

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



RESPUESTA DE DOS GENOTIPOS DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa*
L.) A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA COMARCA LAGUNERA.

POR

BEATRIZ MARTINEZ PULIDO

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA. MÉXICO

DICIEMBRE 2008.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

RESPUESTA DE DOS GENOTIPOS DE AVENA FORRAJERA (*Avena sativa*
L.) A TRES DENSIDADES DE SIEMBRA EN LA COMARCA LAGUNERA.

POR

BEATRIZ MARTINEZ PULIDO

TESIS

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR

PRINCIPAL:


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

ASESOR:

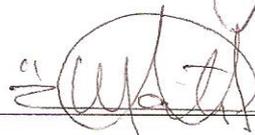
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

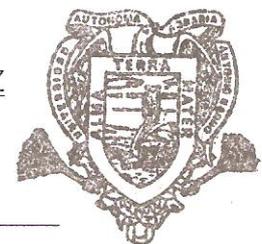

ING. LEOPOLDO ENRIQUE HERNANDEZ
TORRES

ASESOR:

ING. ROLANDO LOZA RODRIGUEZ


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila. México

Diciembre 2008.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

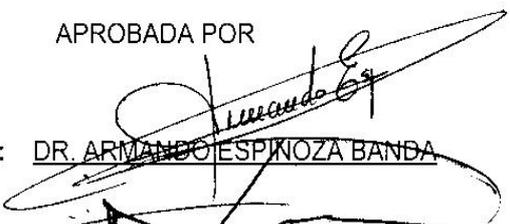
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

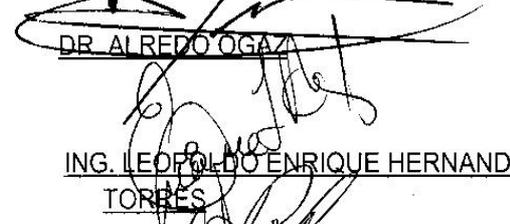
TESIS DE LA C. BEATRIZ MARTINEZ PULIDO QUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR


PRESIDENTE: DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL: DR. ALFREDO OGAZI


VOCAL: ING. LEOPOLDO ENRIQUE HERNANDEZ
TORBES


VOCAL: ING. ROLANDO LOZA RODRIGUEZ


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

DEDICATORIAS

A MIS PADRES: Marciano Martínez Martínez y Vidalina Pulido Hernández, por el hecho de haberme dado la vida, por formarme como persona y haberme inculcado los valores necesarios para salir adelante, por enseñarme a afrontar la vida con decisión y valentía.

A MIS ABUELOS: María del Refugio Hernández Flores y Macario Pulido Sánchez, por que gracias a ellos conocí el significado de la palabra familia y amor, por su apoyo moral y económico que siempre tuvieron para con mi persona, por ayudarme a crecer como profesionista y como ser humano; y que han sabido guiarme por el buen camino.

A MI HIJO: Lennin, porque me da el valor para seguir luchando día con día, por su amor y cariño y por que gracias a el la vida es más bella. Te amo Lennin Neftalí Servín Martínez.

A MIS HERMANOS: Porque de una u otra manera me han apoyado, siempre han estado conmigo en los buenos y en los malos momentos, por su compañerismo y cariño que siempre me han brindado; gracias, Alfonsa y Valentín, pero sobre todo a ti José Luis, que ha sabido ser el mejor de los hermanos, los quiero.

A MI NOVIO: Ricardo Olvera Aguilera, gracias por apoyarme en todas mis decisiones y sobre todo por aceptarme con mis virtudes y con mis defectos, por haberme brindado tu corazón y por todos los momentos gratos que hemos pasado juntos. Te Amo.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS, de quien por momentos me he olvidado, le agradezco el haberme dado la oportunidad de vivir y de llegar hasta donde estoy. Te doy gracias Señor por la luz y por el día, por mis ratos de dolor y por toda mi alegría, por los Padres que me diste y también por mis hermanos, y por todos mis sueños logrados, por los que mucho me aman y por los que nada me quieren, hoy te doy gracias Señor.

A MI ALMA TERRA MATER: Por abrirme sus puertas y por permitirme cultivar en mí los conocimientos necesarios para formarme como profesionalista.

Al Dr. Emiliano Gutiérrez del Río, por la oportunidad que me brindo para realizar el presente trabajo, así como su asesoría.

Al Dr. Armando Espinoza Banda, por su tiempo y paciencia, que tuvo para revisar mi trabajo de tesis, por su asesoría y consejos tan acertados. Fruto de su gran trabajo en el campo de la investigación.

Al Dr. Alfredo Ogaz, también por su paciencia, trabajo y dedicación que tuvo para con mi persona en este trabajo, su gran apoyo y compañerismo que me brindo siempre.

AL Ing. Leopoldo Enrique Hernández Torres por ser participe en la realización de este trabajo, y por su gran apoyo.

Al Ing. Rolando Loza Rodríguez, por su apoyo incondicional, por participar en mi formación como profesionalista y por estar conmigo siempre.

A MIS MAESTROS: Por ser participes en mi formación como profesionalista, por sus enseñanzas y conocimientos que siempre me brindaron.

A MIS COMPAÑEROS: Por todos los momentos que pasamos juntos dentro y fuera de la Universidad y por los recuerdos que llevo de todos y cada uno de ustedes.

