

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EFFECTO DEL NITRÓGENO EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD
DE MATERIA SECA EN GIRASOL EN SURCOS ESTRECHOS**

POR

GAMALIEL JIMÉNEZ CRUZ

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. GAMALIEL JIMÉNEZ CRUZ ELABORADA BAJO LA
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR EL GRADO DE:

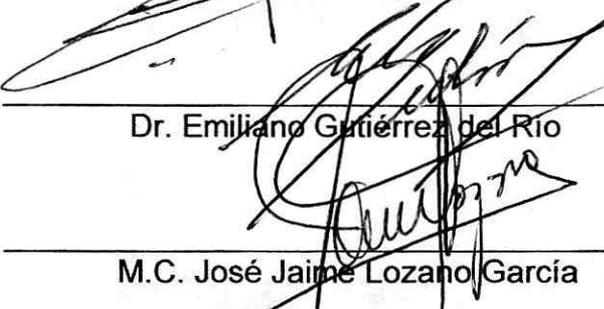
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

Asesor principal:


M.C. Armando Espinoza Banda

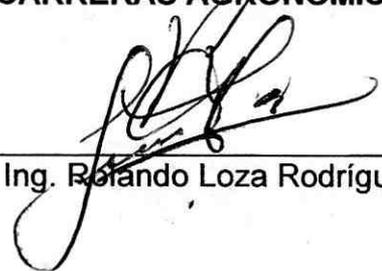
Asesor:


Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

Asesor:


M.C. José Jaime Lozano García

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE
CARRERAS AGRONÓMICAS**


Ing. Rolando Loza Rodríguez



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
TIAAAN UL

Torreón, Coahuila.

Diciembre de 2002

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

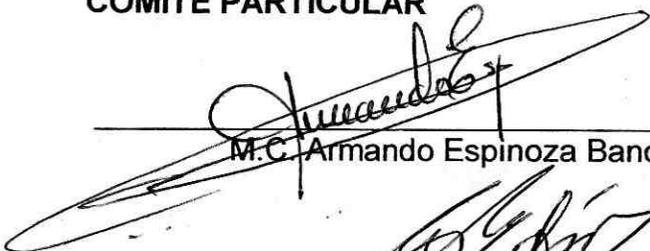
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. GAMALIEL JIMÉNEZ CRUZ QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

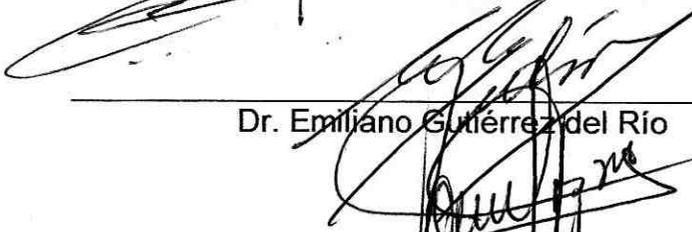
INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

Presidente:


M.C. Armando Espinoza Banda

Vocal:


Dr. Emiliano Gutiérrez del Río

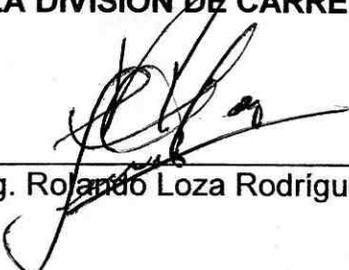
Vocal:

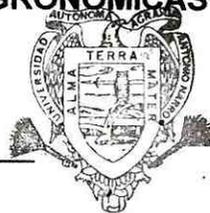

M.C. Jaime Lozano García

Vocal suplente:


Dr. Arturo Patomo Gil

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS


Ing. Rolando Loza Rodríguez



COORDINACION DE LA DIVISION
DE CARRERAS AGRONOMICAS
UNIDAD LAGUNA

Torreón, Coah.

Diciembre de 2002

AGRADECIMIENTOS

A dios, a quien le doy gracias por la vida, por la salud, por haberme permitido terminar mi carrera. También te doy gracias a ti virgen de Guadalupe por tu guía y tu presencia en cada día de mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme brindado la oportunidad de realizar y concluir mi carrera.

Al Mc. Armando Espinoza Banda por su gran confianza depositado para realizar este trabajo, por haberme asesorado en el desarrollo de mi tesis, por su amistad y apoyo.

Al Ing . Juan Flores Rodríguez por su gran apoyo y amistad.

A los Ingenieros que de alguna manera colaboraron en mi formación como estudiante dentro de la universidad.

DEDICATORIAS

A mis padres **FELICIANO JIMÉNEZ MENDEZ** y Sra. **AIDÉ CRUZ FUENTES**, dedico este trabajo con mucho amor y cariño por haberme guiado correctamente por los difíciles caminos de la vida y por haberme brindado la oportunidad de superarme.

A mis hermanos: **JUVENALIA, FELICIANO, MARICELA** y **AIDÉ** por ser los seres con quien he convivido parte de mi vida y con los cuales he compartido las alegrías y tristezas. gracias por sus apoyos y confianza para seguir adelante.

A mi esposa: **HORTENCIA** que con su amor y apoyo supo darme energía y me alentó siempre para salir adelante y superar los momentos difíciles.

A mi hija: **MELISSA JIMÉNEZ ANTONIO** quién doy gracias por tenerla con nosotros y a quien dedico este trabajo.

A la familia: **MALDONADO CRUZ** por su amistad y cariño que me han brindado en mi vida, con aprecio para ellos.

A la familia **ANTONIO CRUZ** por su amistad, apoyo y sus consejos que siempre me brindaron.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron en mi formación profesional y en la realización de este trabajo y que involuntariamente han quedado omitidas pero nunca serán olvidadas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
I.INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Origen y distribución del cultivo.....	5
Importancia.....	5
Descripción y clasificación taxonómica.....	6
Requerimientos climáticos y edáficos.....	7
Manejo del cultivo.....	8
Siembra.....	8
Fertilización.....	11
Potencial forrajero.....	16
Riego.....	22
III. MATERIALES Y METODOS.....	23
Localización del sitio experimental.....	23
Material genético.....	23
Siembra.....	23
Riego.....	24
Fertilización.....	24
Labores culturales.....	24
Tratamientos.....	24
Muestreos.....	25
Altura de planta.....	25
Diámetro de capítulo.....	25
Número de hojas.....	26
Área foliar.....	26
Materia seca.....	26
Diseño experimental.....	26
Análisis de varianza.....	27
Modelo de regresión.....	27
Análisis de suelo.....	28
Análisis de nitrógeno en planta.....	28

Proteína cruda.	28
IV. RESULTADOS	29
V. DISCUSIÓN	38
VI. CONCLUSIONES	42
VII. SUGERENCIA	44
VIII. RESUMEN	45
IX. LITERATURA CITADA	47
X. APÉNDICE	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°		Página
3.1	Distribución y lámina de riego.	24
3.2	Dosis de nitrógeno aplicado.	25
3.3	Muestreos realizados.	25
3.4	Análisis de varianza.	27
3.5	Análisis de suelo.	28
4.1	Concentración de significancia para todas las variables. .	29
4.2	Valores medios de las características agronómicas evaluadas en girasol.	32
4.3	Efecto medio del nitrógeno en la materia seca total y sus componentes en tres muestreos.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°		Página
4.1	Efecto del nitrógeno en el porcentaje de proteína cruda en los componentes de materia seca; de hoja, tallo y capítulo en tres muestreos.	35
4.2	Respuesta del porcentaje de proteína cruda a tres niveles de nitrógeno en tres muestreos.	37

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad se considera a la Comarca Lagunera como una de las cuencas lecheras más importante en el ámbito nacional. La existencia de aproximadamente 196 mil cabezas de ganado bovino lechero con una producción de 1.6 millones de leche diarios, además de la presencia de 19.5 mil caprinos marcan su relevancia en la economía regional y nacional de este sector (Sagarpa, 2001). La magnitud de este sistema de producción de acuerdo a las tendencias de los incrementos inventarios de 3.9 y 8 por ciento de 1997 a 1998 y de 13.5 por ciento al 2001 para bovino caprino, plantean la necesidad actual de plantear estrategias concernientes a la producción de forrajes para su manutención. Actualmente se dedican un promedio de 67 mil hectáreas de cultivos forrajeros, donde la alfalfa, maíz, sorgo, avena y zacate ballico forman parte del patrón forrajero. En orden de importancia la alfalfa representa la principal fuente de abasto de forrajes, se dedican a este cultivo hasta el 85 por ciento (2001) de la superficie designada a este concepto y donde entre el 75 y 84 por ciento se irriga con agua de subsuelo (Sagarpa, 2001). Si se considera que la alfalfa requiere de grandes volúmenes de agua y las condiciones actuales del acuífero lagunero, donde el abatimiento real alcanza hasta 2.7 m por año. La escasez de agua, los bajos rendimientos, los altos usos consuntivos de alfalfa, el abatimiento

friático plantean la estrategia de elevar rendimientos haciendo un uso eficiente de los recursos. Esto plantea la necesidad de impulsar la siembra de cultivos anuales forrajeros, que hagan uso mas eficiente del agua por unidad de materia seca producida, con el propósito de disponer de alimento durante el periodo invernal, que es cuando la producción de alfalfa disminuye. Del patrón forrajero, en la Comarca Lagunera, el maíz y sorgo ocupan después de la alfalfa un lugar importante ya que se estima que se siembran de 10.5 mil hectáreas por año. Esta superficie se incrementó en el 2000 a mas 26 mil hectáreas por año de ambos cultivos (Sagarpa, 2001). Una parte importante de la producción de éstos cultivos se destina para ensilaje en el periodo invernal. Los cultivos alternativos representan una opción en la producción de forraje. Los resultados experimentales han demostrado que el cultivo del girasol representa una alternativa viable en la producción de forraje (Robles 1978; Salinas 1976; Watsón 1983 y Farias 1984). Obtienen rendimientos similares al maíz y sorgo, y por el número de riegos, utiliza menos agua, que ambos cultivos. Los arreglos de siembra han demostrado ser útiles en incrementar los rendimientos por unidad de superficie (Covarrubias 2000; Vega 2000; Espinoza *et al.* 2000), eficientando los recursos agua, suelo e insumos (Ávila 1994; Vázquez 1995).

