsoleo. (9)

En 1981 el mismo autor trabajó con otros cultivos como maíz y sorgo para grano: En el municipio de Alamos, Son., evaluó en sorgo para grano en un suelo de textura migajón arenosa, 4 prácticas de labranza del suelo (subsoleo + barbecho + rastreo, subsoleo + rastreo + barbecho + rastreo y rastreo) con 4 distancias entre surcos; los mejores rendimientos de grano se obtuvieron con barbecho + rastreo a 92 y 109 cm entre surcos con 4,300 Kg/ha, obteniéndose producciones similares con las prácticas de subsoleo + rastreo y subsoleo + barbecho + rastreo; para ambas separaciones; el tratamiento de rastreo a 125 cm entre surcos fué el que obtuvo los menores rendimientos con 2346 kg/ha. Durante el establecimiento y desarrollo del cultivo se registraron 523 mm de precipitación. (12)

En Tapizuelas y Tojibampo, Alamos, Sonora, se probó el efecto de labranza con 4 distancias entre surcos en la captación de agua de lluvia en la producción de maíz los resultados indicaron que en Tapizuelas,



los mejores rendimientos se obtuvieron con la práctica de barbecho + rastreo a 109 y 125 cm entre surcos (2500 kg/ha) los mejores ingresos netos se obtuvieron en los mismos tratamientos (\$10,500.00/ha) con pérdidas en los de labranza mínima, se registraron 513 mm de precipitación con una distribución muy irregular. En Tojibampo, los rendimientos mas altos se obtuvieron con las prácticas de subsoleo y barbecho a 109 cm entre surcos (4,200 Kg/ha), teniéndose así mismo los mayores ingresos netos (\$19,000.00/ha); la precipitación fué de 761 mm con una distribución mas adecuada para el cultivo. (11)

Madrid en 1982 probó 6 variedades de sorgo forrajero y 3 de doble propósito bajo condiciones de temporal observando que en Rosario desde el suelo es de textura arcillosa, las variedades de sorgo forrajero fueron superiores en rendimiento de forraje con respecto al Quiriego, aun cuando en esta localidad el total de precipitación fué mayor. En producción de grano en las de doble propósito se observa cierta reducción en rendimiento de una a otra localidad. Para forraje fresco las mas altas fueron Beefbuildes y Sudax SX-17, coincidiendo los resultados en ambas localidades y en las de doble propósito se observó que Dromex 249 resultó ser la mejor en forraje. La distancia entre surcos con la que se obtienen mas altos rendimientos tanto de grano como de forraje es a 109 cm con las labores de barbecho + rastreo. (18)

Terrazas citado por Ortíz, estudió diferentes áreas de captación, cantidad de rastrojo por hectárea esparcida sobre el área de escurrimiento y densidades de población en cultivos de girasol, sembrado en una región con 625 mm de precipitación anual, encontrando que los rendimientos unitarios, disminuyeron a medida que fué mayor el área de captación. El mejor resultado lo obtuvo con el tratamiento de cero por



por ciento de área de captación, 5 ton/ha de rastrojo y 50,000 plantas por hectárea, debido que fué un año muy lluvioso y las lluvias bien distribuidas, las cuales mantuvieron durante el desarrollo del testigo un régimen de humedad con variaciones de 19.5 a 47.7% de humedad aprovechable.

Por otra parte Fuhering citado por Ortíz en una zona de 445 mm de precipitación anual hizo un estudio aplicando el sistema de microcuencas en el cultivo de sorgo, involucrando las siguientes variables: anchura del área de escurrimiento, anchura del área de siembra, niveles de nitrógeno y aplicación de atrazina como reductor de transpiración. Encontró que a medida que disminuyó el área de escurrimiento aumentó proporcionalmente la tensión de humedad del suelo.

El aumento del nivel de nitrógeno en el suelo tiende a acelerar el crecimiento foliar del sorgo, lo cual resultó en un mayor consumo de agua, que provocó mayor tensión de humedad durante el ciclo vegetativo. En condiciones adecuadas de espaciamiento, humedad y suministro de nutrientes, la aplicación de reductores de transpiración disminuyó el rendimiento conforme se aumentó la dosis, debido a cierre parcial de los estomas que motivó una disminución de la fotosíntesis.

El uso de microcuencas, para captación de lluvia, no incrementó el rendimiento con base en el área de captación, durante dos años que duró el estudio, habiéndose presentado lluvias superiores al promedio anual en uno de los dos años. La aplicación de atrazina, aumentó el rendimiento de sorgo a un alto nivel de nitrógeno, en las parcelas que no contaron con área de escurrimiento y se mantuvieron con bajo contenido de Humedad. (12)



Ortíz en 1974 llevó a cabo un estudio empleando microcuencas para la captación de lluvia en lomas de San Juan, Chapingo, México, dicho estudio consistió en aplicar diversos tratamientos de áreas de captación, densidades de población, barbecho y dos variedades en los cultivos de maíz para forraje y grano, y en girasol. Encontrándose que la lluvia efectiva disminuyó en el aumento del área de escurrimiento sobre todo cuando ocurrieron lluvias abundantes estando el suelo próximo a la capacidad de campo, considerando que el año se presentó muy lluvioso y las lluvias regularmente distribuidas por lo que los tratamientos con menor área de captación reportaron las mejores eficiencias en el uso del agua las cuales fueron las siguientes: 164 Kg/mm en el maíz para forraje, 12 Kg/mm en el maíz para grano y 7 Kg/mm en el girasol. El factor que más influyó en los rendimientos fué el área de captación con efecto negativo. La densidad de población no tuvo mucha influencia en los rendimientos, lo mismo que los tratamientos de barbecho. (21)

Cantú y Aguilar, (1975) en Ignacio Allendo, Durango, estudiaron el efecto del manejo de suelo (para la captación de agua de lluvia) en 3 formas, y cuatro tratamientos de fertilización fosfatada en el rendimiento del frijol variedad Flor de Mayo bajo temporal; los resultados arrojaron que en cuanto a manejo de suelo, el subsoleo no superó al manejo con barbecho mas rastreo tanto en producción de grano como en captación de humedad; en los tratamientos de fertilización nos indican que la aplicación de 90 Kg de fósforo por hectárea acompañados con 40 Kg de nitrógeno, aumentaron la producción de grano en un 37% con respecto al testigo. La precipitación total durante el ciclo del cultivo fué de 177.7 mm. (4)



Efecto de los fertilizantes sobre el rendimiento.

La gran diversidad de cultivos forrajeros y su empleo en la alimentación hacen difícil determinar las cantidades adecuadas de fertilizantes para cada uno de ellos. Las diferentes especies no responden en la misma forma a la aplicación de fertilizantes, sin embargo de modo general, se puede decir que las gramíneas necesitan mayor cantidad de nitrógeno, las leguminosas de fósforo y las raíces forrajeras de potasio. En general los forrajes responden bien a la fertilización nitrogenada. Esta favorece un rápido crecimiento, un aumento en el contenido de proteínas y una mayor digestibilidad como consecuencia de la reducción en el contenido de fibras. (6, 28)

En el sorgo la falta de humedad suficiente es el factor individual más importante que limita el crecimiento en las zonas de su cultivo más intenso. Los suelos de esas áreas usualmente contienen suficientes nutrientes minerales para sostener el crecimiento máximo que es posible con la limitada precipitación. Consecuentemente no es económico el uso de fertilizante comercial, ni de estiércol; sin embargo, debe señalarse que la respuesta al fertilizante depende de los tipos de suelo y de otras condiciones. (7)

En general se incrementaron notablemente los rendimientos de materia seca, con agregado de nitrógeno, fósforo y potasio. Un sorgo de rápido desarrollo agota el nitrógeno del suelo y la provisión de agua durante su período activo de crecimiento, cuando las cantidades totales destinadas a una temporada se aplican en una sola vez a principios de verano la absorción de nitrógeno es rápida y excesiva, por tal motivo, tanto el momento como la cantidad de aplicación se deben ajustar a la



provisión de agua y a las necesidades del forraje. (27)

Se ha encontrado que los niveles óptimos para el aprovechamiento del nitrógeno en maíz de ensilaje, sorgo sudan y sorgo forrajero es de 96 Kg de N/ha, obteniéndose más cantidad de materia seca/ha. (26)

Las respuestas al nitrógeno son máximas solo cuando hay en la siembra un número suficiente de plantas. En experimentos realizados en Illinois Estados Unidos, se obtuvieron los resultados siguientes en Maíz híbrido:

POBLACION/HA	RENDIMIENTO TONELADA POR HECTAREA			
	N APLICADO KG/HA			
	0	90	180	270
33 040	7.46	7.80	8.27	8.34
41 500	7.73	8.67	8.87	9.01
54 000	7.53	8.67	9.61	10.29

Los rendimientos máximos se obtuvieron solo con las mejores dosis nitrógeno y el número de plantas mas grande. Las dosis muy altas de fertilización se justifican cuando la población de plantas también fue grande. En las Zonas secas de E.U.A., la humedad disponible puede ser suficiente solo para 15 000 plantas/ha pero con humedad suficiente y en cultivos bien tecnificados, en la "faja maicera" de E.U.A. se recomienda una densidad de 60 000 plantas/ha. (6)

Pérez, en 1976 investigó el efecto del nitrógeno y densidad de población en la producción de maíz forrajero en Guerrero, Chihuahua y donde encontró que el nitrógeno aplicado respondió hasta los 60 Kg/ha donde los rendimientos se mantiene estadísticamente iguales. Las densidades de población fueron estadísticamente iguales entre si, la in-



teracción fertilización con densidad de población fué altamente significativa. (22)

López en 1981 probó la respuesta del sorgo forrajero a 3 dosis de nitrógeno, después de trigo, en un suelo de textura media, los resultados indicaron que el sistema de producción trigo-sorgo forrajero superó al sistema tradicional (trigo-descando) en un 48.6%; se observó tendencia a incrementar rendimientos hasta 180 kg de nitrógeno aplicados en el primer corte, pero no significativos estadística y económicamente. (17)

Efecto de densidad de siembra y separación entre plantas.