A MIS AMIGOS: Que dentro y fuera de la institución me brindaron su amistad Incondicional, porque influyeron en la formación de mi carrera profesional y me hicieron crecer como persona.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pg.
DEDICATORIAS.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	iv
RESUMEN.....	v
I. INTRODUCCION.....	1
1.1 Justificación.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Hipótesis.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 Origen.....	3
2.2 Clasificación Taxonómica.....	3
2.3 Fisiología General.....	3
III. MATERIALES Y METODOS.....	8
3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera.....	8
3.2 Características climáticas.....	8
3.3 Fuentes de abastecimiento de agua.....	9
3.4 El suelo.....	9

3.5 Localización del área de estudio.....	10
3.6 Métodos.....	10
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	11
V. CONCLUSION.....	22
VI. BIBLIOGRAFIA.....	23

INDICE DE CUADROS

Número.	Página.
1.- Cuadro 1.- Clasificación Taxonómica.....	3
2.- Cuadro 2.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde.....	12
3.- Cuadro 3.- Rendimiento de forraje verde de tres densidades en promedio de dos genotipos.....	13
4.- Cuadro 4.- Rendimiento de forraje verde de dos genotipos en promedio de tres densidades.....	13
5.- Cuadro 5.- Rendimiento de forraje verde de la interacción de dos genotipos y tres densidades.....	14
6.- Cuadro 6.- Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco.....	15
7.- Cuadro 7.- Rendimiento de forraje seco de tres densidades en promedio de dos genotipos	16
8.- Cuadro 8.- Rendimiento de forraje seco de dos genotipos en promedio de tres densidades.....	17
9.- Cuadro 9.- Rendimiento de forraje seco interacción de dos genotipos y tres densidades.....	17
10.- Cuadro 10.- Altura de planta.....	19
11.- Cuadro 11.- Altura de planta a tres densidades en promedio	

de dos genotipos.....	20
12.-Cuadro 12.- Altura de planta de dos genotipos en promedio de tres densidades.....	20
13.- Cuadro 13.- Altura de planta de la interacción de dos genotipos y tres densidades.....	21

RESÚMEN

El presente trabajo se llevo acabo en los terrenos del campo experimental de la U.A.A.A.N.-U.L. el cual se localiza en carretera Santa Fe y periférico. El clima es seco variable, con temperatura promedio de 25°C y una precipitación de 250 mm. El tipo de suelo es franco arcilloso, con vientos dominantes del norte.

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la producción de forraje en dos líneas experimentales de avena forrajera, basada en tres características de la planta la producción de forraje verde, forraje seco y altura de planta en tres diferentes densidades de siembra.

El diseño experimental fue en bloques al azar con arreglo factorial; donde los factores fueron genotipos con dos niveles, los cuales fueron AN Sub California y AN La Paz y el otro factor fue densidades de siembra con tres niveles 100, 140 y 180 Kg./ha de semilla respectivamente.

Las variables respuestas analizadas fueron rendimiento de forraje verde, rendimiento de forraje seco y altura de planta.

El corte se realizo cuando el grano se encontraba en estado lechoso masoso, en forma manual a nivel del suelo. Las mediciones se hicieron en el centro de cada parcela sobre un cuadro previamente fabricado de 1m².

Las fechas en que se realizo el corte fue el día 24 de marzo del 2000 en este mismo día se tomo el primer peso, hasta el día 27 de abril de 2000 que fue el ultimo día en que se tomo el ultimo peso. Se corto el material y posteriormente se peso en una báscula de reloj y se determino peso de materia verde. Después de que las muestras se habían expuesto al sol y estaban completamente secas, se pesaron en una báscula de reloj para determinar peso seco.

Antes de cortar se midió la altura de la planta desde la superficie del suelo hasta la punta de la ultima hoja y mediante un promedio se determinaron las medias de altura de planta.

Las variedades AN- SubCalifornia y AN-La Paz respondieron de forma diferente a las densidades de siembra. AN- SubCalifornia mostró su mejor rendimiento de forraje verde y forraje seco a densidades de siembra de 140 Kg. ha⁻¹ con 48,375 y 9,625 kg ha⁻¹ , mientras que AN-La Paz lo obtuvo a 180 kg ha⁻¹ con 45,250 y 11,750 kg/ ha⁻¹. AN- SubCalifornia mostró superioridad para producir forraje verde mientras que AN-La Paz lo hizo en forraje seco. Los rendimientos obtenidos por las variedades en este estudio superan en 40% promedio en forraje verde y forraje seco al obtenido por las variedades regionales. AN-La Paz no alcanzó su máximo rendimiento en función de la densidad de siembra de 180 kg ha⁻¹, por lo cual podría presentar aún rendimientos máximos en densidades de siembra arriba de 180 kg ha.

Palabras clave: *Avena sativa* L., genotipos, densidad de siembra, forraje verde, forraje seco.

I. INTRODUCCIÓN

México es un país que cuenta con diversos tipos de climas en los cuales se desarrollan una gran cantidad de cultivos forrajeros, pero la mayoría de ellos se desarrollan bajo un clima cálido donde no predomine el frío.