El nitrógeno está compuesto enteramente por un 16 por ciento de proteínas. El nitrógeno se encuentra en la atmósfera con una cantidad aproximada del 80 por ciento en forma de gas (Arrend, 1988). El nitrógeno es el elemento que mayor cantidad absorben las plantas, es de vital importancia en la nutrición, aumenta el contenido de proteínas en los cultivos de granos y

forrajes, participa en la floración y fructificación y es un elemento móvil. Las formas de nitrógeno que son asimilables para las plantas son: los nitratos, amonio y urea (Rodríguez, 1982). El nitrógeno es un componente importante en el manejo de cultivos para incrementar la producción y calidad de materia seca; la adición de N_2 , juega un papel relevante en el metabolismo de la formación de aminoácidos, proteínas y ácido nucleico. Cuando hay suficiente cantidad de nitrógeno repercute en: mayor cantidad de clorofila, mayor asimilación. El nitrógeno promueve un crecimiento rápido como tallos, hojas y frutos (León, 1991). La mayor absorción de nitrógeno en girasol, se realiza entre los 30 y 35 días que preceden a la floración, durante la etapa de gran crecimiento absorbiendo aproximadamente el 75 por ciento del N_2 total (Orioli *et al.*, 1977). Una deficiencia de N_2 limita la división y expansión celular, desarrollo de cloroplastos, concentración de clorofila y actividad enzimática. Los síntomas de deficiencia incluyen amarillamiento y falta de crecimiento, particularmente en las partes más viejas de la planta. La reducción de crecimiento en la planta provoca acumulación de azúcares y en algunas especies, causa una decoloración púrpura en los tejidos basales debido a la formación de antocianinas. En resumen el nitrógeno es el nutriente más limitante de la producción de los cultivos, pues una deficiencia, causa una reducción en la producción de materia seca (Gardner *et al.*, 1990).

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción y calidad de materia seca con un genotipo de girasol de ciclo tardío y utilizando un sistema de siembra de surcos estrechos.

OBJETIVO

Evaluar el efecto del nitrógeno en la producción y calidad de materia seca, en surcos estrechos en girasol.

HIPÓTESIS

Es factible incrementar la producción de materia seca total y sus componentes y calidad de forraje con la adición de nitrógeno.

META

Incrementar la producción de materia seca hasta 12 ton ha⁻¹ y proteína digestible del forraje al menos en un 25 por ciento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Origen y distribución del cultivo

El girasol es originario de la parte norte y occidental de México, la zona árida del medio oeste de los Estados Unidos hasta Canadá. En México se le encuentra en los estados de Durango, Chihuahua, Jalisco, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis Potosí, Coahuila, Zacatecas y Guanajuato. El girasol representa una alternativa para zonas semiáridas por contar con resistencia a sequía y bajas temperaturas (Robles, 1978).

El girasol se adapta a diferentes ambientes y es una opción como fuente de materias primas para la producción de aceites vegetales. Es además promisorio para alimentación animal debido a su alta producción de forraje (7.1 a 9.2 ton/ha. de materia seca) con más del 19 por ciento de proteína, de tal forma que su composición nutricional es similar a la del sorgo y maíz (Cabrera y San José, 1987).

Importancia

Como forraje el girasol tiene ventajas, ya que produce buena cantidad de forraje/ha, y de calidad semejante a maíz y sorgo. El ganado

vacuno consume el forraje de girasol, manteniéndose estable la producción de leche, si es ganado para carne la conversión de forraje a carne es buena (Rodríguez, 1977).

El norte de México forma parte del centro de origen y diversificación del girasol. Esto significa que este cultivo podría tener mayores ventajas agroecológicas que todos los demás cultivos que se siembran en esta zona. Pero también en esta zona, en las áreas de agricultura de temporal, la causa principal de bajos rendimientos ó pérdida total en la producción de girasol para grano es la sequía, por ello se ha señalado la necesidad de mejorarlo genéticamente para condiciones de temporal (Gallegos 1978; Ortegón 1982).

Descripción y clasificación Taxonómica

Descripción.

El girasol es una planta anual conocida como hierba del sol, mirasol, etc., que se cultiva en gran escala para la obtención de semilla por su cantidad de grasas y en menor proporción como forrajera, a pesar de su notable rendimiento económico. Es una planta que requiere de una buena aportación de fertilizantes nitrogenados, fosforicos y potasicos, y si es sembrado tempranamente puede obtenerse dos cortes abundantes de forrajes. Su contenido químico medio antes de entrar a floración y en estado verde, da los porcentajes siguientes: agua 78-80, proteína digestible 21-24, grasas 0.9-1.1, fibras 6.8-7.1, cenizas 1.8- 2.1 (Juscafresa, 1974).

Clasificación Taxonómica

Los numerosos tipos de girasol actualmente cultivados o silvestres en todo el mundo se han clasificado como pertenecientes al género *Helianthus*, especie *annuus*. Por tanto, la identificación botánica dada por los nombres de género y especie del girasol es: *Helianthus annuus*.

Orden: Synandrales

Familia: Compositae

Subfamilia: Tubulis florae

Tribu: Helianthae

Género: *Helianthus*

Especie: *annuus*

El girasol recibe esta nominación por su característica botánica singular de girar la inflorescencia hacia la trayectoria del sol (Etimológicamente *Helianthus* deriva del griego helio = sol y anthus = flor y *Annuus* anual) (Robles, 1978).

Requerimientos climáticos y edáficos

Las condiciones ecológicas óptimas para el girasol son: precipitación pluvial de 400- 500 mm, distribuidos en el ciclo vegetativo, altitud de 0 – 1000 msnm y baja humedad relativa, regiones templadas o cálidas, fotoperiodo alrededor de 12 – 14 horas luz, suelos tipo migajón arcilloso o migajón arenoso perfectamente bien nivelados para tener un buen

manejo del agua del riego, o bien en regiones de temporal para que no se tenga problemas con encharcamiento en las partes bajas del terreno o falta de humedad en las partes altas del mismo (Robles, 1980).

Manejo del cultivo

Paccuci y Martignano (1975), indicaron que los cultivares de girasol de porte bajo requieren altas densidades de población y espacios angostos entre surcos, para una máxima producción de grano en comparación con los tipos convencionales. Los híbridos de girasol con altura convencional y los de porte bajo, tienen respuesta similar a diferentes densidades de población cuando se establecen a la distancia tradicional de 0.76 m entre surcos.

Siembra

Alessi *et al.* (1977) y Radford (1978), reportaron incremento en la producción de girasol con la reducción en el ancho de surco de 0.90 m a 0.30 m y de 1.08 m a 0.36 m, respectivamente.

Robles (1985) recomienda que el girasol se siembre preferentemente, a una distancia de 70 cm entre surcos y de 10 cm entre plantas, lo que hará que los tallos queden delgados, suculentos y con poca fibra lo que hace que el forraje sea mas palatable para el ganado, esto se logra cosechando el girasol forrajero cuando esté en plena floración.

Gardner *et al.* (1990) comentan que los cultivos más eficientes tienden, en las etapas tempranas del crecimiento a invertir en expansión del área foliar, lo cual resulta en un uso mas eficiente de la radiación solar. Afirma que muchas prácticas agronómicas, tales como fertilización, altas densidades de plantas y arreglos de siembra para una mejor distribución espacial de las plantas (surcos angostos), se utilizan para acelerar la cubierta vegetal e incrementar la intercepción de luz.

Gubbels y Dedio (1990) sugieren altas densidades de población y espacios angostos entre surcos, para maximizar el potencial de producción en los cultivares de maduración precoz. Así mismo mencionan que generalmente la altura de planta se incrementa con la densidad de plantas.