La mayor parte del sorgo cultivado en los Estados Unidos para rastrojo, grano o ensilote se siembra en surcos separados, lo suficiente como para permitir su cultivo. La separación usual de los surcos varía de 90 a 110 cm. Los experimentos mas altos con surcos de 50 cm que con surcos de 100 cm, en condiciones de limitada humedad los surcos anchos y las siembras menos pobladas producen mejores rendimientos. (7)

Con respecto a la densidad de siembra el sorgo de siembra en una cementera limpia, bien trabajada, Quinby y Karpen (1962) indican que uno de los principales problemas provenientes de sembrar con demasiada semilla, si se utilizan de 30 a 100 kg/ha, cualquier variedad agotará la provisión de agua disponible. (27)

Koller y Scoll (1968) informaron que el sorgo sudan sembrado en hileras producía macollos para compensar la menor cantidad de plantas; sin embargo, rendía menos en hileras separadas a 1 metro que los espacios por 50 cm, también informaron que los aumentos de rendimiento por la mayor cantidad de semilla sembradas eran menos evidentes con surcos



poco espaciados, aunque la distancia entre hileras surtía poco efecto en la composición del forraje. (27)

Efecto tóxicos en el ganado de la alta fertilización.

Los fertilizantes modifican la composición del forraje, pero tomando precauciones sencillas, los malos efectos que ello pueden causar se reducen al mínimo. Unas cuantas semanas después de haber recibido aplicaciones abundantes de nitratos, los pastos pueden mostrar una concentración elevada de nitrógeno nítrico libre que es posible que resulte venenosa para el ganado en pastoreo y le cause trastornos (después los nitratos desaparecen al convertirlos las plantas en proteínas, las dosis más pequeñas de nitratos que por lo común se usan en los fertilizantes de nitrato de amonio tienen pocos efectos de este tipo). Si se utilizan dosis grandes de fertilizante que contienen mucho nitrógeno nítrico, las praderas no se deben pastar durante unas cuantas semanas.

La fertilización abundante de potasio aplicada en dosis únicas conduce a que las plantas presenten concentraciones altas de K y los investigadores de Europa Continental han asociado esas concentraciones con la aparición de casos de tetanía. Estos efectos se pueden evitar usando con cuidado los fertilizantes potásicos y haciendo su aplicación adecuada.

En la explotación intensiva de praderas resulta indispensable la utilización de fertilizantes nitrogenados; tanto para pastar cuando se requiere como para incrementar la producción de ensilaje y heno.

Para aumentar la fertilidad de los suelos pobres y lograr el máximo efecto tanto del Pasto como del nitrógeno, los fertilizantes potásicos son imprescindibles. Esos medios indispensables para lograr produc



ciones elevadas no deben descartarse a temores acerca de la salud del ganado, puesto que se conocen formas inocuas de utilización. (6)

Trabajos sobre mejoramiento de forrajes.

Jones, R.M. y J.C. Reod trabajaron en la producción de sorgo forrajero bajo varias formas de manejo de Stepheville con 12 variedades de sorgo en un experimento y cuatro variedades en otros 3 experimentos para determinar diferencias debido a variedades, manejo del agua, fecha de siembra, madurez y rebote, observandose que el rango de rendimiento fué de 2.5 a 20.6 toneladas/ha, dependiendo de la variedad y el grado de crecimiento.

Mongarro, trabajó en el efecto de la fertilización nitrofosfórica para el mejor mejoramiento de variedades de forraje con Keingrose (Panicum coloratum), Limpognais (Hermarthria altissima) y tres zacates bermuda (Cynodan dactylon) Callie, SS-16 y Tifton-44 donde se observó que el rendimiento de forraje de Callie, Tipton 44 y 55-16 de los zacates bermuda fué significativamente incrementado por la fertilización nitrogenada. Una significativa interacción de N x P fué observada en los rendimientos de Klein y Callie. La concentración de proteína usada de varios rangos de forraje de 12-13% en los zacates bermuda y 9-10% en Klein y Limpograsses. Incrementando el nivel de N en el suelo resulta en poco incremento en concentración de proteína. (30)

En un experimento realizado en el CIAS en 1970 se probaron 3 variedades de sorgo forrajero para pastoreo (Trudan, Grazer-A y Sudax SX-11). Los resultados obtenidos fueron que trudan en 9 cortes produjo 119.5 ton/ha de forraje verde. (18 ton/ha de materia seca) con el 17.7% de proteína en base seca. El sudax SX-11 en ocho cortes produjo



97.3 ton/ha de forraje verde (14.3 ton/ha de materia seca) con un 13.6% de proteína en base seca. El grazer-A en ocho cortes produjo 111.9 Ton/ha de forraje verde (16.2 ton/ha de materia seca) con el 17.6% de proteína en base seca. (29)

Becerra en 1977 hizo una comparación de la proteína de forraje, proteína, fibra cruda y período de recuperación de Seis variedades de sorgo híbridos para pastoreo donde encontró que la variedad SX-11 fué la de mayor rendimiento y de mayor contenido de proteína curda con 49.7 ton/ha de forraje verde y 18.2% de proteína. (2)

## MATERIALES Y METODOS

### Localización de los lotes experimentales.

Los experimentos se desarrollaron en un lugar denominado mesita del Coyote, localizado a 1.5 Km del Poblado de Bacanora, Sonora.

### Características agrometereológicas de la Región.

La temperatura máxima absoluta promedio es de 47.5 °C, la media promedio es de 21.7 °C y la mínima extrema terminan en el mes de Septiembre y en los meses de diciembre a febrero se presentan equipatas, que son lluvias intermitentes que duran de 1 a 3 días, en los meses de meses de noviembre a marzo se presentan heladas en forma irregular; el índice de precipitación media anual es de 400 mm, con lluvias intermitentes en verano.

Para la definición del clima se tomó como base la estación climatológica del Valle de Tacupeto, durante el período de 1963-1978, con estos datos y de acuerdo con el sistema de clasificación climatológica propuesto por el D.T.C.W. THORNTHWAITE y modificaciones hechas por la dirección de agrología para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana, el clima se define como D d A 'a': que corresponde a Seco con pequeña o nula demasía de agua; cálido con régimen normal para este clima.

En la fig. 1 se aprecian los promedios mensuales de 8 años de temperatura y en la Fig. 2 los promedios mensuales durante 1985.

### Antecedentes del Terreno

El lote donde se estableció el experimento anteriormente se sembró



con sorgo forrajero, el cual no se fertilizó.

Caracterización del suelo en el lote experimental.

Los suelos donde se estableció el experimento son de textura franco-arcillo-arenosa (Fra), los cuales presentan dos horizoantes de espesor variable, teniendo el estrato superior una profundidad de 50 cm., la totalidad de los suelos son normales presentando valores de conductividad eléctrica que fluctúa de 0.25 a 1.83 mmhos/cm a temperatura de 25 °C y un porcentaje de sodio intercambiable que va de 0.12 a 5.07. El pH promedio de estos suelos es de 8.4, son bajos en materia orgánica y alta retención de humedad debido a su composición textural.

Instalación de los experimentos.

Para labranza convencional, el terreno fue barbechado y posteriormente rastreado al establecerse el temporal; en labranza mínima no se preparó el terreno únicamente se aplicó herbicida en preemergencia.

La parcela experimental fue de 5 metros de largo por 4 metros de ancho (20 m<sup>2</sup>); la parcela útil fue de 4 metros de largo por 2.4 metros de ancho (9.6 m<sup>2</sup>).

La fertilización se llevó a cabo antes de la siembra con la dosis según el tratamiento indicado para cada parcela, se aplicó en forma general 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en los dos sistemas (Labranza mínima y convencional) utilizándolo como fuente de nitrógeno urea con 46% de N y superfosfato triple con 46% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, como fuente de fósforo.

La siembra se realizó al voleo y en forma manual, la segunda quincena de julio para labranza convencional y la primera quincena de agosto para labranza mínima, las variedades usadas fueron: Grazer y en los



tratamientos adicionales las variedades: Blanco regional, Beefbuilder T, Sudangrass y Sweet Sioux.

Durante las primeras etapas del cultivo se presentaron daños leves de gusano Cogollero (Spodoptera frugiperda J.E. Smith) pero no llegaron a niveles altos que hayan requerido control químico.

No se presentaron enfermedades de importancia económica.

La cosecha se realizó cuando el cultivo estaba en la etapa de grno lechoso-masoso para obtener el peso de forraje verde y posteriormente se obtuvo el peso de forraje seco.