La avena se encuentra cultivada en diversos estados del país, especialmente en el norte, en aquellas regiones de clima frío, además por su precocidad, rusticidad y rendimiento, la hacen una excelente alternativa para producir forraje verde, al igual que el ballico anual, pero con la diferencia de que este último se recomienda en aquellas ocasiones con las que no se tenga disponibilidad de agua y fertilizantes suficiente.

En cuanto a su calidad forrajera, la avena es uno de los recursos económicos más importantes con que cuenta el ganadero, ya que puede ser consumida verde, henificado o ensilada, puesto que en cualquier estado es un forraje apetecible para el ganado bovino, porque contiene una gran cantidad de azúcar.

1.1. Justificación.

En la comarca lagunera, la alfalfa es el cultivo de mayor importancia forrajera, pero en invierno disminuye notablemente la producción de forraje teniéndose entonces una época de escasez de materia verde, además de que se presenta una limitante en los sistemas de producción de forraje en la Laguna representada por la falta de agua.

La avena puede explotarse fácilmente en cualquier tipo de tierra laborable de la Comarca Lagunera, ya que se puede adaptar a tierras de escasa fertilidad, puesto que la avena requiere de ligeras aportaciones de nitrógeno, fósforo y potasio. Además a la avena no le afecta un suelo ácido o alcalino.

1.2. Objetivos.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

Determinar el genotipo con mayor respuesta en rendimiento de forraje verde o seco.

Determinar cual de las tres densidades de siembra maximiza la respuesta en rendimiento.

1.3. Hipótesis.

Ho: las dos variedades de avena forrajera evaluadas responden igual a las tres densidades de siembra.

Ha: Las variedades evaluadas difieren en su respuesta al nivel de las tres densidades.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1. Origen.

Robles. (1990). Señala que el origen geográfico de la avena, no se conoce con certeza, no se sabe donde se origino la avena cultivada, pero parece que tuvo su origen en la región de Asia Menor. Desde esta región se extendió hacia el norte y hacia el oeste hasta Europa y a otras regiones favorables para su cultivo.

Cuadro 1. Clasificación Taxonómica.

2.2. Clasificación Taxonómica.

Reino	vegetal.
División	Tracheophyta.
Subdivisión	Pteropsida.
Clase	Angiosperma.
Subclase	Monocotiledónea.
Orden	Graminales.
Familia	Gramineae.
Tribu	Avenae.
Género	Avena.
Especie	Sativa.

2.3. Fisiología general.

Tipo de cultivo C3, hábito de crecimiento monoica y anual, fotoperiodo varía según la variedad, y la reproducción es autógama.

La avena es una planta C₃, lo cual significa que lleva involucrado al ciclo de Calvin, el cual se realiza en el estroma de los cloroplastos y consta de tres partes principales: carboxilación, reducción y regeneración. La carboxilación, consiste en la incorporación de CO₂ y H₂O a la RuBP para formar dos moléculas de 3-PGA; en la reducción, el grupo carboxilo del 3-PGA se reduce a un grupo aldehído y es de regeneración porque se vuelve a repetir. A este ciclo también se le conoce como, ciclo de reducción fotosintética de carbono o ruta fotosintética C-3 debido a que el primer producto tiene 3 carbonos.

Cantú (1985), citando a Robles (1976), describe, que la avena es una planta anual, que posee una raíz fibrosa más larga que la cebada, el tallo es una caña herbácea y erguida con nudos llenos y entrenudos huecos. Generalmente crece de 0.6 a 1.5 m y con 3 a 5 tallos, formando macollos en los nudos basales. Las hojas son de un color verde oscuro y alcanzan alrededor de 25 cm. de largo y 1.6 cm. de ancho. La lígula es de forma ovalada.

La inflorescencia es una panoja en punta. Las ramificaciones son largas y sostienen cada una un pequeño número de espiguillas que llevan de 1 a 5 folículos y de las cuales 2 son infértiles. Generalmente es una florecilla primaria (produce grano grande) y una secundaria (produce grano chico) y una tercera produce grano rudimentario. Generalmente son de 20 a 100 espiguillas por panícula.

Los frutos están fuertemente encerrados entre la lema y la palea, los flósculos no están separados realmente de las alumas, lemas, glabras, aristas, usualmente derechas, con frecuencia ausentes, es una planta de fecundación autogama.

La mayor parte de superficie destinada a cultivo de la avena se encuentra al norte de los 50° de latitud norte en Europa y Asia. En los Estados Unidos se encuentran al norte de los 40°.

La avena es una planta que puede adaptarse a una gran variedad de climas ligeramente cálidos, desde una altura de 0 a 3000 metros sobre el nivel del mar.

En general, se siembra en regiones de clima frío seco o frío húmedo, con temperaturas de 10° a 12°C que permite un crecimiento continuo de la planta, el cual cesa a temperaturas de 4.4°C. Cuando la temperatura asciende a 7.2°C se presenta un pequeño crecimiento y cuando el suelo tiene una temperatura de -5°C ocurre muerte parcial por invierno. Se adapta a fotoperiodos corto y largo según las variedades correspondientes.

Córdoba (1971), menciona que las avenas de invierno se usan extensamente para pastura y heno, siendo deseables para este fin las siguientes características: crecimiento vigoroso de las plantas, abundante ahijamiento y abundante follaje.