Michel (1990), estudió el efecto del distanciamiento entre plantas, a una sola distancia entre surcos (81 cm), sobre el rendimiento del girasol encontrándose que el área foliar, diámetro de capitulo y el contenido de proteína aumentaron conforme se incrementó la distancia entre plantas.

Con la densidad de plantas, el girasol parece tener flexibilidad en respuesta a los diferentes arreglos de surcos. Los efectos de competencia son por altas densidades de plantas compitiendo por agua, nutrientes y luz, influyendo éstos en la reducción del diámetro del capítulo (Zaffaroni y Snhneither, 1991).

Espinoza *et al.* (1997), reportó que la materia seca por planta o por unidad de superficie decrece conforme la distancia entre hileras se reduce, en contraste incrementa su producción cuando las distancias de surcos y planta son mas equidistantes (0.38m) y se supone que existe menor competencia y mayor intercepción de luz (Gardner *et al.*, 1990; Zaffaroni *et al.*, 1990).

Los arreglos de siembra son una opción para incrementar el rendimiento de materia seca por unidad de superficie, pues permite aumentar la densidad de población con un diseño adecuado de siembra, que permita aprovechar al máximo los recursos luz, suelo fertilizante y principalmente el recurso agua (Espinoza, 2000).

El girasol tiene respuesta diferente a los patrones de siembra pero a medida que las distancias entre surcos y plantas son mas equidistantes, se incrementa la materia seca (Espinoza, 2000).

Espinoza (2000), menciona que el método de siembra en combinación con la densidad de planta influye desde un principio en la cantidad de materia seca acumulada por el cultivo, observándose que la acumulación de peso seco finalizó a los 73 días después de la siembra, etapa que coincide con la finalización del periodo de floración, siendo atribuida la acumulación de materia seca a la densidad de población más que a la equidistancia entre planta.

Espinoza (2000), afirma que los surcos estrechos en girasol incrementan hasta el 25 por ciento la producción de materia seca con adición de 60 unidades de nitrógeno.

Los resultados experimentales de 1997-99, indicaron que modificar el sistema de siembra y la utilización de genotipos mas compactos de girasol, incrementan la producción de materia seca hasta en un 56.4 por ciento con respecto al manejo tradicional (Espinoza, 2000).

Fertilización

Leyva (1973) señaló que deben aplicarse 60 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo por ha, al momento de la siembra en zonas de temporal con más de 500 mm de precipitación.

Robinson (1973) señaló que el nitrógeno es el elemento que mas afecta los rendimientos de girasol, además asevera que las dosis altas de nitrógeno reducen el porcentaje de aceite y aumentan el contenido de nitrógeno

Pérez (1976)citado por Robles, reportó que con 80 kg de nitrógeno y 40 kg de fósforo por ha, se obtienen mejores rendimientos de grano, si se aplica la mitad del nitrógeno y todo el fósforo durante la siembra y el resto del nitrógeno al realizarse el primer cultivo.

En regiones donde la precipitación es menor de 500 mm, se sugiere aplicar la dosis de 40-40-00 utilizando la mitad de nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra, si la humedad del suelo es alta, deberá añadirse el resto del nitrógeno durante el primer cultivo (Gallegos, 1977).

En España se realizan aplicaciones de hasta 200 unidades de nitrógeno en la producción de forraje con buenos resultados (Luna 1983).

Steer y Hocking (1983), establecieron que el nivel de producción de hojas se incrementó con aumentos en la aplicación de nitrógeno.

Robles (1985), señaló que la dosis óptima de fertilización va a ser según la región, sin embargo en forma muy general, se puede decir que con 80-80-00 ó con 120-80-00 unidades por hectárea, se obtienen buenas respuestas en la producción de grano ó de forraje.

La falta de nitrógeno es una de las causas más comunes que limitan los rendimientos del girasol. El nitrógeno es necesario principalmente para el crecimiento de la planta y la diferenciación y desarrollo de sus órganos. La planta necesita disponer de casi todo el nitrógeno que va a consumir antes de la floración. El nitrógeno, transformado por la planta en compuestos orgánicos, se acumula al principio en los tallos y hojas para pasar después, en gran parte a las semillas. Una buena nutrición nitrogenada promueve un buen desarrollo foliar antes de la floración y el mantenimiento de la actividad

fotosintética de las hojas después de la floración, así como la redistribución de los compuestos nitrogenados de la planta hacia las semillas (Alba, 1990).

El mismo autor señaló, que una carencia de nitrógeno, en primer lugar retrasa y reduce el crecimiento de la planta. El síntoma mas normal es una clorosis general que puede aparecer en cualquier fase del desarrollo. La clorosis se presenta igualmente en las hojas jóvenes que en las viejas. Las hojas mas viejas pueden aparecer necróticas en estados mas avanzados de carencia. Un exceso de nitrógeno puede también reducir el contenido de aceite en la semilla, pero en cambio puede incrementar el contenido proteico.

Arkel, (1978) reportó que el nitrógeno tuvo un efecto altamente significativo en la materia seca de hoja, materia seca de tallo, materia seca de capítulo y materia seca total. Así mismo Gardner et al. (1990) observó que con la adición de nitrógeno promovió una mayor producción de MST y de los tres componentes.

El nitrógeno es el elemento más abundante en la materia orgánica. Es componente de innumerables compuestos orgánicos en la planta (ácidos nucleicos, proteínas, pigmentos, etc.), su deficiencia es la más conocida, sus síntomas son la clorosis generalizada, plantas poco desarrolladas, aceleración de los estados fenológicos, etc. La deficiencia de nitrógeno afectará directamente a la fotosíntesis ya que es componente esencial de la clorofila, su deficiencia colapsa a los cloroplastos, afectándose la

fotosíntesis, todos los procesos metabólicos que se deriven de ella, también serán afectados (Saumell, 1990).

El contenido de nitrógeno en los suelos está íntimamente relacionado con su fertilidad. La mayor parte de N_2 se encuentra en los suelos en forma orgánica. El nitrógeno se puede encontrar en las hojas de las plantas donde se localiza como aminoácido y por translocamiento se pueden encontrar en las raíces (León, 1991).

El mismo autor señala que el N_2 , provoca el desarrollo rápido de los cultivos y tienen gran influencia en el crecimiento y fructificación de las plantas, promoviendo el crecimiento de tallos, hojas y frutos. Así mismo determina el crecimiento reproductivo de las plantas por lo que es absorbido, durante las primeras etapas del ciclo vegetativo y almacenado en los tejidos meristemáticos por su translocación posterior.

Escalante (1992, 1995), encontró que la producción de biomasa en girasol se incrementa en respuesta al nitrógeno

El N esencial para la composición de las proteínas que constituyen los tejidos y órganos de los seres vivos; sin embargo, el hombre y los animales no lo pueden asimilar directamente del aire. El nitrógeno está compuesto enteramente por un 16 por ciento de proteína, se encuentra en la atmósfera con una cantidad aproximada del 80 por ciento en forma de gas; la molécula N_2 está formada por dos átomos de nitrógeno. Es un elemento móvil

asimilable en donde los vegetales absorben el nitrógeno en sus formas solubles como son: nitratos, amonio y otros compuestos nitrogenados solubles (Rodríguez, 1996).

El mismo autor, señala que el nitrógeno es el elemento que mayor cantidad absorben las plantas, es de vital importancia en la nutrición. Aumenta el contenido de proteínas en los cultivos de grano y forrajes, participa en la floración y fructificación.

En general se ha observado que el sistema de siembra de surcos estrechos a 0.38, ha sido significativamente superior al sistema de surcos normales a 0.76 m. (Zaffaroni, and Schneiter, 1989; Donald y Randal, 1999). En la materia seca del tallo, el efecto del sistema de surcos estrechos con la adicción de nitrógeno produjo mas del doble respecto al sistema tradicional con 60 unidades de nitrógeno se duplicó la producción de materia seca de tallo, y con 60 unidades adicionales (120) solo se incrementaron en dos toneladas aproximadamente.

En la UAAAN-UL, se evaluó el efecto de la fertilización nitrogenada en la producción de materia seca en sistemas de surcos normales y estrechos, en dos genotipos contrastantes de girasol. Los tratamientos consistieron en dos sistemas de siembras, dos genotipos y tres niveles de nitrógeno. Los sistemas de siembra fueron, surcos estrechos a 0.38 m. entre hileras y el tradicional en surco sencillo separados a 0.76 m. Los cultivares Iregi-Csikos de porte normal y de ciclo intermedio y SANE, de porte enano.

Los niveles de nitrógeno fueron 0, 60 y 120 unidades resultando 16 tratamientos. A los 60 y 77 días después de la siembra, la materia seca de tallo y materia seca total se incrementó con el nivel del nitrógeno y con el sistema de surcos estrechos (Espinoza, *et al.* 2000).