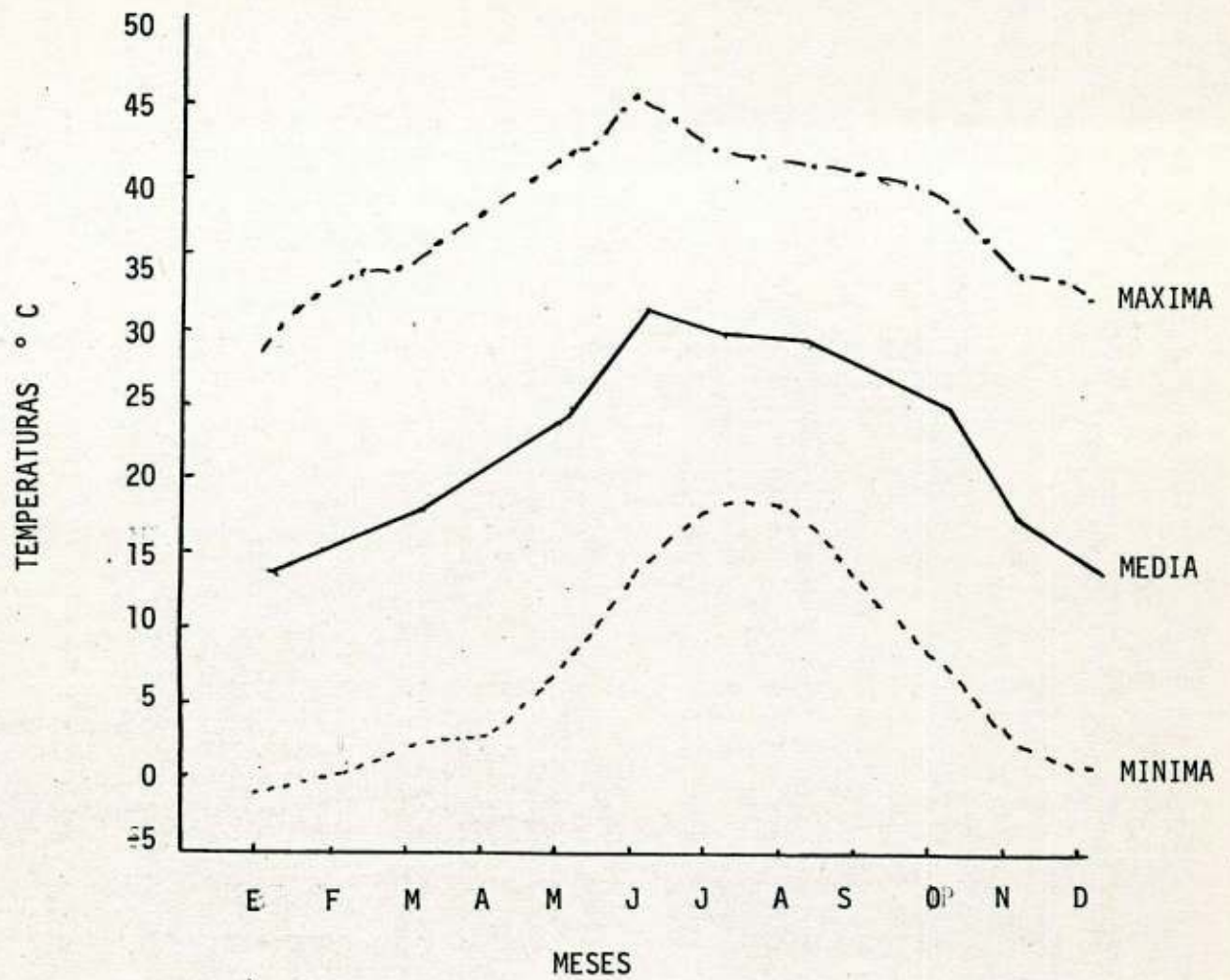
Las variables a las cuales se sometió el cultivo fueron las siguientes: 1) Altura de Planta; 2) Forraje verde; 3) forraje seco y 4) se tomaron datos de precipitación.

Los tratamientos (cuadro 1) se seleccionaron de acuerdo al criterio propuesto por Terrent (41), en 1978, conocido formalmente como la matriz experimental plan Puebla I. A esta se le agregó 4 tratamientos adicionales, resultando finalmente 12 tratamientos que se presentaron en el cuadro 1. Esto se hizo en 2 sistemas de manejo del cultivo: 1) labranza convencional (barbecho + rastreo), 2) Labranza mínima (sin preparación del terreno).

El diseño experimental empleado fué el de bloques al azar con 4 repeticiones.

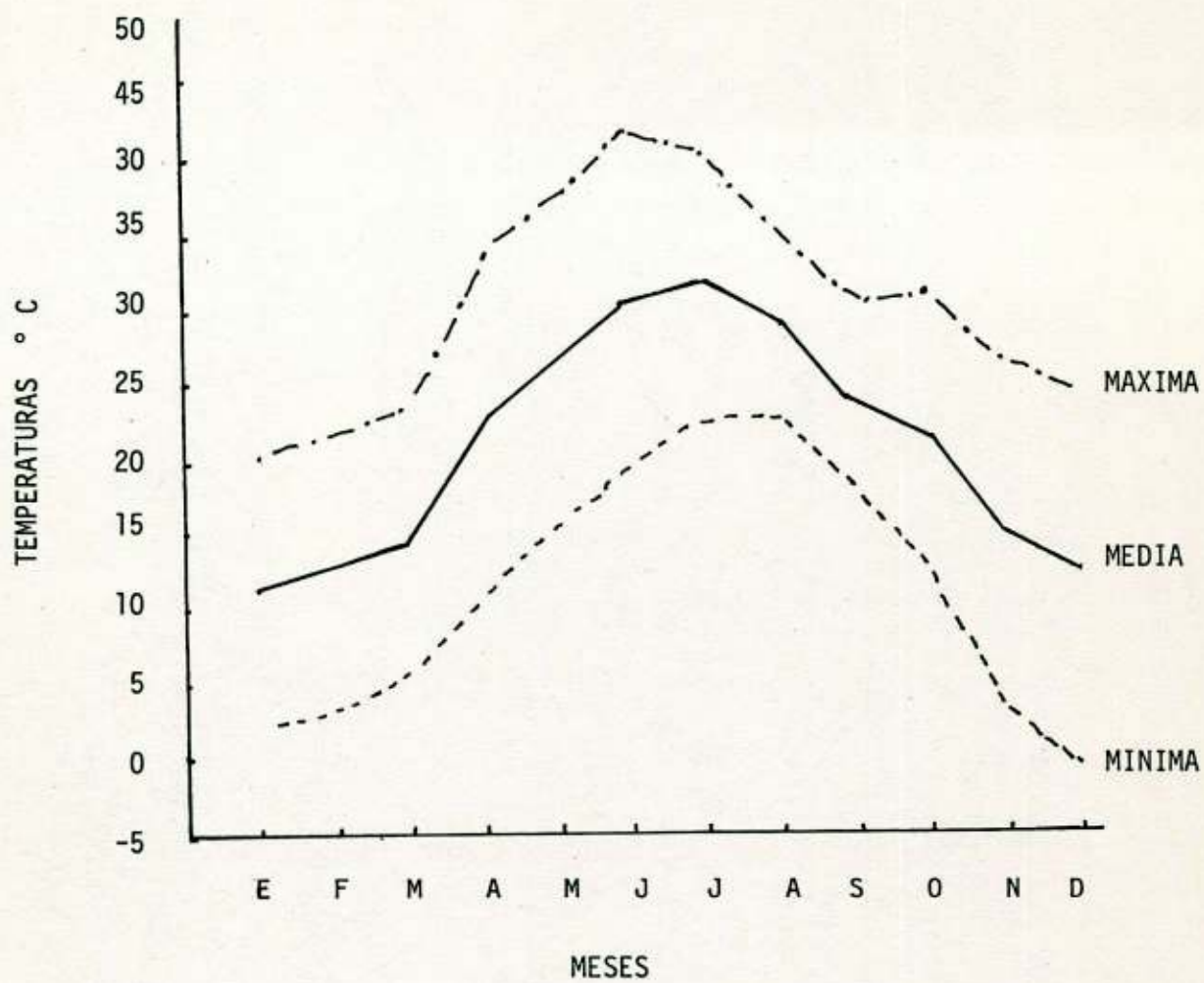


FIGURA 1: DISTRIBUCION DE LAS TEMPERATURAS DURANTE EL AÑO EN BACANORA, SONORA. (PROMEDIO DE 8 AÑOS).



--- MAXIMA  
— MEDIA  
- · - MINIMA

FIGURA 2: DISTRIBUCION DE LAS TEMPERATURAS DURANTE 1985 EN BACANORA, SONORA.



--- MAXIMA  
— MEDIA  
- - - MINIMA



**CUADRO 1:** TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION NITROGENADA Y DENSIDAD DE POBLACION EN DOS SISTEMAS: CONVENCIONAL Y MINIMA DE SORGO FORRAJERO DE TEMPORAL CICLO PRIMAVERA-VERANO 1985.

NO. DE TRATAMIENTO	KG. DE SEMILLA/ha	KG DE NITROGENO/ha	VARIEDAD
1	10	30	GRAZER
2	15	0	GRAZER
3	15	30	GRAZER
4	15	60	GRAZER
5	20	30	GRAZER
6	20	60	GRAZER
6	20	90	GRAZER
8	25	60	GRAZER
9	20	60	*BLANCO REGIONAL
10	20	60	*SWEETSIUX
11	20	60	*SUDAN GRASS
12	20	60	*BEEFBUILDER T.

\*  
TRATAMIENTOS ADICIONALES.

## RESULTADOS

### Análisis de los datos de la precipitación Pluvial.

Durante los primeros 30 días del desarrollo del cultivo las lluvias se presentaron con cierta regularidad (desde emergencia hasta desarrollo vegetativo) alcanzando un promedio de 2.5 lluvias de 15 mm por semana. A partir del 1 de septiembre se interrumpió la temporada de lluvias por un período de 18 días, al término de los cuales se presentaron lluvias mas espaciadas y menos frecuentes (cuadro 2). La lluvia total acumulada desde la siembra hasta la cosecha fué 261 mm (fig.3).