Sparque (1966), menciona que el forraje y el heno de avena son muy usados para alimentar al ganado en invierno que es cuando más se escasea el forraje de buena calidad en muchas regiones del mundo.

Fraga y colaboradores (1989-1991) mencionan, que el cultivo de la avena en México se efectúa en zonas geográficamente diferentes y con características ecológicas distintas, para las cuales es necesaria la selección del germoplasma adaptado de forma específica o general. Estas regiones se encuentran hacia al norte y centro de la Republica Mexicana.

En el norte, el ciclo vegetativo de la planta debe ser más precoz que en el centro, debido a las condiciones climáticas severas que existen en esa zona, representadas principalmente por heladas al inicio y al final del ciclo vegetativo del cultivo.

La avena contiene una riqueza promedio de 12% o menos de proteínas, tiene más grasas que el maíz y a causa de sus cubiertas, la avena contiene 11% de fibra y proporciona 70.1% de nutrimentos digestibles totales, mientras que el maíz y el trigo proporcionan hasta el 80 %.

La avena contiene 300 U.I. (unidades internacionales por cada 100g de vitamina B1; 25 mg de ácido ascórbico por 100g. como todos los granos, la avena es pobre en calcio y rica en ácido fosfórico y resulta desequilibrada la relación Calcio- Fósforo (Ca-P).

Por la gran cantidad de glúcidos que contiene, la avena constituye un alimento energético, excelente para los animales de trabajo. Por la cantidad de lisina que contiene entre los aminoácidos de sus proteínas, es un buen alimento para los animales en crecimiento (2.6 g de lisina por cada 100g de proteína).

La elevada digestibilidad y la rica grasa de la avena determinan su valor alimenticio, el cual aparece aumentado debido a la acción excitante de un alcaloide, la avenina, contenida en la glumillas, principio que es termolábil, pues se destruye a 75° y, es más abundante en la variedad negra que en las variedades blancas.

SARH (1977), recomienda sembrar avena para forraje en la Laguna durante el periodo del 15 de septiembre hasta el 30 de noviembre. Para la siembra se pueden utilizar máquinas para granos pequeños (triguera); sembrando en hileras de 15 a 17 cm. La siembra puede ser hecha al voleo, a mano o con una máquina "CYCLONE" cubriendo luego la semilla con un paso de rastra ligera.

La cantidad de semilla a utilizar es de 90 a 100 kilos de semilla por hectárea, la cual deberá tener un mínimo de 85% de germinación. El número de riegos varía de acuerdo al manejo de cortes que se vaya a utilizar. Si el corte se va a efectuar durante el embuche serán necesarios de 3 a 4 riegos; en cambio, si se realiza en el espigamiento se sugiere dar de 4 a 5 riegos; en ambos casos se incluye el riego de pre-siembra. En cualquier caso aplicar el riego tres días después de cada corte.

La avena puede cortarse desde que alcanza 50 cm de altura hasta la formación de espiga. Se debe tomar en cuenta que el estado de desarrollo alcanzado por el cultivo hasta el momento del corte determina el contenido de proteína del mismo, la cantidad de forraje seco y el número de cortes por realizar

Juscafresca (1983), señala que el momento oportuno para el corte, si se consume en verde como si se henifica o se ensila, es cuando el grano adquiere el estado de masoso lechoso pero no endurecido.

UABCS-UAAAN (1985-1995), mencionan que en mejoramiento de avena forrajera, para el carácter de precocidad en la cual las líneas más sobresalientes, con mejor arquitectura de planta y potencial para producir forraje, y mejor expresión fenotípica, fueron AN-La Paz y AN-subcalifornia, entre otras.

UABCS (1986-1987), mencionan que en cuanto a fenología y rendimiento de grano en líneas de avena forrajera seleccionadas para precocidad, mencionan que AN-La Paz fue seleccionada por su precocidad, fue la última en rendimiento de grano, observándose evidentemente que este genotipo es específico para producir forraje, careciendo de su potencial para grano.

En cuanto a la línea AN-Subcalifornia, tiene mayor potencial para producir tanto grano como forraje, de tal manera que pudiera ser un genotipo promisorio para emplearse en doble propósito.

En 1992 el promedio de rendimiento de materia verde en avena, en la Comarca Lagunera fue de 30.06 ton/ha (farias, 1993).

En 1996 el promedio de rendimiento de materia verde en la Comarca Lagunera de las variedades Cuauhtemoc, chihuahua y AN-Subcalifornia, fueron de 32.53, 32.5 y 29.10 ton/ha respectivamente (Quezada, 1996).

En 1984 en la Comarca Lagunera con la variedad "Ópalo" se obtuvieron rendimientos de forraje seco de 5,119; 7,883 y 5,085 kg/ha a los 15, 60 y 75 cm, de altura de corte. Meraz, (1984) en el mismo trabajo para la variable de contenido de proteína cruda se obtuvieron 996; 1244 y 648 kg/ha, para las tres alturas de corte respectivas mencionadas arriba.

III MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización Geográfica de la Comarca Lagunera.