Aún cuando el sistema de surcos estrechos, supera en general al sistema de surcos normales (Espinoza *et al.* 2000), mantiene cierto paralelismo en la producción de materia seca de los componentes, hasta las 60 unidades de nitrógeno, después del cual el sistema A2 (0.38 m), mantiene ó declina su producción al incrementarse la dosis de N a 120 unidades. Caso contrario se observó con el sistema A1(0.76 m) , donde la producción de materia seca se incrementó a más del doble con la adición de nitrógeno.

Olalde *et al.* (2000), encontró buena respuesta a la aplicación de 20 gramos por m² de nitrógeno observándose incrementos en el número de hojas, índice de área foliar y materia seca donde la mayor acumulación de biomasa ocurrió en el tallo, seguido del capítulo, semilla y hoja de la planta al aumentar la población y aplicación de nitrógeno.

Potencial forrajero.

Mazzani (1963), reportó que en algunos países el girasol se cultiva ventajosamente como planta forrajera para ensilar, pues produce grandes cantidades de materia verde (50-70 ton/ha). También asegura que el uso de

la planta de girasol como forraje para ensilar, es ventajosa porque produce grandes cantidades de materia verde y de calidad, este ensilado es comparable con el de maíz.

Como planta forrajera puede cultivarse sola o asociada con maíz, por mejorar su apetecibilidad por parte del ganado; su digestibilidad depende del estado de desarrollo de la planta. El girasol es casi únicamente apetecible por el ganado bovino (Juscafresa, 1974).

Bauting (1975), evaluó variedades de girasol para producción de forraje y encontró que las variedades mas tardías (Record y Gar 104), fueron las mas productoras y que a mitad de floración todas las variedades tienen un alto contenido de agua (88-91 por ciento), y un rendimiento de materia seca de 7 a 10 ton/ha

El mismo autor señaló que generalmente se recomienda que el forraje de girasol sea cosechado en la floración, pero que el alto contenido de agua en este estado hace que probablemente no sea aceptado por los establos comerciales

Aguirre (1976), afirmó que la principal ventaja del girasol es la gran cantidad de forraje que puede producir en un tiempo corto, aproximadamente de 70 días.

Cuando el girasol es utilizado para forraje se corta entre 50 y 100 por ciento de floración, obteniéndose las máximas producciones de forraje y el nivel más alto de proteína. El análisis bromatológico para la etapa de 50 por ciento de floración, expresado en porcentaje de materia seca es: Proteína 10.1, fibra 26.7, extracto libre de nitrógeno 4, ceniza 14, grasa 2 (Salinas, 1976).

La época óptima para girasol forrajero corresponde a la fecha en que las plantas presentaron de un 40-50 por ciento de floración (Carriles, 1977).

En la primavera de 1977 en la Comarca Lagunera se evaluaron 10 variedades de girasol forrajero y se encontró que las variedades más productivas fueron la Tecmón - 51, la Peredovik y Vorodeshij con producciones de 10, 9.06 y 8.9 toneladas de forraje seco por hectárea , respectivamente, concluyendo que el girasol forrajero es una posible alternativa para la Comarca Lagunera (Rodríguez, 1977).

Se han llevado a cabo evaluaciones exploratorias sobre el potencial del girasol en la producción de forraje en la Comarca Lagunera, (Rodríguez, 1977; Farías, 1978; Farías, 1984; Gómez, 1984; Quiroga, 1984; Orona, 1987 y Espinoza, 1986), obteniéndose producciones de 10 a 14 toneladas de materia seca por hectárea con variedades provenientes de regiones agrícolas diferentes así mismo, los análisis bromatológicos indican una digestibilidad aceptable oscilando entre 55-70 por ciento.

Resultados similares se han encontrado en el Estado de Nuevo León, (Salinas, 1976; Carriles, 1977 y Robles, 1978), en EUA (Shingoethe *et al.*, 1980; Thomas *et al.*, 1982), y en España (Luna, 1983), por lo que se sugiere considerar a este cultivo como una alternativa para la Comarca Lagunera.

Farías (1978) y Gómez (1984), demostraron que el cultivo del girasol representa una alternativa viable en la producción de forraje, pues tiene rendimientos similares al maíz y sorgo, y utiliza menos agua, que ambos cultivos.

Si se desea el girasol para forraje, deberá cortarse momentos antes de finalizar la floración cosa que además de hacerlo mas digestible, permite obtener una buena calidad (Watson, 1983 y Baudilio, 1974).

En un estudio realizado para determinar la cantidad de horas que debe pasar en el sol el girasol para poder ser ensilado, se concluyó que deberá pasar aproximadamente de 24-36 horas después del corte (Quiroga, 1984).

Según Robles (1985), la población óptima para la producción de forraje es de alrededor de 100,000 a 120,000 plantas por hectárea.

Zaffaroni (1986), observó que el máximo total de la producción de materia seca por planta ocurre entre 90 y 100 días después de siembra.

Gómez (1989), citó que el girasol solo ó asociado con el maíz es un buen cultivo para ensilaje. En su trabajo afirma que la cosecha de girasol rinde más que la del maíz, pero el valor de su ensilaje tiene solamente de un 75-80 por ciento en relación al ensilaje del maíz.

Dentro de las alternativas para aumentar la producción se puede mencionar el mejoramiento genético, las labores culturales (arreglos topológicos, densidad de siembra, niveles de fertilidad, manejo adecuado de la humedad en el suelo) y los cultivos asociados. Por estos motivos se ha considerado conveniente investigar el maíz y el girasol en asociación, el primero usado tradicionalmente y el segundo como cultivo alternativo que además de producir aceite de excelente calidad puede utilizarse como planta forrajera y tolerante a sequía (Valenzuela, 1989).

El mismo autor señaló que el girasol puede cultivarse para la obtención de forraje, que se suministra al ganado, tanto en verde como ensilado. Las hojas constituyen la parte más nutritiva del girasol. La materia seca de las hojas contienen tanta proteína, materia grasa e hidratos de carbono como la alfalfa; sin embargo su contenido de celulosa es inferior. Por todo ello, el valor forrajero es superior al de la alfalfa.

Es un buen sustituto del maíz en zonas donde este no puede cultivarse por falta de agua; el girasol, como se sabe, tiene cierta resistencia a la sequía, pero el rendimiento depende del agua que se disponga y de la temperatura de la zona. Cultivado para forraje no necesita tanta agua ya que al segarse al inicio de la floración se evita el periodo de mayor requerimiento de agua que va desde la floración hasta la maduración de semillas (Espinoza, 1990).

González (1997), realizó un estudio comparativo sobre la calidad forrajera entre maíz, sorgo y girasol encontrando que el girasol presenta de un 9 a 10 % de proteína.

En el campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la FAZ-UJED, se evaluó la eficiencia relativa del terreno en girasol y maíz (*Zea mays* L.) para doble propósito. Se utilizaron dos materiales: maíz híbrido A- 791 y girasol variedad Iregi Csikos, ambos se establecieron en el sistema de asociación surco por especie en densidades diferentes y unicultivos para cada genotipo. En los resultados indicaron que se obtuvo mayor rendimiento de girasol asociado que en unicultivo, correspondiendo al tratamiento G80-M80 (Valenzuela, 1999).

El mismo autor observó que los rendimientos de maíz en asociación no fueron mas altos que en unicultivo. En el presente estudio se encontró que los mayores valores de producción de materia seca se obtuvieron a los

16 días después del fin de floración (84 días después de la siembra) en los tratamientos de asociación, a la densidad de 80 mil plantas por ha.

Espinoza (2001) considera al girasol como una opción forrajera para la Comarca Lagunera y que los surcos estrechos incrementan su producción de materia seca hasta en 25% con adiciones de 60 unidades de nitrógeno.

Riego

En una serie de trabajos diseñados para determinar la respuesta del girasol a diferentes niveles de humedad disponible en el suelo durante el ciclo se concluyó que el girasol se perfila con potencial para convertirse en una opción del patrón forrajero de la Comarca Lagunera, ya que es factible obtener rendimientos altos hasta con un solo riego de auxilio después del aniego a la siembra (Gómez, 1984).

III. MATERIALES Y METODOS

Localización Del sitio Experimental

El trabajo se desarrolló en el campo agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la Unidad Laguna en el ciclo primavera –verano 2001. La Comarca Lagunera está ubicada entre los paralelos al norte $25^{\circ} 42'$, al sur $24^{\circ} 18'$, al este $102^{\circ} 57'$, al oeste $103^{\circ}31'$ y una altitud a 1140 metros sobre el nivel del mar.

Material genético

Se utilizó el cultivar Iregi-csikos de polinización libre, porte normal y de ciclo tardío (70 días al corte).

Manejo agronómico

Siembra

La siembra se realizó el 26 de abril en surcos estrechos a 0.38 m entre hileras y 0.30 m entre plantas con una densidad de población de 87,719.26 plantas por hectárea.

Riego

Los riegos se realizaron de la forma como lo muestra el Cuadro 3.1.

Cuadro 3.1. Distribución y lámina de riego.

Riegos	Lámina	DDS
Presiembra	20 cm	
1°. Auxilio	15 cm	51
2°. Auxilio	15 cm	62

*DDS Días después de la siembra.

