



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Aplicación de una sembradora centrífuga
en la siembra de sorgo forrajero
en condiciones de temporal.

Por:

GENARO DEMUNER MOLINA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA



Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
Septiembre del 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE INGENIERÍA

Aplicación de una sembradora centrífuga en la siembra de sorgo forrajero en condiciones de temporal.

Por:

GENARO DEMUNER MOLINA

T E S I S

Que somete a la Consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO MECÁNICO AGRÍCOLA

Aprobada por el Comité de Tesis

Asesor Principal

Ing. Rosendo González Garza

Sinodal

Sinodal

M.C Ramiro Luna Montoya

Ing. José Juan de Valle Treviño

Coordinador de la División de
Ingeniería

Dr. Javier de Jesús Cortes Bracho

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Septiembre 28 de 2006

DEDICATORIA

A mi madre Herminia Molina Sartorius que me brindó la oportunidad para poder superarme y llegar a conseguir lo que ahora soy.

A mi padre que en donde quiera que se encuentre este triunfo se lo dedico de todo corazón.

A mis hermanos María Guadalupe, Mónica y Diego que a pesar de todo lo que hemos pasado ahora se que podemos seguir adelante.

A mi sobrino Almir Antonio que llegó a formar parte de nuestra familia y a darle una chispa de felicidad a todos.

A Reyna Patricia Aponte Suárez por tu comprensión y todos los momentos que hemos compartido durante todo este tiempo, te lo agradezco desde lo mas profundo de mi ser, gracias.

A mis abuelos Ventura Demuner y Segunda Colorado, como una muestra de cariño y respeto.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por guiarme en el recorrido de este largo camino.

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por darme un espacio para poder realizar mis estudios y mi formación profesional.

Al Ingeniero Rosendo González Garza y al MC. Ramiro Luna Montoya por su apoyo y participación en la realización de este proyecto.

A todo el personal del Departamento de Maquinaria Agrícola: MC. Héctor Uriel Serna Fernández, MC. Juan Antonio Guerrero Hernández, Ing. Juan Arredondo Valdez, MC. Tomás Gaytán Muñoz, Ing. José Juan de Valle Treviño, MC. Blanca Elizabeth de la Peña Casas, Dr. Martín Cadena Zapata, MC. Jesús R. Valenzuela García y Juana María Valenzuela Galarza.

A la profesora Dora Alicia Rodríguez Trejo por su amistad brindada y su apoyo.

A la profesora Martha Ochoa Balderas por todas las facilidades brindadas durante mi estancia en la Universidad.

A la Lic. Guadalupe Lucía Barrera Valdez por su apoyo en la realización de los trabajos de laboratorio de suelos.

A la MC. Felipa Morales Luna por su atención y apoyo para la realización de este trabajo.

A Doña Gertrudis Suárez Mora y a Don Isaías Aponte Suárez por su cariño y apoyo brindado durante toda esta etapa.

A mis compañeros y amigos de la carrera: Mario Alberto Méndez Dorado, Julio César Arellanes Olivero, Benjamín Palma Rosas, Neftalí Cuervo Piña, Enrique Porras Pérez, Elías Hernández García, Francisco Martín Hernández Hernández, Azael Ramos, Henry Ernesto Álvarez López, Salvador Romero Segundo, Esteban Iván de la Rosa Tula, Humberto Guerrero y Aarón González Soto.

A los demás compañeros con los que conviví: Lamberto, Rodolfo, César, Javier, Daniel, Antonio, Fidel, Michel, a todos ellos gracias por su amistad.

A la familia Martínez Valdez: Doña Guadalupe, Doña Lilia, Dulce María, Valeria del Carmen y Fátima Guadalupe, a todas ustedes les estoy enteramente agradecido por su amistad y todo lo que me brindaron desde que nos conocimos.

A la tía Lola Valdez por su amistad y apoyo brindado.

A todos mis familiares, primos, tíos y amigos que me apoyaron y creyeron en mí.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Objetivos e hipótesis.....	5
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Agricultura de temporal.....	6
2.1.1 Relevancia e importancia de la agricultura de temporal.....	8
2.1.2 Necesidades, restricciones e incertidumbres	9
2.1.3 El sorgo para forraje.....	10
2.2 Prácticas de cultivo y de manejo	11
2.2.1 Sistemas de cosecha	11
2.2.2 Fases del crecimiento	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Ubicación del lugar del proyecto.....	14
3.2 Equipo y material utilizados en la siembra del sorgo forrajero.....	14
3.3 Metodología	17
3.3.1 Primera fase.....	18
3.3.2 Segunda fase.....	19
3.3.3 Tercera fase.....	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1 Resultados de los rendimientos obtenidos en el proyecto.....	21
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	24
VI. BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	25
ANEXOS	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1	14
Figura 3.2	15
Figura 3.3	15
Figura 3.4	16
Figura 3.5	16
Figura 3.6	18
Figuras 3.7	18
Figuras 3.8	19
Figura 3.9 Muestras representativas	20
Figura 3.10 Peso del forraje	20
Figura 4.1	21