Esta región se encuentra comprendida entre los meridianos 102° y los 101° 10' de Longitud oeste y los paralelos 24° 30' y los 27° de latitud norte. Tiene una altura de 1120 Metros sobre el nivel del mar. Se encuentra limitada al Oeste y Sur por la sierra Madre Oriental y hacia el este y norte por los bolsones de Mapimí y sierras aisladas; comprende 15 municipios, los cuales son: por el Estado de Coahuila; Torreón, San Pedro de las Colonias, Francisco I. Madero, Matamoros y Viescas. Por el Estado de Durango; Gómez Palacio, Lerdo Tlahualilo, Mapimí, Nazas, San Pedro del Gallo, San Luis del Cordero, Simón Bolívar y San Juan de Guadalupe.

3.2. Características Climáticas.

De acuerdo a la clasificación de C.W. Thomtwhithe, citado por Santos en 1973, el Clima de la Comarca Lagunera es árido, con lluvias deficientes en todas las estaciones del año, con una concentración de temperatura durante el verano de 30 grados centígrados.

De la temperatura se diferencia dos épocas, la primera comprende desde abril hasta octubre en la actual la temperatura media mensual excede los 20 grados centígrados y la segunda comprende los meses de noviembre a marzo en los cuales la temperatura media mensual oscila entre 13.6 y 19.4 grados centígrados, los meses más calurosos son de mayo a agosto y los más fríos diciembre y enero.

De acuerdo a las lluvias registradas durante 46 años (de 1941 a 1986) SARH, se a observado que en la Comarca Lagunera el periodo de máxima precipitación esta comprendido en los meses de julio (20.1mm), agosto (23.8 mm) y septiembre (24.8 mm). la precipitación total en los años involucrados ha sido muy variable con un promedio anual de 249.4 mm y una fluctuación desde 77.8 mm en el año más seco (1954) hasta 434.9 mm en el año más húmedo (1958).

3.3. Fuentes de abastecimiento de agua

La fuente de abastecimiento del agua superficial proviene de las presas Lázaro Cárdenas y de la derivadota Francisco Zarco, que para el ciclo primavera-Verano 1997-97 Contribuyeron con 1,350 millones de metros cúbicos y la fuente subterránea aportó 1252 millones de metros cúbicos para el mismo año

3.4. El suelo.

En la región Lagunera los suelos están comprendidos dentro de grupo sierozen. Este grupo se caracteriza por tener suelos de color café grisáceo con bajo contenido de materia orgánica y horizontes de acumulación de cal y yeso cerca de la superficie y con tendencias a la acumulación de sodio.

Se reconocen en la región once series de suelo, que derivan su nombre de la localidad donde por primera vez se encontraron, dichas series de mayor importancia son: Coyote, San Ignacio, San Pedro, Concordia y Santiago. La serie Coyote es la de mayor importancia en la región, tanto por la superficie que cubre (98,218 ha), como por sus características físico-químicas. Las condiciones físicas que caracterizan a esta serie son: Suelos profundos, permeables, con buen drenaje natural, alta capacidad de retención de humedad y pocos agrietamientos; presentan una fertilidad media, pobres en materia orgánica y nitrógeno.

3.5. Localización del área de estudio.

El estudio se realizó en los terrenos de la U.A.A.A.N. –U.L. el campo de esta Institución comprende 40 hectáreas de terreno agrícola y se localiza por la carretera a Santa Fe y Periférico. El sitio experimental cuenta con un clima seco variable, con una temperatura promedio de 25°C y una precipitación de 250-300 mm. El tipo de suelo es franco arcilloso con vientos dominantes del norte.

3.6. Métodos.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial, con dos repeticiones, donde los factores fueron genotipos con dos niveles, los cuales fueron AN Sub-California y AN La Paz y el otro factor fue densidades de siembra con tres niveles 100, 140 y 180 kg/ha de semilla respectivamente. Las variables respuestas fueron rendimiento de forraje verde, rendimiento de forraje seco y altura de planta.

La siembra se realizó el día 3 de enero de 2000; se aplicaron seis riegos incluyendo el de siembra; en cuanto a la fertilización se usó 250 kilos de urea y 100 kilos de fósforo. Para control de maleza se utilizó el 2-4D amina.

Las fechas en las que se realizó el corte fue el día 24 de Marzo del 2000 en este mismo día se tomó el primer peso, hasta el día 27 de abril de 2000 que fue el último día en que se tomó el último peso. Todas las mediciones se hicieron en el centro de cada parcela sobre un cuadro previamente fabricado de 1 m² antes de cortar se midió la altura de la planta desde la superficie del suelo hasta la punta de la última hoja de la planta, y mediante un promedio se sacaron las medias de altura de planta.

El corte se realizó en estado lechoso masoso del grano, en forma manual, utilizando una hoz, hasta el ras del suelo. Se cortó el material y posteriormente se pesó en una báscula de reloj y se determinó peso de materia verde. Después que las muestras se habían expuesto al sol y estaban completamente secas, se pesaron en una báscula de reloj para determinar peso seco.

El análisis estadístico se realizó para cada uno de los parámetros medidos, determinando el grado de significancia en el análisis de varianza de cada variable a los niveles 0.05 y al 0.01.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos obtenidos, de las variables respuestas analizadas se sometieron al análisis estadístico para determinar su significancia, así como también determinar la comparación de medias, obteniéndose los siguientes resultados.

Rendimiento de forraje verde.