Fertilización

Se realizó una fertilización directa al suelo a base de nitrógeno con fertilizante granulado, utilizando como fuentes Urea (46% N) y Map (11-52-00).

Labores culturales

Se realizó el aclareo cuando las plantas alcanzaron una altura aproximada de 15 cm (19 y 20 junio). Se realizó una aplicación de herbicida para el control de malas hierbas (faena) a una dosis de 1.5 lt/ha; también se realizó una aplicación de insecticida (Decís) contra chicharritas, áfidos, trips, a una dosis de 1 lt/ha.

Tratamientos

Consistieron en tres niveles de nitrógeno, además del testigo sin nitrógeno aplicados en una sola etapa (Cuadro 3.2)

Cuadro 3.2 Dosis de nitrógeno aplicado

Tratamientos		
1	0	Unidades de nitrógeno (testigo)
2	60	Unidades de nitrógeno
3	120	Unidades de nitrógeno
4	180	Unidades de nitrógeno

Muestreos

Los muestreos se realizaron de la forma siguiente:

de cada unidad experimental, se tomaron muestras de tres plantas en competencia completa y se realizaron de acuerdo a las fechas que presenta el cuadro 3.3.

Cuadro 3.3. Muestreos realizados

Muestreos	Fecha	DDS
1º.	29 Junio	64
2º.	16 Julio	81
3º.	31 Julio	96

Variables evaluadas.

Altura de planta (AP), se midió desde la unión del tallo con el capítulo hasta la superficie del suelo, en cm.

Diámetro del capítulo (DC), se midió el ancho y se sacó el promedio, expresado en cm.

Número de hojas (NH), se cuantificó como el número de hojas promedio de tres plantas expresado en cm.

Área foliar (AFT m²), se cuantificó la hoja media de cada planta donde se midió el largo por ancho, posteriormente se ajustó con la fórmula: $AF = (L * A * 0.6683) - 2.45$ y se multiplicó por el número total promedio de hojas.

Materia seca (ton/ha), se cuantificó en tres muestreos a los 64, 81 y 96 días después de la siembra, con intervalos de 15 días. Cada muestreo consistió de tres plantas en competencia completa. De cada planta se separaron hojas, tallo y capítulo en bolsas de papel. Cada muestra se llevó a la una estufa por 48 horas hasta peso constante y se cuantificó el peso por separado. El peso de cada muestra, se utilizó para convertir gr/parcela a toneladas por hectárea, tanto de hojas, tallo y capítulo. La materia seca total, se estimó de la suma de los tres componentes.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El modelo utilizado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + R_j + \varepsilon_{ij}$$

donde:

μ = Media de tratamientos

T_i = efecto de tratamientos

R_j = Efecto de repeticiones

ε_{ij} = Error experimental

Análisis de Varianza

Para cada variable, se realizó el análisis de varianza utilizando el software propuesto por Olivares (1994), para cada análisis se probaron los efectos de tratamientos para observar las variaciones de cada uno de éstos, cuadro 3.4 .

Cuadro 3.4. Análisis de varianza

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.
Bloque	(n-1)	$\varepsilon x^2_j/a-c$	SCB/n-1	CMB/CME
Tratamiento	(a-1)	$\varepsilon x^2_i/n-c$	SCT/a-1	CMT/CME
Error	(a-1)(n-1)	SCT – SCB – SC TRAT	SCE/(a-1)(n-1)	
Total	(an-1)	$\varepsilon x^2_{ij}-c$		

Modelo de regresión

Se utilizó la regresión simple para evaluar la tendencia de proteína cruda, nitrógeno, con el siguiente modelo:

$$Y_i = B_0 + B_1x_i$$

donde:

B_0 = Es el intercepto de línea de regresión

B_i = Es el coeficiente de regresión

X_i = Es la variable independiente

Análisis de suelo

Se realizó un análisis de suelo previo a la siembra. Los muestreos se realizaron en los perfiles 0-30 y 30-60 uno por repetición. Los resultados del muestreo se presentan en el cuadro 3.5

Cuadro 3.5. Análisis de suelo

Muestreos	Textura			Tipo de suelo	PH	% total de nitrógeno	CE [†]
	% Arena	% Limo	% Arcilla				
0-30	50.56	31.28	18.16	Franco	7.31	0.13 Clase medio	1225
30-60	18.56	47.28	34.16	Franco	7.47	0.02 Muy bajo	1120
0-30	16.56	55.28	28.16	Migajón Arcilloso limoso	7.52	0.15 Clase alto	1234
30-60	32.56	45.28	22.16	Migajón Arcilloso limoso	7.52	0.11 Clase medio	1613

[†]= Conductividad eléctrica

Análisis en planta.

Nitrógeno. El contenido de nitrógeno se determinó, en hoja, tallo y capítulo, en los tres muestreos realizados, a través del método Kjeldahj modificado.

Proteína Cruda. Se estimó para cada muestra en hoja, tallo y capítulo, utilizando el porcentaje de nitrógeno de acuerdo a la fórmula siguiente:

$$\% P.C = \% N * 6.25 \text{ (Bremmer, 1965)}$$

donde:

%N: representa el porcentaje de nitrógeno.

6.25: representa una constante.

IV. RESULTADOS

En el primer muestreo (64 dds), se detectó diferencias significativas para altura de planta (AP), materia seca de tallo (MSTa) y materia seca total (MST); en tanto para área foliar (AF), índice de área foliar (IAF) y materia seca de hoja (MSH), se observaron diferencias altamente significativas ($p < 0.01$). El resto de las variables no fue significativo (Cuadro 4.1).

En el segundo muestreo (81 dds), se observaron diferencias significativas en NH y DC, y diferencias altamente significativas para MSC y MST; el resto no fue significativo. Así mismo a los 96 dds, correspondiente al tercer muestreo, AP, NH, MSTa, y MST fueron significativos y MSC altamente significativa.

Cuadro 4.1. Concentración de significancia para todas las variables.

Variables	Muestreos(dds)		
	M1 (64)	M2 (81)	M3 (96)
Altura de planta	*	ns	*
Número de hojas	ns	*	*
Diámetro de capítulo	ns	*	ns
Área foliar	**	ns	ns
Índice de área foliar	**	ns	ns
Materia seca de Hoja	**	ns	ns
Materia seca de Tallo	*	ns	*
Materia seca de capítulo	ns	**	**
Materia seca Total	*	**	*

*, **: Significativo al 0.05 y 0.01 de probabilidad. ns; No significativo; dds: días después de la siembra.

En el Cuadro 4.2. se muestra la prueba de medias (DMS 0.05 P) de las variables evaluadas;

Altura de planta (AP)

En altura de planta (AP), a los 64 dds cuando el cultivo se encuentra en la etapa fenológica de finalización de su estado vegetativo e inicio de florecimiento, la prueba de medias mostró que el nivel 60 de nitrógeno (60 N₂) mostró la mayor altura respecto al resto de los niveles, con valor medio 1.64 cm, en contraste al testigo sin nitrógeno 1.47 cm y al nivel superior de N₂ (180) con solo 1.41 cm.

Para segundo muestreo (81 dds), correspondiente al final de floración no existió diferencia entre los niveles, es decir que su altura permaneció igual con las dosis de N₂. En cuanto al tercer muestreo (96 dds), las dosis 60, 120 y 180 de N₂ fueron estadísticamente iguales con valores medios de 1.77, 1.71, 1.72 cm respectivamente y diferentes al testigo sin aplicar.

Número de hojas (NH)

Para número de hojas (NH), en el primer muestreo (64 dds) no se observó efecto de los niveles de N₂, en tanto para el muestreo realizado a los 81 dds, se observó que el nivel 60 de N₂ fue significativamente superior a los demás tratamientos con una media de 24.

A los 96 dds, se observó que los niveles de N₂ 60, 120 y 180 estadísticamente fueron iguales con una media de 20.2, 18.7, 19.3 respectivamente, superando al testigo.

Diámetro de capítulo (DC)

Para el muestreo (64 dds) y tercer muestreo (96 dds), no se observó efecto del N₂., en tanto para el segundo muestreo (81 dds), se observó que el nivel 60 de N₂ mostró el mayor valor medio con 14.2 cm y significativamente igual a los niveles de 120 y 180 de N₂, superando al testigo, el cual mostró un valor medio de 12.6 cm.

Área foliar (AF)

Para esta variable, el efecto del N₂, solo se observó a los 64 dds, donde con 0 y 60 unidades de N₂, fueron estadísticamente iguales, con 2.66 y 2.78 cm² respectivamente.

Índice de área foliar (IAF)

Los resultados para esta variable fueron semejante al que se observó para área foliar, donde el primer muestreo con (60N₂) fue 5.45 cm estadísticamente igual al testigo y superior a los niveles de 120 y 180 unidades de N₂. Para el segundo y tercer muestreo no se detectó un efecto significativo de los niveles de N₂.