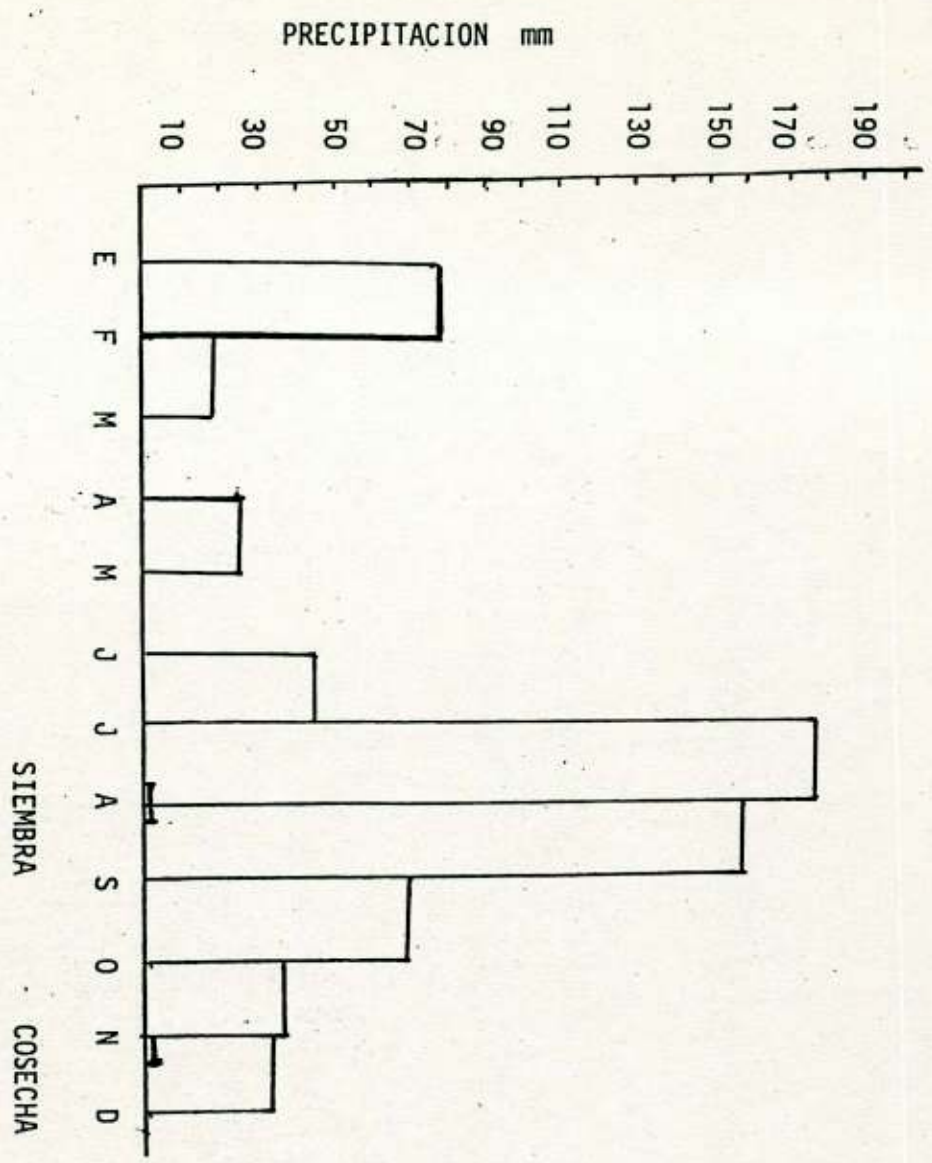
De los registros de lluvia cada 24 horas (cuadro 2) se desprende que de 17 que se presentaron se encontró una predominancia comprendida entre uno o cinco milímetros representando un 35% del total a diferencia de las comprendidas entre 5 y 10 milímetros que ocuparon el 12%; entre 10 y 15 milímetros ocuparon el 18% y el 35% restante fueron lluvias superiores a los 15 mm.



CUADRO 2.- DISTRIBUCION DE LAS LLUVIAS (mm) REGISTRADAS EN PEIROSOS DE 24 HORAS DURANTE EL CICLO P-V 1985. EN LA REGION DE BACANORA SONORA.

DIA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
1					
2					
3					
4					
5		12			
6		10			
7		2			
8	2	24		23	
9	2			10	
10	24.5	3		2.5	
11				0.5	
12	5				
13					
14					
15	23				
16					
17		2			
18					
19		33	43.5		
20					
21					
22	50				
23	10				
24	22				
25	1				
26	4	34			23.5
27	20	5			9.5
28	1		14		
29			10.5		
30					
31	12	32			
TOTAL	176.5	157	68.0	36.0	33.0

FIGURA 3: DISTRIBUCION DE LA PRECIPITACION DURANTE 1985 EN BACANDORA, SONORA





## ANALISIS ESTADISTICO DE LOS RENDIMIENTOS

En el cuadro 3 se muestran los rendimientos de forraje verde y seco bajo dos sistemas de producción, mostrandose que el mejor sistema es de labranza convencional con 15.26 y 9.67 ton/ha de forraje verde y seco respectivamente; mientras que la producción en labranza mínima baja hasta 12.72 y 7.25 ton/ha de forraje verde y seco respectivamente.

Para ambos sistemas el mejor tratamiento fué con la variedad Beef buildert con 14.64 y 12.10 ton/ha de forraje seco en labranza convencional y mínima respectivamente. El testigo 15 Kg de semilla + cero nitrógeno en los dos sistemas se mantuvo con baja producción. siendo 7.04 ton/ha de forraje seco para labranza convencional y 4.56 ton/ha de forraje seco para labranza mínima.

En ambos métodos el tratamiento de 25 Kg. de semilla por hectárea + 60 kg de N/ha dentro de evaluación de de dosis y densidad de planta fué el de mayor rendimiento con 20.04 ton/ha y 16.83 ton/ha para labranza mínima respectivamente.

**CUADRO 3: RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO DE SORGO FORRAJERO BAJO DOS SISTEMAS DE PRODUCCION.**

TRATAMIENTO		LABRANZA CONVENCIONAL TON/ha		LABRANZA MINIMA TON/ha					
KG/SEMI LLA	KG N/HA	FORRAJE VERDE	FORRAJE SECO	FORRAJE VERDE	FORRAJE SECO				
1	20	60	22.02 a	14.64 a	21.27 a	12.10 a			
	25	60	20.04 a	12.89 ab	16.83 ab	8.00 ab			
	20	90	19.06 a	11.89 ab	11.34 bc	6.96 ab			
	15	60	17.52 ab	12.85 ab	14.88 abc	8.63 ab			
2	20	60	17.52 ab	10.54 bc	13.50 abc	7.46 ab			
	20	60	17.17 ab	11.00 bc	16.23 bc	10.21 a			
	15	30	21.91 bc	8.12 cd	8.06 bc	4.87 b			
3	20	60	12.58 bc	7.93 cd	12.27 abc	6.92 ab			
	20	30	12.52 bc	7.99 cd	15.86 ab	8.02 ab			
	15	0	11.19 c	7.04 d	5.88 c	4.56 b			
	10	30	11.12 c	7.04 d	6.56 c	4.90 b			
4	20	60	9.44 c	4.68 d	9.92 bc	4.35 b			
		X	15.26	X	9.67	X	12.72	X	7.25
		C.V. = 21.69%		C.V. = 22.32		C.V. = 43.72%		C.V. = 45.43 %	

- 1 VARIEDAD BEEFBUILDER T
- 2 VARIEDAD BLANCO REGIONAL
- 3 VARIEDAD SNEETSIUUX
- 4 VARIEDAD SUDAN GRASS



**CUADRO 4:** ALTURA DE SORGO FORRAJERO BAJO EL METODO DE LABRANZA CONVENCIONAL (BARBECHO + RASTREO).

TRATAMIENTO		ALTURA DE PLANTA	
KG SEMILLA/HA	N/HA	(cm)	AL CORTE.
<sup>1</sup> 20	60	175.0	ab
25	60	177.5	a
20	90	165.0	ab
15	60	167.5	ab
<sup>2</sup> 20	60	115.0	c
20	60	160.0	ab
15	30	155.0	ab
<sup>3</sup> 20	60	165.0	ab
20	30	157.5	ab
15	0	162.5	ab
10	30	160.0	ab
<sup>4</sup> 20	60	145.0	b

X = 158.75

C.V. = 11.44%

- 1 VARIEDAD BEEFBUILDERT
- 2 VARIEDAD BLANCO REGIONAL
- 3 VARIEDAD SWEET SIOUX
- 4 VARIEDAD SUDAN GRASS

Producción de sorgo forrajero bajo el sistema de Labranza convencional.

Los resultados de forraje verde y seco obtenidos de los tratamientos muestran diferencias altamente significativas (cuadro 9 y 10) entre tratamientos; los rendimientos se muestran en el cuadro 4, donde el mejor tratamiento fué con la variedad Beefburider con 20 kg de semilla por hectárea + 60 Kg de N/ha, seguido por el tratamiento de 25 kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha con 22.02 y 20.04 ton/ha de forraje verde respectivamente y rendimiento de forraje seco de 14.64 y 12.89 ton/ha respectivamente; mientras que los tratamientos con mas bajos rendimientos fueron: 10 Kg de semilla/ha + 30 Kg de N/ha con la variedad Grazer y el de 20 Kg de semilla/ha + 60 kg. de N/ha con la variedad Dodangrass con 11.12 y 9.44 ton/ha de forraje verde respectivamente. El testigo con 15 Kg. de semilla/ha y cero Kg de N rindió 11.19 y 7.04 Ton/ha de forraje verde y seco respectivamente.

En el cuadro 4 también se muestran las alturas al momento del corte, el análisis estadístico (cuadro 13) indica diferencias altamente significativas, correspondiendo la mayor altura para los tratamientos de 20 Kg. de semilla/ha + 60 kg de N/ha con la variedad Beefbuilder y el de 25 Kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha con la variedad Grazer con 175 y 177.5 cm de altura respectivamente; mientras que el testigo con 15 kg de semilla/ha y cero N/ha midió 162.5 cm; el tratamiento con menor altura correspondió al de la variedad Blanco Regional con 115 cm.



### Producción de sorgo forrajero bajo el sistema de labranza mínima

Los resultados de forraje verde obtenidos muestran diferencias significativas, pero no encontrándose diferencias en el análisis de varianza para forraje seco (cuadro 12) por tener problemas con lluvias después del corte. En el cuadro 5 se muestran los rendimientos donde el mejor rendimiento fué con la variedad Beefbuilder con 20 Kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha, seguida en el mismo grupo por el tratamiento de 25 kg. de semilla/ha, + 60 kg de N/ha con 21.27 y 16.83 ton/ha se forraje verde respectivamente.

Los tratamientos con mas bajos rendimientos fueron el de 10 kg de semilla/ha + 30 kg de N/ha y el testigo 15 kg de semilla y cero de nitrógeno con 6.56 y 5.88 ton/ha de forraje verde respectivamente.

Para forraje seco el mejor tratamiento corresponde a la variedad Beefbuilder y 20 Kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha con 12.10 ton/ha y el menor rendimiento lo obtuvo el testigo que fue de 15 Kg de Semilla/ha y cero nitrógeno con la variedad Grazer dando 4.56 ton/ha.