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1 Peso de las muestras en verde	21
Tabla 4.2 Peso de las muestras deshidratadas.....	22
Tabla 4.3	23

RESUMEN

La siembra de cultivos agrícolas en forma mecanizada se realiza mediante la utilización de dos tipos de sembradoras:

- Sembradoras en hileras de labranza previa o de siembra directa
- Sembradoras al voleo

Las sembradoras en hilera tienen como fin sembrar las semillas uniformemente en hilera o surcos paralelos, para lo cual la máquina debe cumplir las funciones de dosificación de las semillas, apertura de los surcos, colocación de la semilla, cubrimiento de la semilla y apisonamiento. Dependiendo del grano a sembrar, este tipo de sembradoras puede ser de dos clases:

Sembradoras por su sitio: las cuales distribuyen las semillas espaciadas uniformemente dentro del surco, se utilizan para semillas de grano grande como algodón, maíz, soya, frijol, etc.

Sembradoras al voleo: a diferencia de las anteriores depositan las semillas al azar dentro de una franja de terreno; la precisión y uniformidad de la siembra no es buena y requiere el paso posterior de un implemento para cubrir la semilla, generalmente se emplean en la siembra de granos pequeños como avena, arroz, cebada, pastos o leguminosas.

La lluvia impredecible, es un factor de suma importancia en los cultivos de secano. Los altos rendimientos se asocian a la lluvia normal que ocurre antes de la estación de crecimiento, y con la lluvia de ese período o con la del mes de iniciación de la etapa reproductiva. Quizás esos sean aspectos evidentemente importantes en la determinación de los rendimientos, pero la cantidad de agua almacenada en el suelo y disponible para las plantas es crítica para asegurar el éxito del sistema de producción.

I. INTRODUCCIÓN

En Coahuila la producción de forrajes con fines ganaderos es de gran importancia debido a la escasez de materia vegetal disponible en las áreas destinadas al pastoreo.

La situación al 31 de julio de 2006 en la producción de sorgo forrajero en el estado de Coahuila alcanzó las 123,375 toneladas de las 26,630 hectáreas sembradas durante el ciclo primavera-verano (SIAP, 2006).

Dentro de los estados con producción de sorgo forrajero en condición de temporal destacan: Coahuila, Colima, Chihuahua, Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Nuevo León, Sinaloa, Sonora, Tamaulipas y Zacatecas (SIAP, 2006).

Sin embargo la producción de sorgo forrajero enfrenta una serie de factores limitantes que van desde los problemas fitopatológicos, entomológicos y agronómicos.

El sorgo pertenece a la familia de las gramíneas. Las especies son el Sorghum Vulgare y el Andropogon Sorghum Sudanensis. Tiene una altura de 1 a 2 metros, presenta inflorescencias en panojas y semillas de 3 milímetros, esféricas y oblongas de color negro, rojizo y amarillento. Tiene un sistema radicular que puede llegar en terrenos permeables a 2 metros de profundidad.

El sorgo exige para la preparación del terreno una labor de alza profunda y 2 o 3 pasos de rastra (cruzadas) para dejar el suelo sin agregados grandes ni malezas que dificulten la siembra. La densidad de plantación en el sorgo no es muy importante, aunque las plantaciones demasiado claras no son deseables.

Según ensayos realizados en Francia, se puede aconsejar una densidad de 20 a 30 plantas por metro cuadrado y una separación de líneas comprendidas entre 20

y 60 centímetros. Por encima de los 60 centímetros se ha comprobado en la mayor parte de los ensayos una disminución del rendimiento.

La siembra puede ser realizada con diferentes modelos de sembradoras, es esencial no enterrar expresivamente el grano, debiendo ser de unos 2 a 4 centímetros la profundidad y procurando que ésta sea regular. Como productos recomendados para la desinfección del suelo en el sorgo, se recomiendan: carbofurano, carbofurano+fenamifos, carbosulfán, clormefos, disulfotón y terbufos (INFOAGRO, 2006).

Para la cosecha se utiliza una máquina cortadora que deja tirado el forraje para que se lleve a cabo el proceso de deshidratación y así poder realizar el empaque. El empaque se realiza con maquinaria especial para forrajes en donde queda compactado y amarrado en pacas de un promedio de 35 kilogramos lista para su comercialización o almacenaje.