Cuadro 4.2. Valores medios de las características agronómicas evaluadas en girasol

Nivel N ₂	AP ⁺⁺			NH ⁺⁺⁺			DC [†]			AF ^{††}			IAF ^ξ		
	64	81	96	64	81	96	64	81	96	64	81	96	64	81	96
0	1.5 bc	1.7	1.6 b	25.6	21.7 b	15.6 b	8.8	12.6 b	13.5	2.6 ab	2.3	1.5	5.2 ab	4.6	3.1
60	1.6 a	1.8	1.8 a	24.6	24 a	20.2 a	8.9	14.2 a	14.3	2.9 a	2.8	1.6	5.4 a	5.5	3.2
120	1.6 ab	1.7	1.7 a	24.4	21.7 b	18.7 a	7.8	13.5 ab	13.7	2.2 b	2.1	1.7	4.3 b	4.2	3.5
180	1.4 c	1.7	1.7 a	22.3	21.5 b	19.3 a	8.0	13.8 a	14.4	1.6 c	2.1	1.6	3.2 c	4.1	3.2
DMS ⁺	0.1		0.1		1.84	2.80		1.01		0.5				1.0	

+ al 5%, ++= Altura de planta, +++= Número de hoja, †= diámetro de capítulo, ††= Área foliar, ξ= Índice de área foliar.

Componentes de materia seca.

Para materia seca de hoja (MSH), únicamente se observó efecto del N₂ a los 64 dds; el mayor efecto se detectó cuando se aplicaron 60 y 120 unidades de N₂, los cuales fueron estadísticamente iguales y superiores al testigo (0 N₂) y 180 N₂ (cuadro 4.3).

Materia seca de tallo (MSTa), el efecto medio del N₂, se observó a los 64 y 96 dds; a los 64 dds los niveles 0,60, 120 fueron estadísticamente iguales con valores medios de 3.3, 3.5 y 3.6 t ha⁻¹ superando al nivel superior de 180 N₂. A los 96 dds, los niveles 60 y 120 unidades de nitrógeno muestran los mayores valores medios, con 3.8 y 3.2 t ha⁻¹, superando estadísticamente al testigo y al nivel superior con 180 unidades de N₂.

Materia seca de capítulo (MSC), para esta variable, se observó un efecto medio del N₂, a los 81 y 96 dds. Observándose en ambos casos que

el nivel 60 N₂, fue superior con 4.6 y 6.4 t ha⁻¹ superando al testigo y al máximo nivel de N₂ (180), respectivamente.

Materia seca total (MST)

El efecto medio del N₂ fue significativo para los tres muestreos. A los 64 dds la producción de MST, fue estadísticamente igual en los niveles de 0, 60 y 120 unidades de N₂, en tanto a los 81 dds, el nivel de 60 unidades de N₂, superó estadísticamente al resto de los niveles, observándose una producción media de 11.1 ton ha⁻¹. A los 96 dds, el mayor rendimiento medio de MST, se detectó en el nivel de 60 unidades de N₂ con 12.1 t ha⁻¹, estadísticamente igual a los niveles de 120 y 180 unidades de N₂, y superiores al testigo.

Cuadro 4.3. Efecto medio del nitrógeno en la materia seca total y sus componentes en tres muestreos.

Nivel N ₂	MSH ⁺⁺			MSTa ⁺⁺⁺			MSC ^I			MST ^{II}														
	Muestreos (días)			Muestreos (días)			Muestreos (días)			Muestreos (días)														
	64	81	96	64	81	96	64	81	96	64	81	96												
0	1.5b	2.0	1.7	3.3 a	3.3	2.5 b	1.3	3.1 c	4.1 c	6.3 ab	8.5b	8.6 b												
60	2.8 a	2.5	2.0	3.5 a	4.0	3.8a	1.4	4.6 a	6.4 a	7.7 a	11.1 a	12.1 a												
120	2.7 a	2.0	2.1	3.6 a	3.6	3.2 ab	1.1	3.9 b	5.1 b	7.2 a	9.2b	10.8 a												
180	1.9 b	2.1	1.9	2.3 b	3.4	2.9 b	1.1	3.8 b	6.1 a	5.5 b	9.2 b	11.0 a												
DMS⁺	0.4			0.8			0.7			0.5			0.4			1.6			1.3			2.1		

⁺DMS al 5%, ⁺⁺= materia seca de hoja, ⁺⁺⁺=materia seca tallo, ^I=materia seca capitulo, ^{II}= materia seca total

En general se observa que con la adición de N₂ se incrementa la producción de materia seca total.

Proteína cruda.

Referente al efecto del nivel del N_2 en la magnitud de la proteína cruda (PC), se observa (figura 4.1) que en los primeros dos muestreos (64 y 81 dds), las tendencias fueron muy semejantes, donde MSH y MSC tienden a incrementarse de cero hasta 120 unidades de N_2 . La respuesta es más evidente en MSC, en ambos muestreos. El contenido de proteína parece ser superior en las hojas, al menos en los dos primeros muestreos y al nivel de las 60 unidades de N_2 ; posterior a las 60 unidades de N_2 tiende a ser constante y hasta descender como es el caso del segundo muestreo.

En el tercer muestreo (96 dds), los porcentajes de proteína cruda en hojas y capítulo muestran una tendencia inconsistente, al nivel de las 120 unidades de N_2 porque mientras en hojas se incrementa, en capítulo descende, para luego en 180 unidades de N_2 , tiene una tendencia opuesta.

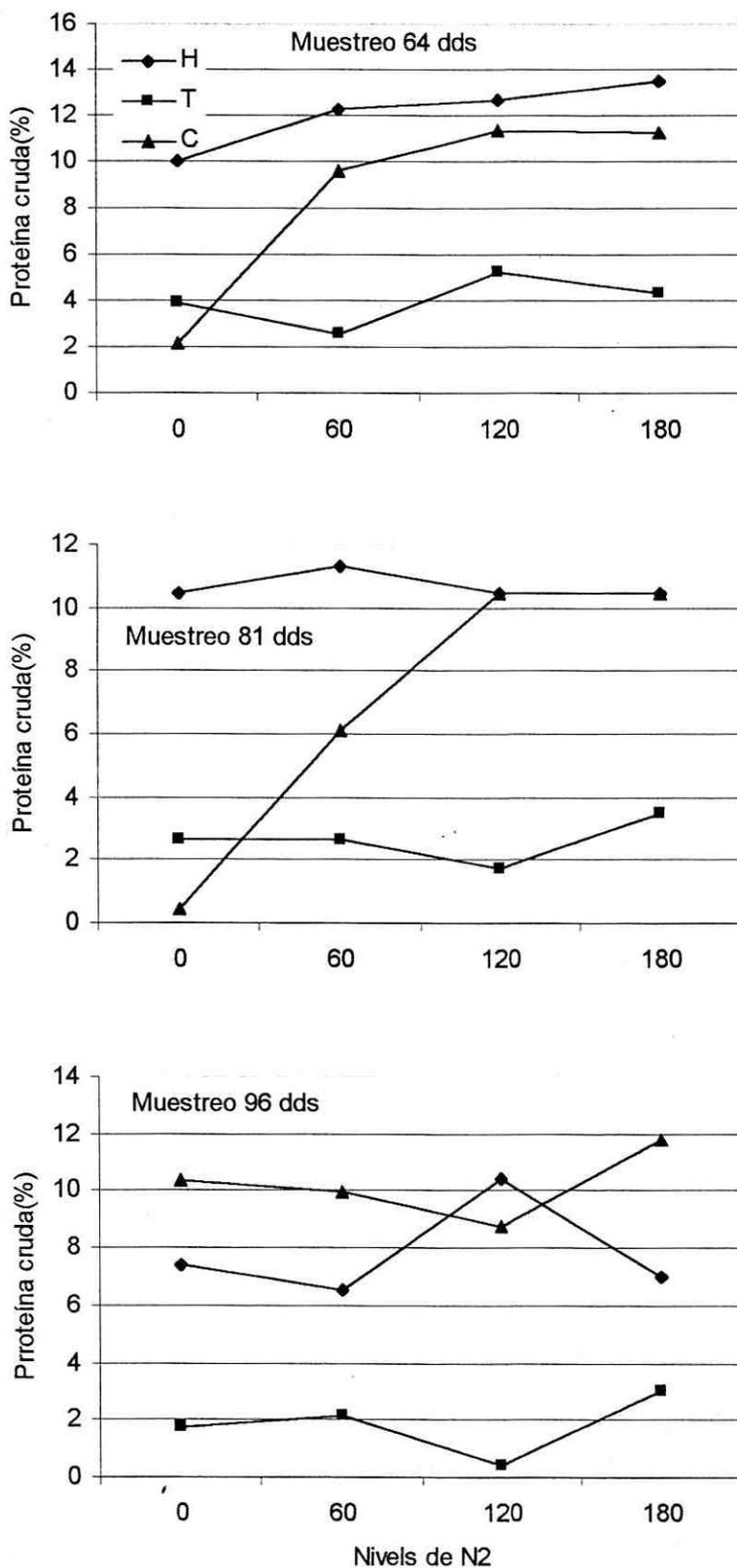


Figura 4.1. Efecto del nitrógeno (N₂) en el porcentaje de proteína cruda en los componentes de materia seca; de hoja (H), tallo (T) y capítulo(C) en tres muestreos; (M) representa el promedio en cada muestreo.