También en el cuadro 5 se encuentran los resultados de altura de planta al momento del corte, existiendo diferencias altamente significativas para tratamientos (cuadro 15) correspondiendo la mayor altura para el tratamiento de 20 kg de semilla/ha + 30 kg de N/ha con 175 cm con la variedad Grazer y el de menor altura correspondió al testigo de cero nitrógeno y 15 kg de semilla/ha con 92 cm.

**CUADRO 5:** RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE Y SECO (ton/ha) Y ALTURA DE PLANTA (cm) DE SORGO FORRAJERO BAJO EL METODO DE LABRANZA MINIMA.

TRATAMIENTO	N/ha	ALTURA DE PLANTA AL CORTE (cm)		RENDIMIENTO (ton/ha)			
				FORRAJE VERDE	FORRAJE SECO		
<sup>1</sup> 20	60	157.5	ab	21.21	a	12.10	a
25	60	157.5	ab	16.83	ab	8.00	ab
20	60	170.00	ab	16.23	ab	10.21	a
20	30	175.00	a	15.86	ab	8.02	ab
15	60	172.5	ab	14.88	abc	8.63	ab
<sup>2</sup> 20	60	107.5	c	13.50	abc	7.46	ab
<sup>3</sup> 20	60	162.5	ab	12.27	abc	6.92	ab
20	90	142.5	abc	11.34	bc	6.96	ab
<sup>4</sup> 20	60	152.5	ab	9.92	bc	4.35	b
15	30	120.0	bc	8.06	bc	4.87	b
10	30	122.5	abc	6.56	c	4.90	b
15	0	95.0	c	5.88	c	4.56	b
		X =	144.6	X =	12.72	X =	7.25
		C.V. =	21.93	C.V. =	43.72%	C.V. =	45.43%

- 1 VARIEDAD BEEFBUILDERT  
 2 VARIEDAD BLANCO REGIONAL  
 3 VARIEDAD SWEAT SIOUX  
 4 VARIEDAD SUDAN GRASS



En el cuadro 6 se muestran las alturas de planta a los 35 días, 55 días y altura final en el sistema de labranza conv., encontrándose diferencias altamente significativas (cuadros 13, 14 y 15) para altura final, no así para las alturas tomadas a los 35 días y 55 días después de la siembra.

Las plantas mas altas al final y a los 55 días después de la siembra fueron para el tratamiento de 25 kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha con 177.5 y 156.25 cm respectivamente; para los 35 días después de la siembra el tratamiento con mayor altura fué el de 15 kg de semilla + 60 kg de N/ha con 97.5 cm.

El tratamiento de 20 kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha con la variedad blanco regional obtuvo la menor altura a los 90 y 55 días después de la siembra con 115 y 110 cm respectivamente, mientras que a los 35 días después de la siembra el tratamiento de 20 kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha con la variedad Sudangrass obtuvo la menor altura con 83.5 cm.

**CUADRO 6:** ALTURA DE PLANTA (cm) EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO EN EL SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL.

TRATAMIENTOS		Días después de la siembra		
KG SEMILLA/ha	N/ha	35	55*	90*
25	60	97.5 a	156.25 a	177.5 a
<sup>1</sup> 20	60	100.75 a	140.00 a	175.0 ab
15	60	123.25 a	153.75 a	167.5 ab
20	90	107.5 a	152.5 a	165.0 ab
<sup>2</sup> 20	60	106.75 a	147.5 a	165.0 ab
15	0	92.5 a	127.50 a	162.5 ab
20	60	95.0 a	142.5 a	160.0 ab
10	30	94.5 a	155.00 a	160.0 ab
20	30	98.75 a	138.75 a	157.5 ab
15	30	99.25 a	145.00 a	155.0 ab
<sup>3</sup> 20	60	83.5 a	130.00 a	145.0 b
<sup>4</sup> 20	60	95.0 a	110.00 a	115.0 c

X = 99.48%    X = 141.56    X = 158.75  
 C.V. = 18.2%    C.V. = 17.36%    C.V. = 11.44%

- 1 VARIEDAD BEEFBUILDER T
- 2 VARIEDAD SWEET SIOUX
- 3 VARIEDAD SUDANGRASS
- 4 VARIEDAD BLANCO REGIONAL



En el cuadro 7 se muestran las alturas de planta a los 35, 50 y 90 días después de la siembra (altura final) encontrándose diferencias altamente significativas (cuadros 16,17 y 18) para 35 y 120 días después de la siembra y diferencias significativas para la altura a los 50 días después de la siembra.

Las plantas más altas a los 35 y 50 días después de la siembra fue ron para el tratamiento 15 kg de semilla/ha + 60 kg/N/ha con 103.5 y 140 cm respectivamente; para la altura final el mayor tratamiento fué el de 20 kg de semilla/ha + 30 N/ha con 175 cm.

El tratamiento testigo 15 kg de semilla/ha + 0 N/ha fué de menor altura con 54.25, 82.5 y 95 cm a los 35, 50 y 90 días después de la siembra respectivamente.

**CUADRO 7: ALTURA DE PLANTA (cm) EN DIFERENTES ETAPAS DE DESARROLLO EN EL SISTEMA DE LABRANZA MINIMA**

TRATAMIENTOS		Días después de la siembra			
KG SEMILLA /ha	N/ha	35	50	90	
1	20	30	84.25 abc	125.0 ab	175.0 a
	15	60	103.50 a	140.0 a	172.5 ab
	20	60	97.50 ab	135.0 ab	170.0 ab
	20	60	85.0 abc	115.0 abcd	162.5 ab
2	20	60	67.5 bc	100.0 abcd	157.5 ab
	25	60	82.25 abc	132.5 ab	157.5 ab
3	20	60	62.50 c	107.5 abcd	152.5 ab
	20	90	71.75 bc	120.0 abc	142.5 abc
4	10	30	81.25 abc	105.0 abcd	122.5 abc
	15	30	68.25 bc	95.0 bcd	120.0 bc
	20	60	64.75 c	77.5 d	107.5 c
	15	00	54.25 c	82.5 cd	95.0 c

X = 76.89    X = 111.25    X = 144.58  
 C.V. = 18.09%    C.V. = 22.54%    C.V. = 21.93%

- 1 VARIEDAD SWEET SIOUX
- 2 VARIEDAD BEEFBUILDERT
- 3 VARIEDAD SUDAN GRASS
- 4 VARIEDAD BLANCO REGIONAL



## DISCUSION

El análisis de datos de precipitación pluvial, el sistema de labranza mínima fué más afectado por la baja precipitación ocurrida durante el desarrollo del cultivo ya que en general se obtuvo menos producción con 12.72 ton/ha de forraje verde y 15.26 ton/ha de forraje verde para labranza convencional, las principales causas fué el espaciamiento de lluvia durante 18 días seguidos afectando el desarrollo radicular, el crecimiento de la planta y producción, coincidiendo con lo planteado por Merrill y Rawlins. (19)

Los resultados de rendimiento de forraje verde y seco de los dos sistemas (cuadro 4 y 5) indican que es posible tener incrementos de producción de forraje con la aplicación de fertilizantes nitrogenados. Así tenemos que en el sistema de labranza mínima se tienen aumentos de 286% aplicando la fórmula 25 kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha (16.83 ton/ha) con respecto al testigo sin aplicación de nitrógeno y 15 kg de semilla/ha (5.88 ton/ha).

En el sistema de labranza convencional es posible aumentar el rendimiento en un 179% aplicando la fórmula 25Kg de semilla/ha (11.19 ton/ha), los tratamientos sin o con baja fertilización, las plantas se observaron raquíticas y amarillentas, obteniéndose datos similares a los reportados por Jaime (14), Duarte (9), Cantú y Aguilar (4).

El efecto de densidad de siembra no es muy notorio bajo ambos sistemas puesto que las tres densidades de siembra con alta fertilización mantienen los rendimientos altos (4 y 5), resultados similares los obtuvieron Jaime (14) y Duarte (9). En el sistema de labranza mínima el tratamiento con 20 kg de semilla + 30 kg de N/ha produjo mas



(15.86 ton/ha forraje verde) que el tratamiento con 20 kg de semilla + 90 Kg de N/ha (11.34 ton/ha forraje verde) que el tratamiento con 20 kg de semilla + 90 kg de N/ha (11.34 ton/ha forraje verde) debido que este método no captó mas humedad de las lluvias por lo tanto hubo mas competencia y no se obtuvo mas rendimiento, resultados similares los obtuvieron Jaime (14), Pérez (22) y Quinby y Karpen (27).

El efecto de la precipitación pluvial en la altura de planta es mas notorio en el sistema de labranza convencional con alturas promedios de 158.75 cm y el sistema de labranza mínima con 144.58 cm debido al aprovechamiento de la labranza al suelo (barbecho + rastreo) así como la frecuencia de lluvia durante el principio del desarrollo del cultivo capturando más humedad que el sistema de labranza mínima (siembra sin barbecho ni rastreo) como lo reportan Jaime (15), Duarte (8, 9), Cantú y Aguilar (4) y Madrid (18).

El espaciamiento de lluvia se nota en el sistema de labranza mínima pues se encontraron diferencias significativas en las alturas (cuadro 7) tomadas a los 50 y 90 días después de la siembra donde el cultivo requería más humedad y en el sistema de labranza convencional no se encontraron diferencias significativas a los 35 y 55 días después de la siembra por la humedad retenida al principio del ciclo notándose la escasez de agua al espaciarse la lluvia final del ciclo en el que sí se encuentran diferencias significativas en la altura (cuadro 6).

El efecto de la fertilización nitrogenada en la altura de planta en el sistema de labranza convencional no es muy marcado con una diferencia de altura final de 22.5 cm entre el tratamiento mas alto (25 kg de semilla/ha + 60 kg N/ha) con 177.5 cm y el tratamiento mas bajo (15



kg de semilla/ha + 30 kg de N/ha) con 155 cm teniéndose el tratamiento con cero nitrógeno y 15 kg de semilla/ha con 162.5 cm de altura pero la planta se mostraba raquílica y amarillenta, por lo que fué baja en producción de forraje.