1.1 Antecedentes

A este respecto Gallegos Santos (2005) demostró que la etapa apropiada para el ensilaje del sorgo forrajero en cualquier modalidad es a partir de cuando presenta floración completa, siendo la más apropiada en etapa de grano masoso blando, ya que en ésta se tienen menos pérdidas por drenados de jugos nutritivos, dejar pasar a la etapa de grano masa-dura, provoca grandes pérdidas debido a que el grano donde se concentra la mayor calidad del forraje es tragado y desechado íntegro por el ganado. Cuando se va a pastorear como en el caso de Sorgo x Sudán y Pasto Sudán, la etapa apropiada dependerá de las necesidades de forraje, pero la condición es que la altura del sorgo no sea menor de 70 centímetros y no mayor de 120 centímetros, para evitar riesgos con nitratos y desperdicio por pisoteo al doblarse plantas muy altas con el paso de los animales. Para la formación de pacas en el caso del Pasto Sudán se puede utilizar la misma altura que para pastoreo.

Gallegos Santos (2005) todos los sorgos forrajeros son ricos en azúcares solubles pero inferiores al maíz, constituyen la segunda mejor materia prima para el proceso de ensilaje, entre ellos están las cruza de Sorgo x Sorgo, Sorgo x Sudán y el Pasto Sudán, existiendo en los primeros una variante, las variedades Nervadura Café (NC), que se caracterizan por ser bajas en lignina, con mayor digestibilidad del forraje, pero más propensas al acame durante su producción. Las variedades de cruza Sorgo x Sudán, son de ciclo intermedio a precoz (90 – 95 días a grano masoso blando), de porte de plantas más bajas (2.20 a 2.50 centímetros) más propias para pastoreo directo, aunque también se pueden ensilar y picar en verde, su vigor es menor a las anteriores variedades presentando tallos con un diámetro de 10 a 15 milímetros lo que no las hace muy aptas para la henificación.

La agricultura de temporal es definida en términos de todos los componentes de producción y sistemas de manejo en las diversas clases de áreas en las que la cantidad y estabilidad de los suministros de agua son factores limitantes. Dentro de este marco, cada uno de los componentes principales de las operaciones inherentes a un sistema agrícola de temporal es analizado. Estos elementos incluyen:

1. Principios y operaciones tendientes a la conservación del suelo y agua en condiciones diversas.
2. Selección de cultivos y su relación a otros elementos de sistemas agrícolas de temporal.
3. Mejoramiento de cultivos mediante la producción de semillas y control de calidad.
4. practicas culturales, incluyendo tanto métodos de labranza principal y manejo de residuos vegetales.
5. Labranza secundaria, principios de densidad de siembra y espaciamento entre líneas.

6. Fertilización: su efecto sobre el rendimiento e influencia sobre la eficiencia del uso del agua y su economía.
7. Control de humedad del suelo, hierbas y residuos vegetales
8. Control de plagas y enfermedades.
9. Sistemas de cosecha y almacenamiento y su relación con los patrones de cultivo.

La interrelación de la mecanización de las operaciones de secado con las condiciones sociales y económicas prevalecientes o deseadas. (Ramírez Ramos, 2002).

1.2 Objetivos e hipótesis

Objetivos.

- Introducir la sembradora centrífuga para establecer los fundamentos de cómo realizar la labor de siembra en forma eficiente.
- Conocer la densidad de siembra, uniformidad de siembra y el rendimiento que se puede obtener con el número de pacas.

Hipótesis.

Con la introducción de la sembradora centrífuga se obtendrán mayores beneficios en cuanto a la reducción de tiempo para llevar a cabo la labor de siembra, además de comprobar su eficiencia en el campo y poder llevarla a escalas mayores en cuanto a producción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Agricultura de temporal

Los sistemas agrícolas de temporal difieren considerablemente entre sí. Compuestos de muchos y diversos elementos no existe una combinación monolítica de cultivos, ambientes y prácticas culturales que pueda usarse para definir la agricultura de temporal. Existe amplia evidencia de que métodos que en algunas regiones han sido aplicadas con éxito; muy frecuentemente no pueden ser transferidos a otros lugares sin modificación alguna. Sin embargo, existe también suficiente similitud entre estos muy variados sistemas de producción para permitir el desarrollo de una definición, que sirva simultáneamente para el análisis y la prescripción de programas de operación para los mismos.

El dominio geográfico y funcional de la agricultura de temporal puede definirse solo en forma muy general. La especificación de las áreas de temporal es determinada en forma general por la interrelación de los patrones de la precipitación y los patrones de crecimiento del cultivo. Generalmente, los sistemas agrícolas de temporal pretenden optimizar la producción en términos de un suministro limitado e inestable de humedad.

Las variables de decisión en esta optimización son el almacenamiento de humedad en el suelo, la selección de cultivos y variedades, la secuencia de cultivos utilizados y los métodos de cultivo empleados. Restricciones físicas, económicas y sociales determinan parcialmente la combinación óptima de las variables de decisión en una situación particular. La calidad y estructura del suelo son determinantes principales, como también lo son los factores que influyen la percolación, escurrimiento, evaporación y transpiración. Los patrones de tenencia de la tierra pueden determinar no solamente la selección entre la producción

agrícola y la producción pecuaria y aun la utilización de prácticas de agricultura de temporal o de riego.