El análisis de varianza para la variable forraje verde no detectó diferencias significativas por efecto de los factores densidad de siembra y genotipo, pero sí para la interacción genotipo - densidad de siembra (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento de forraje verde.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr	S
Repeticiones	1	37630208.3	37630208.3	0.57	0.4840	NS
Densidades	2	62885416.7	31442708.3	0.48	0.6463	NS
Genotipo	1	61880208.3	61880208.3	0.49	0.3771	NS
Gen. X Dens.	2	637072916.7	318536458.3	4.83	0.0679	*
Error	5	329588542	65917708			
Total	11	1129057292				

C.V.= 21.09 M = 38479 kg/ha.

NS = No significativo. *= Significativo al 0.05 **= Significativo al 0.01

En el Cuadro 3 se presentan los rendimientos de forraje verde de las tres densidades de siembra 100, 140 y 180 kg de semilla ha⁻¹, promedio de los genotipos AN- SubCalifornia y AN-La Paz.. Aunque la prueba de medias por el método de la diferencia mínima significativa no detectó diferencias estadísticas, se observa que la densidad de siembra de 140 kg ha⁻¹ presentó numéricamente el rendimiento de forraje verde más alto con 41,688 kg ha⁻¹ respecto a las densidades de 100 y 180 kg ha⁻¹, las cuales produjeron 14% menos.

Cuadro 3. Rendimiento de forraje verde de tres densidades en promedio de dos genotipos.

Densidad kg/ha	F. verde kg/ha	0.05
100	36,500	a
140	41,688	a
180	37,250	a

D.M.S= 14,758 kg/ha.

En el Cuadro 4 se presentan los rendimientos de forraje verde de los genotipos AN- SubCalifornia y AN-La Paz en promedio de tres densidades. Al igual que para las densidades los genotipos no difirieron significativamente en rendimientos, aunque se observa una ventaja numérica de la variedad AN-SubCalifornia con 40,750 kg ha⁻¹ respecto a la variedad AN-La Paz con 36,208 kg ha⁻¹ lo cual representa una ventaja del 13% en rendimiento.

Cuadro 4. Rendimiento de forraje verde de dos genotipos en promedio de tres densidades.

Genotipos	F. verde kg/ha	0.05
AN – Subcalifornia	40,750	a
AN – La Paz	36,208	a

D.M.S. = 12,050 kg/ha.

En el Cuadro 5 se presentan los rendimientos promedio de forraje verde de las seis combinaciones genotipo-densidad de siembra, los cuales presentan diferencias significativas entre medias. En estos resultados observamos que los genotipos se comportaron de manera diferente en respuesta a la densidad de siembra. El genotipo AN- SubCalifornia respondió satisfactoriamente en las bajas densidades de 100 y 140 kg de semilla ha⁻¹, mientras que a 180 se redujo significativamente el rendimiento; mientras que la variedad AN-La Paz, respondió de manera contraria, incrementando su rendimiento en las altas densidades de 140 y 180 y con reducción significativa en 100 kg de semilla ha⁻¹.

Cuadro 5. Rendimiento de forraje verde de la interacción de dos genotipos y tres densidades.

Genotipos	Densidad kg/ha	R.F. verde kg/ha.	0.05
AN-Subcalifornia	140	48,375	a
AN-La Paz	180	45,250	ab
AN-Subcalifornia	100	44,625	ab
AN-La Paz	140	35,000	b
AN-Subcalifornia	180	29,250	bc
AN-La Paz	100	28,375	bc

D.M.S. = 12,051 kg/ha.

Los rendimientos más altos fueron para la variedad AN-SubCalifornia a la densidad de siembra de 140 kg ha⁻¹ con 48,375 kg ha⁻¹ y para la variedad AN-La Paz a la densidad de siembra de 180 kg ha⁻¹ con 45,250 kg ha⁻¹; mientras que los rendimientos más bajos fueron para AN-SubCalifornia a la densidad de siembra de 180 kg ha⁻¹ con 29,250 kg ha⁻¹ y para AN-La Paz a la densidad de siembra de 100 kg ha⁻¹ con 28,375 kg ha⁻¹.

Estos resultados coinciden con las características de las variedades, ya que la AN- SubCalifornia es una variedad mas frondosa en la cual la competencia entre plantas por luz y nutrientes se incrementa al aumentar el número de plantas por hectárea, mientras que la variedad AN-La Paz por el contrario, es una variedad precoz, de menor estructura, la cual en bajas densidades, no utiliza al máximo los recursos de suelo y luz, y trae como consecuencia un bajo rendimiento UABCS-UAAAN (1985-1995), UABCS (1986-1987).

Rendimiento de forraje seco.

El análisis de varianza detectó efectos significativos por factor densidad de siembra e interacción genotipo-densidad, pero no por el factor genotipo en el rendimiento de forraje seco (Cuadro 6).

Cuadro 6. Análisis de varianza para rendimiento de forraje seco.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr	S
Repeticiones	1	1020833.33	1020833.33	0.40	0.5563	NS
Densidades	2	23885416.67	11942708.33	4.65	0.0724	*
Genotipo	1	3000000.00	3000000.00	1.17	0.3294	NS
Gen. X Dens.	2	23156250.00	11578125.00	4.50	0.0761	*
Error	5	12854166.67	2570833.33			
Total	11	63916666.67				

C.V.=18.50 Media = 8666.6 kg/ha.