En el sistema de labranza mínima el efecto de fertilización nitrogenada fué contrario a altas cantidades de N, la altura disminuyó debido a la escasez de agua en el desarrollo del cultivo, pero teniéndose diferencias de altura final entre el tratamiento con 20 kg de semilla/ha + 30 Kg N/ha y el tratamiento con 15 kg de semilla/ha + cero N/ha de 80 cm por lo cual hay efecto moderado en la fertilización nitrogenada pero no llegando a límites muy altos así como la reportaron Quinby y Karden (27), Jaime (14,15) y Pérez (22).

El efecto de la densidad de siembra en altura final no es muy marcado en ambos sistemas pues las cuatro densidades tienen las alturas mayores, pero dependiendo del sistema y la fertilización nitrogenada es el aumento en altura; por lo que depende más de esos factores de acuerdo con Jaime (14) y Koller y Scholl (27).

En la figura 4 y 5 se muestran las curvas de respuesta a fertilización nitrogenada y densidad de planta, bajo el sistema de labranza convencional en el cual se aprecia una respuesta positiva en la aplicación de nitrógeno para todos los niveles de densidad de plantas elevados, no así la respuesta a población de plantas que no se tienen una clara respuesta a niveles de 10-15 kg de semilla/ha, pero teniéndose aumento a poblaciones altas similares a lo reportado por Jaime (14,15,16).

En la figura 6 se muestran las curvas de respuesta a fertilización nitrogenada bajo el sistema de labranza mínima en el cual se ve



una respuesta positiva en el rango de 0-60 kg de N/ha pero a rangos ma yores decrece la producción así como para densidades menores.

En la figura 7 se muestran las curvas de respuesta a densidades de plantas bajo el mismo sistema en el cual se obserba aumento positivo al aumento pero en poblaciones altas decrece la producción a niveles altos de nitrógeno.

El análisis económico para ambos sistemas se muestran en el cuadro 8, se observa que el sistema de labranza convencional da mayores ganancias netas como lo reportan Jaime (14) y Duarte (9), principalmente la fórmula 25 Kg semilla + 60 Kg N/ha la cual da una ganancia neta de \$ 432,519.00 por hectárea, reduciéndose casi a la mitad la no fertilizada y 15 kg de semilla/ha que reporta una ganacia de \$208,497.00.

En el sistema de labranza mínima el tratamiento más remunerativo es el de 20 kg de semilla + 60 kg N-ha con \$338,779,00 por hectárea, mientras que el testigo sin fertilización sólo produjo ganancias de \$ 119,757.00.

Al comparar ambos sistemas, se encontró que es mas redituable el sistema de labranza convencional con una ganancia neta promedio de \$311,231.88; mientras que la ganancia neta promedio del sistema de la branza mínima fué de \$ 213,154.38, dando una diferencia de \$98,077.50 a favor del sistema de labranza convencional.



**CUADRO 8:** ANALISIS ECONOMICO DE TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION NITROGENADA Y DENSIDAD DE PLANTA EN DOS SISTEMAS DE MANEJO DE PRODUCCION DE SORGO FORRAJERO EN EL CICLO PRIMAVERA-VERANO. 1985.

TRATAMIENTOS		LABRANZA	LABRANZA
KG. SEMILLA/HA - KG	N/HA	MINIMA	CONVENCIONAL
10	30	131,367	205.007
15	0	119,757	208,497
15	30	129,417	247,457
15	60	277,079	405,919
20	30	253,917	240,757
20	60	338,779	358,419
20	90	206,040	391,280
25	60	248,879	432,519
T O T A L:		1'705,235	2'489,855

## CONCLUSIONES

- 1.- El sorgo forrajero en condiciones de temporal es un cultivo cuyos rendimientos se pueden elevar considerablemente en esta región determinando las condiciones óptimas para su normal desarrollo.
- 2.- La altura de planta aumentó con la dosis de nitrógeno en los dos sistemas.
- 3.- En el sistema de Labranza convencional se debe trabajar con dosis de nitrógeno más alta de 90 kg de N/ha para posteriores estudios.
- 4.- El rendimiento disminuye con alta densidad de población y dosis de nitrógeno en escasez de humedad.
- 5.- En temporales deficientes como el área de Bacanora, las labores de barbecho + rastreo a 80 cm entre surcos permite obtener buenos rendimientos de forraje.
- 6.- La labranza mínima (sembrar sin labranza) es suficiente para obtener buenos resultados aunque este método tenga menos ganancias que el de labranza convencional (Barbecho + rastreo).
- 7.- La variedad Beefbuilder obtuvo muy altos rendimientos y su adaptación fué también buena por lo que se recomienda para esta región.
- 8.- Con el estudio de nuevas variedades en la región se ampliará este trabajo para que se logre establecer un sistema de producción mas adecuado a las condiciones de temporal.
- 9.- La preparación del suelo es determinante en la obtención de mas altos rendimientos, considerando que la utilidad obtenida en este cultivo depende de un manejo adecuado.



- 10.- En el sistema de labranza convencional (Barbecho + rastreo se captó mas agua de lluvia que el sistema de labranza mínima (sembrar sin labores de labranza).
- 11.- La dosis óptima económica para el sistema de labranza convencional fué de 25 Kg de semilla/ha + 60 Kg. de N/ha, siendo similar para el sistema de labranza mínima que fué la de 20 kg de semilla/ha + 60 kg de N/ha.
- 12.- El análisis económico reporta mayores utilidades para el sistema convencional que para el de labranza mínima pero no debe descartarse este sistema de producción de forraje por lo redituable y facilidad de producción.
- 13.- Es recomendable seguir investigando en estos factores y adicionar otros mas importantes con el fin de corroborar estos resultados en condiciones de temporal.

## LITERATURA CITADA

- 1.- Arvizu D., J. 1970 Efecto de la humedad del suelo en la producción de sorgo (Sorghum vulgare pers.) Forrajero FS-22. Universidad de Sonora. Escuela de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora. (Tesis).
- 2.- Becerra., D. 1977 Comparación de la producción de forraje, proteína fibra cruda y período de recuperación de seis variedades de Sorgos Híbridos para pastoreo (Sorghum vulgare Pers) por Sorghum Sudan Ese (Piper, Stapf) y una variedad de mijo, perla (Pennisetum specatum (L.) R! BR. ) Universidad de Sonora. Escuela de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora (Tesis).
- 3.- Burton, G.W., et al. 1954. Root Penetration, Distribution and activity in southern grasses measured by yields, drought symptoms and P32 Uptake. Agronomy Journal.
- 4.- Cantú V., J. y H. Aguilar. 1975. Efecto del manejo del suelo (para la captación de agua de lluvia) y niveles de fertilización fosfatada, en el rendimiento de frijol Var. Flor de Mayo bajo temporal en Ignacio Allende, Dgo. Informe de Investigación Agrícola. Agricultura de Temporal. SAG. INIA. CIANO. P. 137-140.
- 5.- Carranza, A. Y A. Aguilar. 1974. Evaluación de diferentes relaciones de área de cuenca a área de cultivo con 3 densidades de población bajo un sistema de cosecha de agua "in Situ" en los cultivos de maíz, maíz forrajero, Sorgo Forrajero, Frijol y girasol en Calera, Zacatecas, Infor



me de Investigación Agrícola. Agricultura de Temporal.  
SAG. INIA, P. 40-47.

- 6.- Cooke, G.N. et al. 1983. Fertilización para rendimientos máximos  
CECSA. México, D.F. P. 175, 312-339.
- 7.- Delorit, R.J. y H.L. AHLGREN. 1983. Producción Agrícola CECSA, Mé-  
xico, D.F. Cap. 8:220-232.
- 8.- Duarte, R. J. 1979. Arreglo Topológico de las plantas de sorgo  
para grano en la captación de agua de lluvia, tapizuelos,  
Alamos, Sonora, In. Pacheco M., F. 1980. Avances de la  
Investigación Primavera-Verano 1979. Avances de la In-  
vestigación CIANO No. 6. CIANO INIA SARH. P. 53-54.
- 9.- Duarte, R.J: 1980. Efecto del Manejo del Suelo y del arreglo topo-  
lógico de las plantas de sorgo para grano en la capta-  
ción de agua de lluvia. Universidad de Sonora. Escuela  
de Agricultura y Ganadería, Hillo, Son. (tesis)
- 10.- Duarte R., J. 1980. Respuesta a la preparación del suelo, control  
de malezas y arreglo topológico de las plantas de 3 va  
riedades de sorgo para grano de temporal, Tapizuelas,  
Alamos, Son., In. Pacheco M., F. 1981, Avances de la In-  
vestigación Primavera-Verano 1980. Avances de la Inves-  
tigación CIANO No. 8. CIANO-INIA SARH P. 65-66.
- 11.- Duarte R. J. 1981. Evaluación de 4 intensidades de labranza con 4  
distancias entre surcos en la captación de agua de llu-  
via en maíz en tapizuelas y Tujibampo, Alamos, Sonora.  
In. Pacheco M.F. 1982. Avances de la Investigación Pri-  
mavera-Verano 1981. Avances de la Investigación CIANO.



No. 10 CIANO-INIA-SARH. P. 100.