El porcentaje de PC en tallo fue en general menor que en hoja y capítulo; se observa que los valores disminuyen con el tiempo de muestreo; respecto al efecto del N_2 , no se observaron tendencias constantes.

En la Figura 4.2. se observa la respuesta promedio de proteína cruda a tres niveles de N_2 en tres muestreos. La respuesta en los tres muestreos fue de tipo cuadrática, con un ajuste en los tres casos (muestreos) mayor del 99 por ciento.

El mayor incremento de proteína cruda ocurre a los 64 dds (primer muestreo), en relación al incremento de las unidades de N_2 , en este caso se observa que la curva alcanza su punto más alto con una aplicación de 120 unidades de N_2 , posterior a dicho nivel tiende a mantenerse constante.

En el segundo muestreo (81 dds), se observa un incremento similar en relación al nivel de N_2 hasta 120 unidades, después del cual el incremento es menor.

A los 96 dds, aún cuando la respuesta fue de tipo cuadrático, se observó un decremento a 60 unidades de N_2 , respecto al testigo (0 N_2), para después incrementar a los 120 y 180 unidades de N_2 .

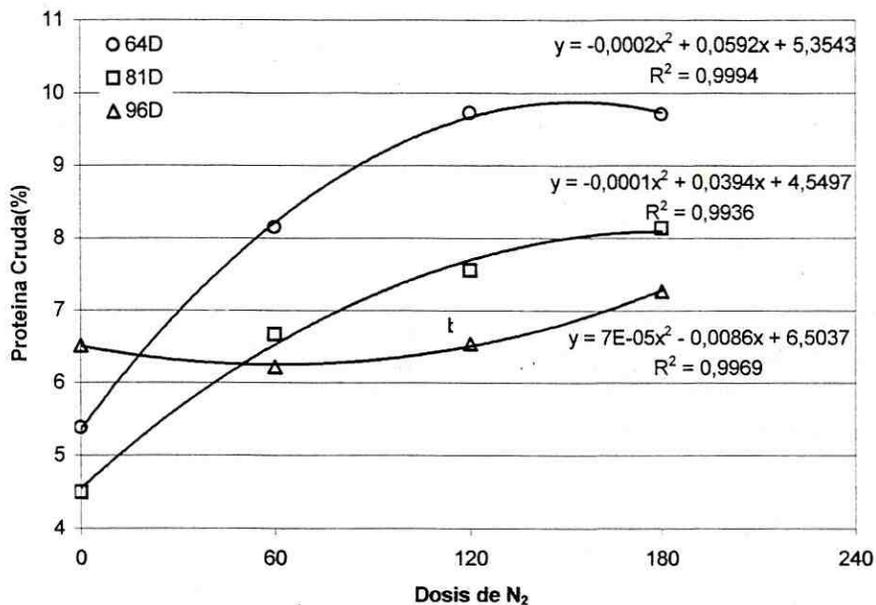


Figura 4.2. Respuesta del porcentaje de proteína cruda a tres niveles de nitrógeno en tres muestreos.

V. DISCUSIÓN

Los resultados anteriores (cuadro 4.1), se explican considerando que en esta etapa el cultivo se encuentra en crecimiento exponencial, donde la planta gana altura, incrementa el área foliar y en consecuencia la materia seca. En contraste NH y DC, no fueron diferentes, en el primer caso de NH, se explica por ser una medida absoluta y no considera la dimensión (LxA), la cual se manifiesta en el AF y las diferencias en MSH; estos resultados también pueden explicarse por el efecto del arreglo de siembra, a la expresión fenotípica del material utilizado y al efecto de los niveles de nitrógeno aplicados.

Lo anterior se ratifica ya que AP, AF e IAF, tienen tendencias semejantes en los tres muestreo, a excepción del muestreo a los 96 dds y con el testigo (0 N₂), el cual puede ser un error de muestreo y a 60 N₂.

A los 64 dds, se tiene significativamente mayor altura de planta (AP), AF e IAF. En contraste, a los 81 dds se consigue un mayor número de hojas y diámetro de capítulo con el mismo nivel de N₂ (cuadro 4.1). Lo anterior se explica dado que en girasol diversos autores (Orioli et al., 1990; Steer y

Hocking, 1983) coinciden en que niveles superiores a 120 unidades de nitrógeno no incrementan significativamente éstas variables.

Respecto a los componentes de materia seca, se observó que la mayor producción para MSH y MSTa se presentó con 60 y 120 unidades de nitrógeno a los 64 dds. En lo cual se explica en función de lo encontrado por Orioli *et al.*, (1990) y Steer y Hocking (1983). En cambio para MSC, el mayor incremento se observó entre 81 y 96 dds, donde dicho incremento estuvo en función de la etapa desarrollo. Resultados similares encontraron Gardner *et al.*, (1990) donde la adición de nitrógeno promovió una mayor producción de materia seca total (cuadro 4.3).

El máximo total de la producción de materia seca fue a los 96 dds con 60 unidades de nitrógeno (12 t ha^{-1}), coincidiendo con Zaffaroni (1986) quién observó que el máximo total de producción de materia seca ocurre entre los 90 y 100 dds.

Aún cuando las producciones mayores se presentaron a los 96 dds se determina que en esta etapa no es deseable para la producción o utilización para forraje ya que su contenido de fibra lo hará menos digestible (Juscafresa, 1982).

Por otro lado, resultados similares obtuvieron Rodríguez (1977) y Farías (1978), donde el mejor nivel de nitrógeno fue con 60 unidades de

nitrógeno, obteniéndose producciones de materia seca de 14 a 16 t ha⁻¹, y los 64 dds (Espinoza, 2000).

Aguirre (1976), afirma que cuando el girasol es utilizado para forraje se debe cortar entre 50 y 100 porciento de floración que ocurre a los 60 dds, obteniéndose las máximas producciones de forraje y el nivel mas alto de proteína; lo cual coincide con en el presente trabajo donde a los 64 dds, se obtuvieron mayor incremento de proteína y mayor incremento de materia seca.

En la Figura 4.1, se observa que en el primer muestreo (64dds) y segundo (81 dds), se presentó mayor incremento de proteína cruda en hojas; dado que las concentraciones de nitrógeno se encuentran en este órgano durante el estado vegetativo, ya que en esta etapa existe mayor cantidad de clorofila, existe relevancia en el metabolismo de formación de aminoácido, proteína y ácido nucleico (León, 1991).

En la Figura 4.2. el incremento de proteína cruda en el primer muestreo (64 dds), en relación al incremento de las unidades de nitrógeno, alcanzó su punto mas alto en 120 unidades de N₂, dado que en el primer muestreo las plantas se encuentran en la fase de desarrollo vegetativo, se promueve una mayor producción de hoja, AF y consecuente MSH y MSTa.

Los resultados obtenidos en este trabajo se hace énfasis en el muestreo a los 64 dds, que es la época que corresponde al corte del cultivo

para forraje antes de finalizar la floración lo que además de hacerlo más digestible, permite obtener buena calidad (Watson, 1983).

VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados se concluye:

- La MSH y MSTa, se incrementó a los 64 dds con niveles de 60 y 120 unidades de N₂.
- Para MSC, se incrementaron a los 81 y 96 dds, con niveles de 60 unidades de nitrógeno.
- La MST, la adición de nitrógeno afectó significativamente a los tres muestreos. A los 96 dds se presentó el mayor incremento con 12 t ha⁻¹, señalando que en esta etapa no es deseable el corte del girasol para forraje.
- El nitrógeno afectó la PC a los 64 y 81 dds, con tendencias muy semejantes en ambos muestreos, donde hoja y capítulo, se incrementaron de cero a 120 unidades de nitrógeno.

- El mayor contenido de PC se presentó en las hojas en los dos primeros muestreos con 60 unidades de nitrógeno.
- La ventaja del girasol es la gran cantidad de forraje que se produce en un tiempo corto aproximadamente de los 64 a 70 dds.
- Según los resultados obtenidos en este trabajo, el girasol como forraje es una opción para la Comarca Lagunera, donde los surcos estrechos incrementan la producción de materia seca con niveles de 60 unidades de nitrógeno.

VII. SUGERENCIA

El girasol para forraje deberá cortarse a los 64 dds cosa que además de hacerlo más digestible, permite obtener una buena calidad.