NS = No Significativo. *= Significativo al 0.05 **= Significativo al 0.01

En el Cuadro 7 se presentan los rendimientos de forraje seco para las tres densidades de siembra 100, 140 y 180 kg de semilla ha⁻¹, promedio de los genotipos AN- SubCalifornia y AN-La Paz.. En este cuadro se observan diferencias significativas en el rendimiento de forraje seco para las tres densidades de siembra, en el cual, la densidad de 140 kg ha produjo el mayor rendimiento con 9,875 kg ha⁻¹, respecto a la densidad de siembra de 100 kg ha⁻¹, la cual obtuvo rendimiento de 6,688 kg ha⁻¹ que representa un incremento en rendimiento de 40% respecto a la densidad de siembra de 100 kg ha⁻¹.

Cuadro 7. Rendimiento de forraje seco de tres densidades en promedio de dos genotipos.

Densidad kg/ha	F. seco kg/ha	0.05
100	6,688	b
140	9,875	a
180	9,438	ab

D.M.S.= 2,914 kg/ha.

En el Cuadro 8 se presentan los rendimientos de forraje seco para los genotipos AN- SubCalifornia y AN-La Paz en promedio de las densidades de siembra de 100, 140 y 180 kg de semilla ha⁻¹. En este cuadro, aunque no se observan diferencias significativas en rendimiento de forraje seco entre los genotipos AN- SubCalifornia y AN-La Paz, se presenta diferencia numérica a favor de AN-La Paz., esto es contrario a lo que se encontró para forraje verde, en el cual AN- SubCalifornia, presentó ventaja numérica en rendimiento de forraje verde sobre AN-La Paz.. Este resultado coincide con las características de las variedades, ya que AN- SubCalifornia es una variedad más succulenta y con mayor contenido de humedad que AN-La Paz.

Cuadro 8. Rendimiento de forraje seco de dos genotipos en promedio de tres densidades.

Genotipos	F. seco kg/ha	0.05
AN – Subcalifornia	8,166	a
AN – La Paz	9,166	a

D.M.S. = 2,379. Kg/ha.

En el Cuadro 9 se presentan los rendimientos promedio de forraje seco de las seis combinaciones genotipo-densidad de siembra, los cuales presentan diferencias significativas entre medias.

Cuadro 9. Rendimiento de forraje seco de interacción de dos genotipos y tres densidades.

Genotipo	Densidades kg/ha	R.F.seco kg/ha	0.05
AN-La Paz	180	11,750	a
AN-La Paz	140	10,125	ab
AN-Subcalifornia	140	9,625	ab
AN-Subcalifornia	100	7,750	b
AN-Subcalifornia	180	7,125	bc
AN-La Paz	100	5,625	bc

D.M.S. = 2,380 kg/ha.

En estos resultados observamos que los genotipos se comportaron de manera diferente en respuesta a la densidad de siembra. El genotipo AN- SubCalifornia respondió satisfactoriamente en la densidad intermedia de 140 kg de semilla ha^{-1} , con un rendimiento de 9,625 kg ha^{-1} , mientras que a la densidad de siembra de 180 kg ha^{-1} , se redujo significativamente el rendimiento a 7,125 kg ha^{-1} ; por otra parte la variedad AN-La Paz, respondió de manera contraria, con el máximo rendimiento a la densidad de siembra de 180 kg ha^{-1} con 11,750 kg ha^{-1} , mientras que a la densidad de siembra de 100 kg ha^{-1} se redujo drásticamente el rendimiento hasta 5,625 kg ha^{-1} .

Estos resultados coinciden con los datos de rendimiento en forraje verde y seco para genotipos y densidades y con las características de los genotipos. AN-SubCalifornia es una variedad que presenta el mayor rendimiento de forraje verde a bajas densidades y AN-La Paz, la variedad que presenta el mayor rendimiento de forraje seco a altas densidades. Es de considerar que AN-SubCalifornia presentó su máximo rendimiento de forraje verde y seco en la densidad de siembra de 140 kg ha^{-1} con reducciones significativas a 180 kg ha^{-1} ; por el lado contrario AN-La Paz no alcanzó el punto de disminución de rendimiento de forraje verde y seco a 180 kg ha^{-1} , lo cual supone que puede presentar incrementos en rendimiento a densidades de siembra mayores de 180 kg ha.

Los resultados de este experimento, presentan una ventaja positiva de los genotipos AN- SubCalifornia y AN-La Paz sobre los genotipos Cuauhtemoc y Chihuahua, que se usan a nivel regional, los cuales presentan rendimientos de forraje verde de 32,530 y 32,500 (Quezada, 1996), que al compararlos con los rendimientos obtenidos por AN- SubCalifornia (48,375 kg ha⁻¹) y AN-La Paz (45,250 kg ha⁻¹) en el presente estudio, presentan ventajas en rendimiento de 40% de forraje verde; de la misma manera en forraje seco, en la Comarca Lagunera con la variedad Ópalo, se obtuvieron rendimientos de 7,883 Kg./ha (Meraz, 1984), que al compararlo con los obtenidos en el presente estudio para las variedades AN-La Paz (11,750 kg ha⁻¹) y AN- SubCalifornia (9,625 kg ha⁻¹), los rendimientos obtenidos en el presente estudio presentan ventajas en un 40% en rendimiento de materia seca.