- 12.- Duarte R., J. 1981. Efecto de 4 intensidades de labranza con 4 distancias entre surcos en la producción de sorgo para grano en tapizuelas, Alamos, Son. In. Pacheco M., F. 1982. Avances de la Investigación Primavera-Verano. 1982. Avances de la investigación CIANO No. 10. CIANO INIA-SARH. P. 102-103.
- 13.- Hughers H.D., M. E. HEATH and D.S. Metcalfg. 1970. Forrajes C.E.C.S.A. México, D.F. Parte II. 306-402.
- 14.- Jaime G. R. 1983. Evaluación de 4 métodos de captación de agua en sorgo forrajero bajo condiciones de temporal en la región de Sahuaripa, Son. reporte técnico inédito. Archivos CAECH-CIANO.
- 15.- Jaime G., R. 1983. Evaluación de 4 métodos de captación de agua en Maíz de temporal en la región del Río Sahuaripa, Reporte Técnico inédito. Archivos CAECH-CIANO.
- 16.- Jaime G. R. 1983. Evaluación de 4 métodos de captación de agua en maíz de medio riego en la región del Río Sahuaripa. Reporte Técnico inédito. Archivos. CAECH-CIANO.
- 17.- López L. F. 1981. Respuesta del Sorgo Forrajero a 3 dosis de N, después de trigo, en un suelo de textura media. En los Valles de Mexicali, B. C. y San Luis R. C. In Pacheco M F. 1982. Avances de la Invest. Primavera-Verano 1981. Avances de la investigación CIANO No. 10. CIANO INIA SARH. P. 226-227



- 18.- Madrid. C. M. 1982 Evaluación de 6 variedades de Sorgo Forrajero (Sorghum bicolor (linn) Monench) y 3 de doble propósito bajo condiciones de temporal en los municipios de Rosario Tesopaco y el Quirego, Son. Universidad de Sonora. Escuela de Agricultura y Ganadería. Hermosillo, Sonora. (tesis).
- 19.- Menni L. S.D. and S. D. Rawlins. 1979. Distribución and growth of sorghum roots in response to irrigation frequency. *Agronomy Journal*. 71(5): 738-745.
- 20.- Molina. G. 1983. Recursos Agrícolas de Zonas Áridas y Semiáridas de México Editorial del Colegio de Postgraduados, Chapingo, Edo. de México. México. P. 112-113.
- 21.- Ortiz M., J. 1975. Efecto de las microcuencas para la captación In Situ de la lluvia sobre el régimen de Humedad del suelo y la producción de maíz (*Zea mays* L.) y girasol (*Helianthus annuus* L.) en C.P. E. Na. Chapingo, México. P. 107-119.
- 22.- Perez G. J.). 1976. Evaluación del efecto del nitrógeno y densidad de siembra en la producción de maíz forrajero en Guerrero, Chihuahua. Informe de Investigación 1975-76. CIANO-CAECH. SARH INIA P. 70.
- 23.- Robles S., R. 1982. Producción de Granos y Forrajes. Editorial Limusa, S.A. México, D.F. Cap. II. 140:143.

R. T 1577

24. Turner. N., C., P. J. Kromer. 1980. Adaptación de Plants to Water and high temperature stress. John wiley and Sons. Inc. U.SA. Cap. II. 50:52.
25. Turrentt. A. 1978. El método Gráfico estadístico para la interacción económica de experimentos conducidos con la matriz plan Puebla I. Colegio Postgraduados Chapingo, México, P. 44.
26. Wall. G. J. and B.M. william. 1961. Producción y usos del sorgo. Editorial Limusa. México D. F. p. 216.
27. Wall, J. S. y N. M. Ross. 1975 Producción y usos del Sorgo. Editorial Hemisferio Sur. S.R. C. Buenos Aires, Argentina. P. 218-221.
28. 1982. Cultivos Forrajeros. Nanales para educación agropecuaria. Sep. Ed. Trillas. México, D. F. P. 49-50.
29. Sorgo Forrajero para norte de Sinaloa. INIA. SAG. Culiacán, Sin. Circular C.I.A.S. No. 36 P: 16.
30. 1983. Forraje Reserch in Texas The agricultural Experiment Station. The Texas a % M University System, College Station, Texas. P. 72-73.
31. 1982. Ciclos de Cultivos Diagramas de las principales vegetales con las cuales se afectan Investigación Agrícola en México, SARH-INIA P. 84-85.
32. 1984. Manual de Agricultura preparado por el Depto de Agricultura de Iowa State University. C.E.C.S.A. Mexico, D.F. Pag. 575.



APENDICE

CUADRO 9: ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE EN SORGO FORRAJERO EN LABRANZA CONVENCIONAL.

FUENTE	G.L	S.C	M.C.	F CAL.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	738.75	67.15	6.127*	2.08	2.82
BLOQUES	3	217.06	72.35	6.60 *	2.98	4.42
ERROR	33	361.70	10.96			
TOTAL:	47	1317.51				

\* SIGNIFICATIVO (F 0.01)

C.V. = 21.69%

CUADRO 10: ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN SORGO FORRAJERO EN LABRANZA CONVENCIONAL.

FUENTE	G.L	S.C	M.C.	F CAL.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	382.68	34.78	7.48**	2.08	2.82
BLOQUES	3	75.82	25.27	5.43**	2.88	4.42
ERROR	33	153.73	4.65			
TOTAL:	47	612.23				

\* SIGNIFICATIVO (F 0.01)

C.V. = 22.32



CUADRO 11: ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE FORRAJE VERDE DE SORGO FORRAJERO EN LABRANZA MINIMA.

FUENTE	G.L	S.C	M.C.	F. CAL	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTOS	11	935.66	85.06	2.75*	2.08	2.82
BLOQUES	3	137.03	45.67	1.47 NS	2.88	4.42
ERROR	33	1020.86	30.93			
TOTAL:	47	2093.55				

\* SIGNIFICANCIA (F 0.05)

C.V. = 43.72%

NS = NO SIGNIFICATIVO ( F 0.01)

CUADRO 12: ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO DE FORRAJE SECO EN SORGO FORRAJERO EN LABRANZA MINIMA

FUENTE	G.L	S.C.	M.C.	F.CAL	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	248.1	22.55	2.078 NS	2.08	2.82
BLOQUES	3	54.51	18.17	7.32 **	2.88	4.42
ERROR	33	357.97	10.85			
TOTAL	47	660.58				

NS = NO SIGNIFICATIVO F (0.05)

\* SIGNIFICATIVO ( 0.05 )

CUADRO 13: ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA A LOS 35 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA EN LABRANZA CONVENCIONAL.

FUENTE	G.L	S.C.	M.C.	F CAL	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	4201.23	381.93	1.164 NS	2.08	2.82
BLOQUES	3	3829.56	1276.52	3.892 *	2.88	4.42
ERROR	33	10823.19	327.97			
TOTAL:	47	18853.98				

NS = NO SIGNIFICATIVO (F 0.05)

C.V. = 18.20 %

\* = SIGNIFICATIVO (F 0.05)

CUADRO 14: ANALISIS DE VARIANZA PARA LATURA DE PLANTA A LOS 55 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA EN LABRANZA CONVENCIONAL.

FUENTE	G.L	S.C.	M.C.	F CAL	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	8201.56	745.60	1.233 NS	2.08	2.82
BLOQUES	3	5914.06	1971.35	3.262 *	2.88	4.42
ERROR	33	19942.19	604.31			
TOTAL	47	34057.81				

NS = NO SIGNIFICATIVO (F 0.01)

\* SIGNIFICATIVO (F 0.05)



CUADRO 15: ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA FINAL ( 90 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA) EN LABRANZA CONVENCIONAL.

FUENTE	G.L	S.C.	M.C.	F CAL	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	11625.0	1056.82	3.201**	2.08	2.82
BLOQUES	3	6408.3	2136.10	6.47 **	2.88	4.42
ERROR	33	10891.7	330.05			
TOTAL	47	28925.0				

\* SIGNIFICATIVO ( F 0.05)

C.V. = 11.44 %

CUADRO 16: ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 35 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA EN LABRANA MINIMA

FUENTE	G.L	S.C.	M.C.	F CAL	F.0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	9427.23	857.02	4.428**	2.08	2.82
BLOQUES	3	3302.55	1100.85	5.68 **	2.88	4.42
ERROR	33	6386.7	193.54			
TOTAL	47	19116.48				

\* SIGNIFICATIVO (F 0.01)

C.V. = 18.09 %

CUADRO 17:

ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA A LOS 50 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA EN LABRANZA MINIMA

FUENTE	G.L	S.C.	M.C.	F CAL.	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	18125.0	1647.72	2.619*	2.08	2.82
BLOQUES	3	3041.67	1013.89	1.612 NS	2.88	4.42
ERROR	33	20758.33	629.09			
TOTAL	47	41925.0				

\* SIGNIFICATIVO (F 0.05)

C.V. = 22.54%

NS = NO SIGNIFICATIVO (F 0.01)

CUADRO 18:

ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DE PLANTA FINAL (90 DIAS DESPUES DE LA SIEMBRA) EN LABRANZA MINIMA

FUENTE	G.L	S.C.	M.C.	F CAL	F 0.05	F 0.01
TRATAMIENTO	11	31991.7	2908.34	2.893**	2.08	2.82
BLOQUES	3	7425.0	2475.0	2.462NS	2.88	4.42
ERROR	33	33175.0	1005.30			
TOTAL	47	72591.7				