VIII. RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en la Comarca Lagunera se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en la Unidad Laguna en el ciclo primavera verano 2001. El objetivo principal fue evaluar el efecto del nitrógeno en la producción y calidad de materia seca en girasol, en surcos estrechos. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Para realizar el análisis de varianza para cada variable se utilizó el software propuesto por Olivares (1994). La siembra fue realizada a 0.38 m entre hileras y 0.30 m entre plantas, a una densidad de 87,719.26 plantas por hectárea. Las variables que se tomaron en el experimento fueron: AF, IAF, MSH, MSTa, MSC Y MST. En los resultados, los análisis de varianza para AF, IAF, MSH presentaron diferencias altamente significativo ($p < 0.01$). La MSH y MSTa, se incrementó a los 64 dds con niveles de 60 y 120 unidades de nitrógeno; para MSC se incrementaron a los 81 y 96 dds con nivel de 60 unidades. La adición del nitrógeno afectó significativamente la MST en los tres muestreos, a los 96 dds se presentó el mayor incremento con 12 t ha^{-1} . El mayor incremento de proteína cruda ocurrió a los 64 dds incrementándose de cero a 120 unidades de nitrógeno. El mayor incremento de proteína cruda se

presentó en las hojas en los dos primeros muestreos con 60 unidades de nitrógeno.

IX. LITERATURA CITADA

- Aguirre, A., A.J. 1976. Selección Masal Método modificado en la variedad forrajera de girasol *Helianthus annuus*, variedad Tecmón- 51 en Apodaca Nuevo León, Tesis Profesional ITESM, Monterrey Nuevo León México.
- Alba, O. A. y Llanos, Company M. 1990. El cultivo del girasol. Editoriales Mundi Prensa. Madrid. pp 13,29,53-57.
- Arrend, T. J. 1988 Química General, Editorial Mcgraw-Hill 4a. Edición, México, D. F. P. 75
- Baudillo, J. 1974, Forrajes Fertilizantes y Valor Nutritivo, Editorial AEDOS, Barcelona España. P. 124
- Bauting, E.S. 1975. sunflower. Herbage Abstracts. Vol. 45; 9: 360
- Carriles, U., J. M. 1977. Efecto combinado de la humedad disponible del suelo y la Fertilización en la producción y calidad del girasol forrajero (*Helianthus annuus L.*) en Apodaca N.L., Tesis profesional. ITESM, Monterrey N.L.
- D. Jasso Cantú, 1992. Poducción de materia seca y evolución de asimilatos en Girasol (*Helianthus annuus L.*) XV congreso latinoamericano de fitogenética . Monterrey N.L. p.138.
- Enciclopedia Microsoft® Encarta (99). © 1993-1998 Microsoft Corporation.
- Espinoza, B. A. 1990. Evaluación del Potencial forrajero del girasol (*Helianthus annuus L.*) en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. FAZ – UJED. Venecia, Dgo.
- Farías, F., J.M. 1978. Evaluación de variedades de girasol para la producción de forraje en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. Verano, 1978. CIAN-INIA-SARH. P. 8
- Farías, F., J.M. 1984. Girasol para forraje Resumen del 8o. Día del forrajero. Centro Investigaciones del Norte. Centro Agrícola Experimental de la INIA . Publicación especial. P. 1-3

- Gardner, F.P., R.B. Pearce and R.L. Mitchell. 1990 Physiology of crop plants. Iowa State Univ. Press. Ames, Iowa. 327 p.
- Gómez, L., L. 1989, Evaluación de 17 Variedades de Maíz (*Zea mays*) ensilado mediante análisis proximal y digestibilidad invitro. Tesis Profesional. UAAAN- Saltillo México.
- Gómez, S., A. 1984. Efecto del régimen de humedad y dosis de fertilización nitrogenada sobre el rendimiento y calidad de forraje del cultivo de girasol (*Helianthus Annuus L.*) Tesis Profesional, ESAZ – UJED 39.
- Gubbles, G.H. and Dedio, W. 1988. Response of early-maturing sunflower hybrids to Row spacing and plant density. Can. J. plant Sci 68: 1125-1127.
- Gubbles, G.H. and Dedio, W. 1988. Response of early-maturing sunflower hybrids to Row spacing and plant density. Can. J. plant Sci 70: 1169-1171.
- Coombs, D. J. y may O. 1988. Técnica en fotosíntesis y Bioproductividad, 2a. Edición. Editorial Futura, S.A. de C.V. México, D. F. p. 131.
- León, A. R. 1991. Nueva Edafología, 2ª. Edición. Editorial Gaceta, S.A. de C.V. México, D. F. p. 181
- Luna, L., F. 1983. Hojas divulgadoras forrajeras anuales para los regadíos mediterráneos. Ministerio de Agricultura y Pesca. Publicaciones de Extensión Agraria, Madrid España. No. 17
- Mazzani, B, 1963. Plantas Oleaginosas, 2ª. Edición. Salvat, editores, S.A. Barcelona España.
- Michel, A. A., Salmeron, E.J., Duran, R.J. 1990 Efecto del distanciamiento entre plantas sobre el rendimiento del girasol (*Helianthus annuus L.*). Tesis Profesional de Agricultura y Zootecnia. UJED-Venecia Dgo.
- Olalde, G., y Escalante M., J.A., Y Carrera, R.E. (2000). Crecimiento y distribución de Biomasa en girasol, en función del nitrógeno y densidad de población en clima cálido. Terra Vol. 18, No. 4 pp. 313-323
- Paccuci, G., and F. Martignano 1975. Effect of sowing density yield on some Bio agronomic characteristics of tall and dwarf cultivars. Revista de Agronomía 9: 180-186.
- Palomo, G., A. y Delgado, R. E. 2000. Producción de Materia Seca en girasol (*Helianthus annuus L.*) por efecto del arreglo de

siembra. XVIII Congreso Nacional de Fitogenética, Irapuato, Gto. P. 35.

- Quiroga, G., H.M. 1984. Resultados de investigación en producción de forrajes. Resumen del 8º. Día del forrajero. CIAN-INEA-SARH. p. 8
- Robles, S., R. 1978. Producción de textiles y Oleaginosas. 1ª. Edición. Edit. Limusa México, D. F. 620 p.
- Robles, S. R. 1980. Producción de Oleaginosas y Textiles, Editorial Limusa. México, D. F.
- Robles, S. R. 1985. Producción de Oleaginosas y Textiles, 2ª. Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México, D. F. pp 452-453.
- Rodríguez, S. F. 1982. Fertilizantes, Nutrición Vegetal, 1ª. Edición. Editorial AGT, Editor, S.A. México, D. F. p. 53
- Rodríguez, S. F. 1996 Fertilizantes Nutrición vegetal, Editorial AGT. Editor, S.A. México, D. F. p. 56
- Rodríguez, S, R. A. 1977. Ensayo de variedades de girasol como posible fuente de Forraje en la Comarca Lagunera. Informe de Investigación. CIAN-INIA- SARH. 14 p.
- Salinas, F. V. R. 1976. Análisis bromatológico y rendimiento de forraje de girasol en Diferentes estados de desarrollo de la planta en Apodaca, N.L.
- Adame, S. S y López L. M. 2000. Efecto de los arreglos de siembra en la producción y calidad de forraje en girasol (*Helianthus annuus* L.). In XVIII Congreso Nacional de Fitogénetica, Irapuato, Gto. P. 339.
- Valenzuela, R. J. S. y Espinoza, B. A. 1989. Respuesta del rendimiento de grano y forraje en el cultivo del girasol a la fertilización nitrogenada y fosfatada en tres densidades de población. Informe de Investigación, FAZ-UJED. Venecia, Dgo.
- Vásquez, T. G. y Ana María. 1995. Ecología y Formación Ambiental, 1ª. Edición. Editorial Mcgraw-Hill Interamericana de México, S.A. de C.V. pp 78-80
- Watson, J.S. 1983. El ensilaje. Edit. CECSA. México, D.F. p. 54
- Zaffaroni, E., and A. A. Schneither. 1989. water- use efficiency and light interception Of semidwarf and estandar-heigh sunflower hybrids grow in different Row arrangement. Agron. Jour. 81: 831- 836.

Zavala, G. F., R. Ortega P. Mejía C. J. A., Benítez R. y Guillén A. H. 2000. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Fitogenética: Notas científicas. SOMEFI. Chapingo México.

X. APPENDICE

Cuadro. A1. Niveles de nitrógeno con relación al incremento de proteína cruda en diferentes muestreos.

Muestreos (dds)	Niveles de N ₂	Proteína cruda(%)			
		Hoja	Tallo	Capítulo	Total
64	0	10.03	3.91	2.18	5.37
	60	12.25	2.6	9.61	8.15
	120	12.67	5.21	11.3	9.73
	180	13.49	4.37	11.28	9.71
			12.11	4.02	7.70
81	0	0.43	2.61	10.46	4.50
	60	11.3	2.61	6.1	6.67
	120	10.45	1.74	10.47	7.55
	180	10.48	3.49	10.46	8.14
			8.17	2.61	9.37
96	0	7.43	1.73	10.38	6.51
	60	6.52	2.18	9.95	6.22
	120	10.45	0.43	8.72	6.53
	180	6.97	3.04	11.8	7.27
			7.84	1.85	10.21