Altura de planta

El análisis de varianza detectó efectos significativos para la interacción pero no para los factores individuales genotipo-densidad de siembra (Cuadro 10).

Cuadro 10. Altura de planta.

FV	GL	SC	CM	FC	PR	S
Repeticiones	1	44.0833	2.41	0.1812	NS	
Densidades	2	7.1667	3.5833	0.20	0.8280	NS
Genotipos	1	0.0833	0.0833	0.00	0.9488	NS
Gen. X Dens.	2	192.1667	96.0833	5.26	0.590	*
Error	5	91.4167	18.2833			
Total	11	334.9167				

C.V. = 3.11 Media = 137.08 kg/ha.

NS = No Significativo. * = Significativo al 0.05 ** = Significativo al 0.01

En el Cuadro 11 se presenta la altura de planta de las densidades de siembra de 100, 140 y 180 kg de semilla ha⁻¹ en el cual no se presenta diferencia significativa entre las densidades. De la misma manera en el Cuadro 12 se presenta la altura de planta para las variedades AN- SubCalifornia y AN-La Paz y en la cual no se aprecian diferencias significativas en altura de planta entre las dos variedades.

Cuadro 11. Altura de planta a tres densidades en promedio de dos genotipos.

Densidad kg/ha	cm	0.05
100	137.75	a
140	136.00	a
180	137.50	a

D.M.S. = 7.77 cm.

Cuadro 12. Altura de planta de dos genotipos en promedio de tres densidades.

Genotipos	Altura cm.	0.05
AN – Subcalifornia	137.16	a
AN – La Paz	137.00	a

D.M.S. = 6.34 cm.

En el Cuadro 13 se presenta la altura de planta de las combinaciones genotipo-densidad de siembra. Se encontraron diferencias significativas en la cual se observa que la variedad AN- SubCalifornia redujo su altura significativamente en la densidad de 180 kg ha⁻¹ en un 6% al pasar de 143 cm a 133 cm. En forma contraria AN-La Paz incremento su altura significativamente en la alta densidad de siembra respecto a la baja densidad al pasar de 132.50 cm a 142 cm en las densidades de 100 y 180 kg ha⁻¹ respectivamente. Lo anterior esta de acuerdo con la altura encontrada por Quezada (1996), el cual obtuvo una altura promedio de 10 Genotipos de 1.34 metros.

Cuadro 13. Altura de planta de la interacción de dos genotipos y tres densidades.

Genotipos	Densidades kg/ha	Altura cm.	0.05
AN-Subcalifornia	100	143.00	a
AN-La Paz	180	142.00	a
AN-La Paz	140	136.50	ab
AN-Subcalifornia	140	135.50	b
AN-Subcalifornia	180	133.00	b
AN-La Paz	100	132.50	b

D.M.S. = 6.34 cm.

V. CONCLUSIÓN

Las variedades AN- SubCalifornia y AN-La Paz respondieron de forma diferente a las densidades de siembra. AN- SubCalifornia mostró su mejor rendimiento de forraje verde y forraje seco a densidades de siembra de 140 kg ha con 48,375 y 9,625 kg ha, mientras que AN-La Paz lo obtuvo a 180 kg ha con 45,250 y 11,750 kg ha. AN- SubCalifornia mostró superioridad para producir forraje verde mientras que AN-La Paz lo hizo en forraje seco. Los rendimientos obtenidos por las variedades en este estudio superan en 40% promedio en forraje verde y forraje seco al obtenido por las variedades regionales. AN-La Paz no alcanzó su máximo rendimiento en función de la densidad de siembra de 180 kg ha, por lo cual podría presentar aún rendimientos máximos en densidades de siembra arriba de 180 kg ha.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Cantú, B.J.E. 1985. Apuntes de cultivos forrajeros 1° ed. Departamento de Fitomejoramiento U.A.A.A.N –U.L. Torreón, Coah; México.
- Córdoba, O. B. 1971. Cereales, 2° ed. Departamento de Fitomejoramiento U.A.A.A.N-UL
U.L. Torreón, Coah; México.
- Farías, F. J. M. 1983. Avena Forrajera su cultivo en la Comarca Lagunera. Desplegable.
CAELALA No. 17 SARH, INIFAP.
- Fraga, M. H. 1989-1991. Parámetros de estabilidad en líneas avanzada de Avena forrajera y trigo harinero, en diferentes ambientes. UABC-SEP- DGICSA
P.1- 2.
- Juscafresca, B. 1983. Forrajes, fertilizantes y valor nutritivo, 2° ed. Edit. Mexicana
México.
- Quezada, A. Z. H. 1996. Respuesta agronómica de 8 variedades experimentales de avena
Forrajera (Avena Sativa L.) en 2 fechas de siembra.
- Meraz, M. J. L. 1984. Calendarios de riego para tres alturas de corte en avena forrajera
(Avena Sativa L.) en la región Lagunera.
- Robles, S. R. 1990. Producción de granos y forrajes 5° ed. LIMUSA. México.

SARH, 1977. Resultados de investigación agrícola, Comarca Lagunera, Coahuila y Durango.

Sparque, M. A. 1966. Los cereales como forrajes en lluges, II. D., M. E. Ileat ydis. Metcalf. Forrajes 2° CECOSA. México. P. 373- 376.