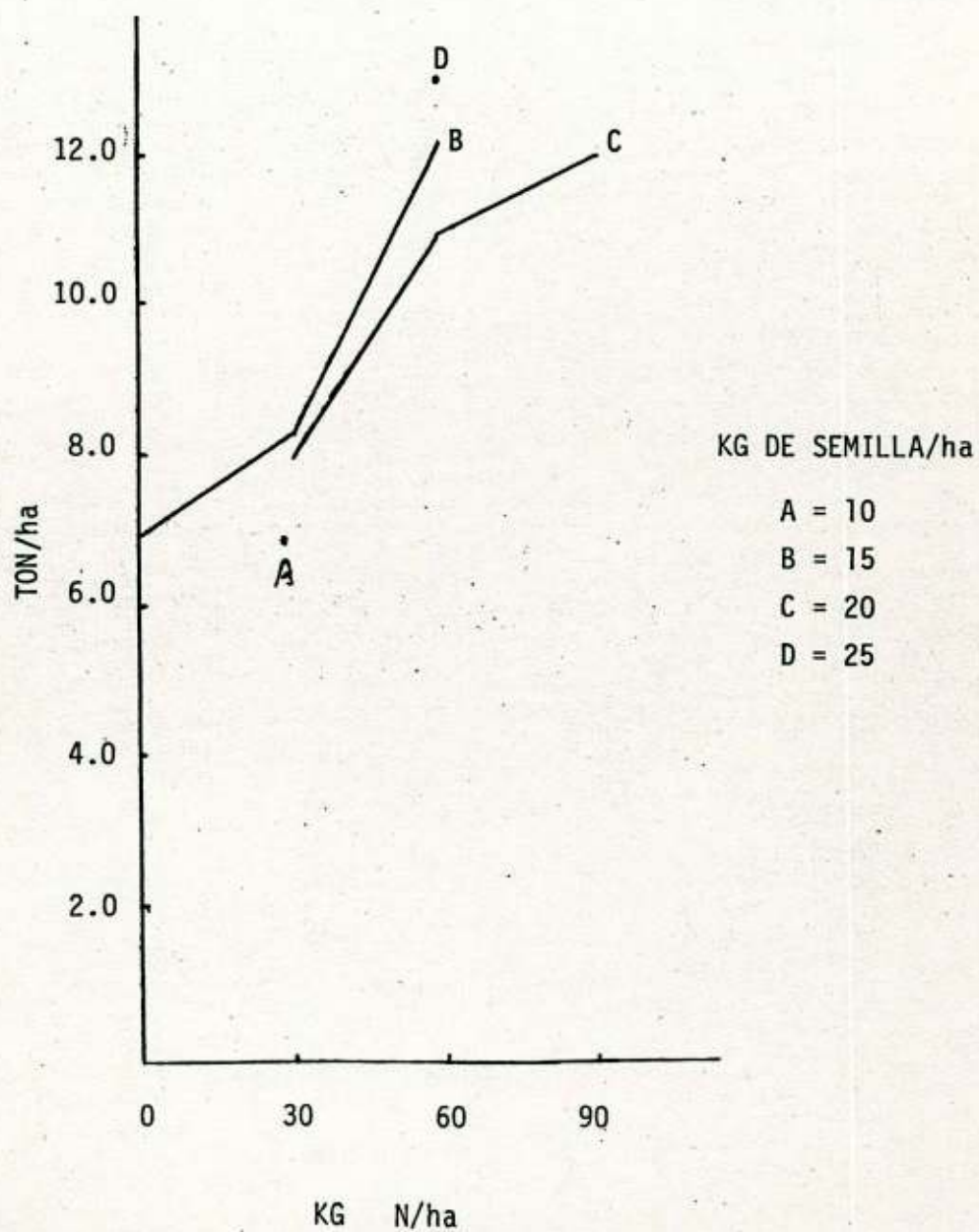
\* SIGNIFICATIVO (F 0.05)

C.V. = 21.93 %

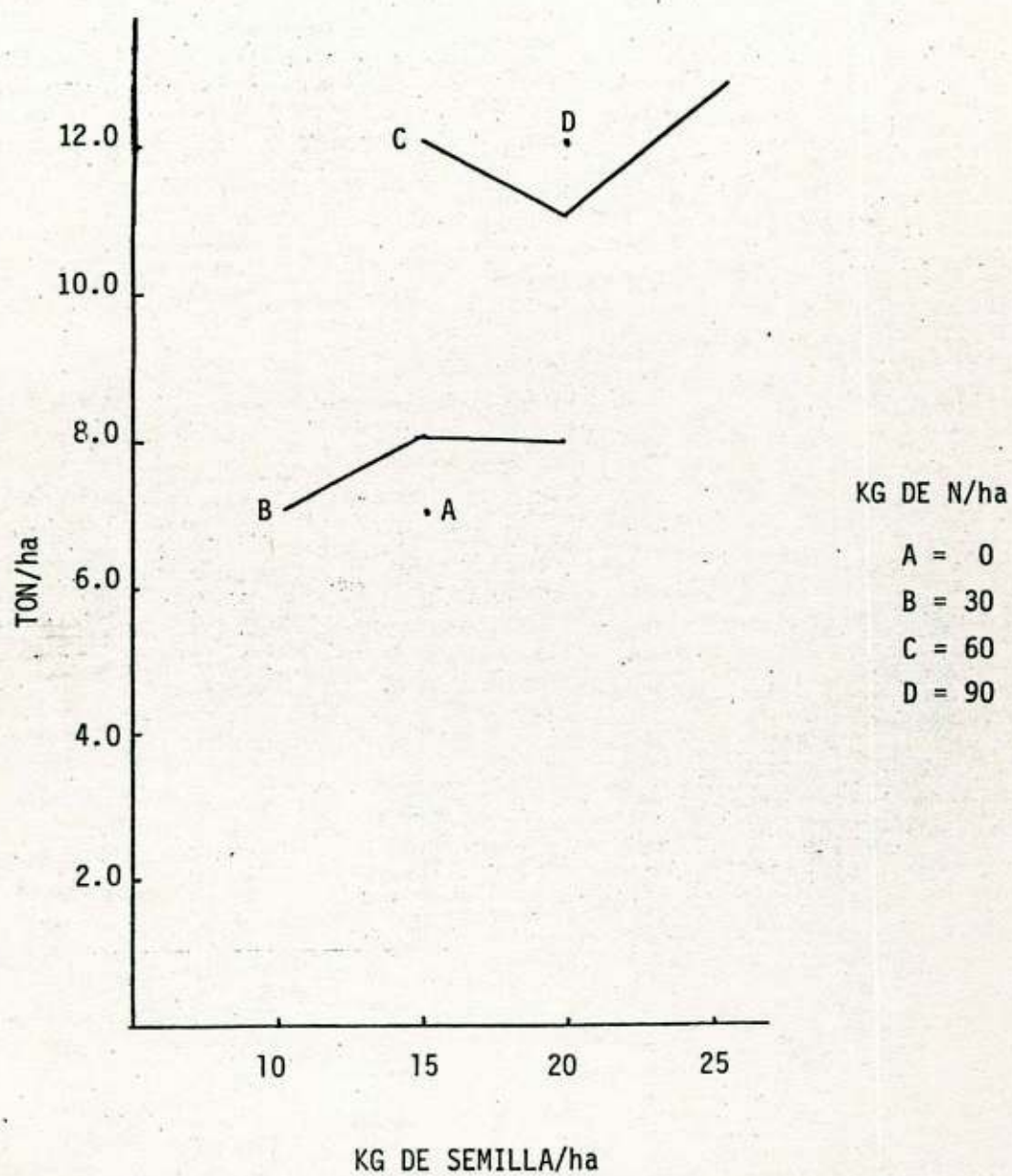
NS = NO SIGNIFICATIVO (F 0.05)



**FIGURA4:** CURVAS DE RESPUESTA DE SORGO FORRAJERO EN PRODUCCION DE FORRAJE SECO A FERTILIZACION NITROGENADA EN EL SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL.

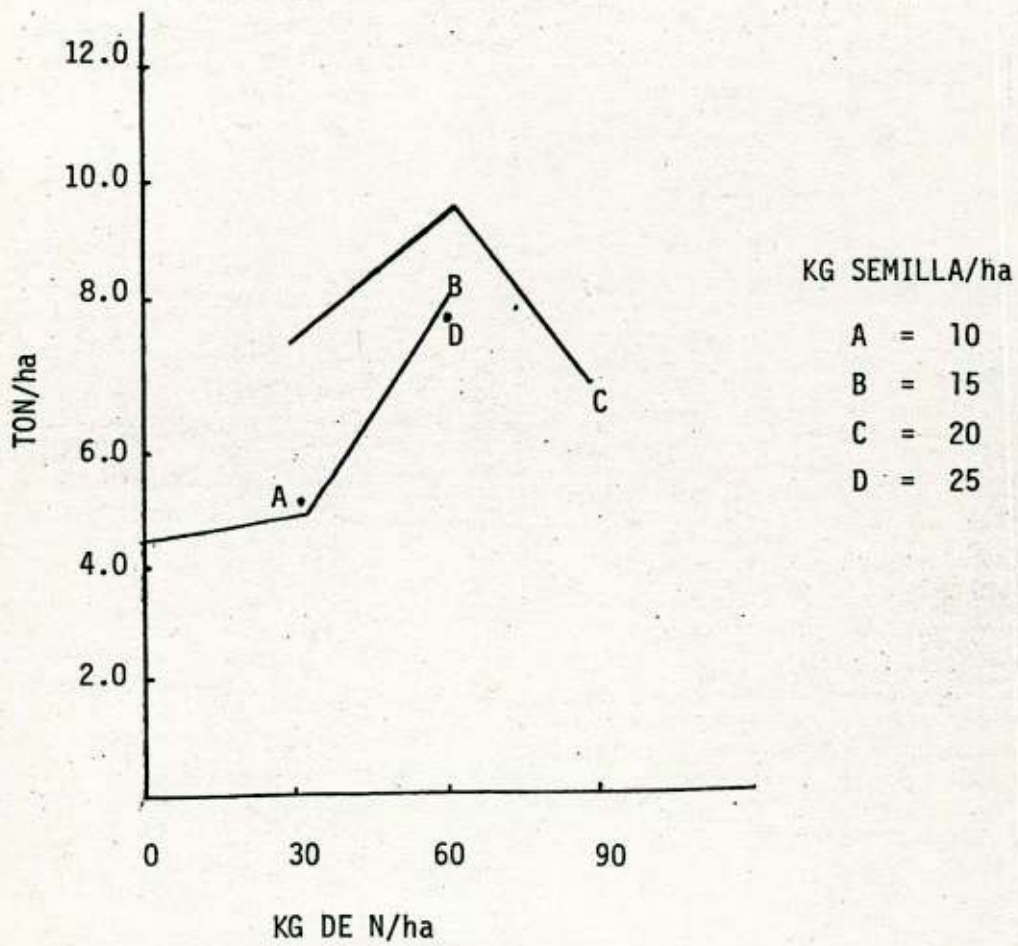


**FIGURA 5:** RESPUESTA DE SORGO FORRAJERO EN PRODUCCION DE FORRAJE SECO AL AUMENTO DE DENSIDAD DE PLANTAS BAJO EL SISTEMA DE LABRANZA CONVENCIONAL.





**FIGURA 6:** CURVAS DE RESPUESTA A FERTILIZACION NITROGENADA DE SORGO FORRAJERO BAJO EL SISTEMA DE LABRANZA MINIMA



**FIGURA 7:** RESPUESTA DE SORGO FORRAJERO EN PRODUCCION DE FORRAJE SECO AL AUMENTO DE DENSIDAD DE PLANTAS BAJO EL SISTEMA DE LABRANZA MINIMA.