En muchos lugares, existe cultivación excesiva mientras que en otras se cultiva sin un propósito específico. Generalmente, en la agricultura de temporal, el cultivo debe de minimizarse y dirigirse a objetivos tan precisos como sea posible, la conservación y desarrollo del suelo y agua, la siembra y germinación de la semilla y a la promoción del crecimiento del cultivo en un periodo restringido. Las prácticas de cultivo por si mismas, no son sin embargo significativas. Cada una de ellas debe evaluarse en términos de un sistema limitado en cantidad y estabilidad de la humedad, en contra de las necesidades de la planta, con prácticas culturales adicionalmente restringidas por los atributos del suelo y las características climáticas del área.

A medida que la sofisticación de los sistemas agrícolas de temporal aumenta, se incrementa también la necesidad de un cambio constante en métodos, materiales, equipo y habilidades personales. Una vez que la transición a una agricultura de temporal moderna y mecanizada es lograda, se introduce un dinamismo inherente y quizá irreversible. Variaciones en plantas o maquinaria conducen a nuevos sistemas que en turno desembocan en nuevas plantas, maquinaria o elementos de manejo. Las necesidades de rapidez y oportunidad, especialmente para las operaciones de siembra y cultivo, genera necesidades de nueva maquinaria y por tanto, de nuevos cambios.

Así pues, se trata de muy diversos sistemas y subsistemas que sin embargo comparten las relaciones de humedad-planta-cultivo que básicamente definen lo que se conoce como agricultura de temporal, que en su mayoría son inherentemente dinámicos y entre los cuales existe suficiente uniformidad para hacer posible el análisis y la germinación, pero existe también suficiente diversidad para permitir que elementos específicos del sistema de producción puedan ser evaluados para su adaptación a otros sistemas (Ramírez Ramos, 2002).

2.1.1 Relevancia e importancia de la agricultura de temporal

La creciente demanda de alimentos en países en desarrollo hace que la relevancia de la agricultura de temporal deba ser centrada en tales países. Aproximadamente el 90% de la tierra cultivada en el planeta no es irrigada y donde la precipitación es inadecuada o insuficiente, las técnicas de la agricultura de temporal son el único medio de asegurar niveles aceptables de productividad agrícola en la mayoría de estas áreas, pues sin ellas la producción permanente y continúa sin irrigación es efectivamente imposible.

En la mayoría de las áreas de temporal del mundo, el trigo es el producto principal, aunque otros granos como el maíz, sorgo y mijo, son también de importancia en la producción de alimentos en áreas importantes del mundo. Por tanto, la producción de granos a través de la agricultura de temporal es muy importante para la formación y conservación de la reserva alimentaria del mundo.

En algunos lugares el uso de implementos agrícolas inadecuados y operados con tracción animal ha sido conducente a la pérdida de estructura y humedad del suelo, a niveles bajos de germinación, al control inadecuado de malezas durante periodos de descanso de la tierra, a la conservación de cantidades reducidas de residuo vegetal en la superficie del terreno y en tiempos de siembra ineficientes. De mayor importancia todavía es tal vez el deterioro de la ecología de estos lugares en donde la vegetación original es destruida y el balance hidrológico es roto.

El advenimiento de la maquinaria y equipo agrícola ha generado avances en las técnicas de cultivo y siembra así como el desarrollo y adaptación de variedades y rotación de cultivos que han permitido la incorporación al cultivo de cereales de grandes áreas antes improductivas. En países como el nuestro, existen áreas con mejores suelos y clima que las de las regiones mencionadas, en las que los niveles de producción pueden ser mejorados en forma considerable con la

adopción de las prácticas y métodos apropiados de los sistemas de producción agrícola de temporal.

Otro elemento de consideración altamente relevante es que no debe permitirse que el importante éxito logrado con algunos granos en algunos países limite la percepción de la necesidad continua de enfatizar el mejoramiento de la tecnología de producción de alimentos en general. La necesidad de esta tecnología de producción en las áreas de limitado suministro de humedad es todavía más urgente en las áreas de temporal, que en regiones más húmedas (Ramírez Ramos, 2002).

2.1.2 Necesidades, restricciones e incertidumbres

Tanto la historia, como la presente diversidad de sistemas agrícolas indican que debe hacerse, las restricciones que deben de cumplirse y el conocimiento que debe generarse si el potencial total de la agricultura de temporal ha de ser alcanzado.

Ordinariamente y en forma especial a largo plazo, el agricultor cambiara sus métodos de cultivo, si reconoce la posibilidad de un beneficio importante y seguro. Sin embargo, algunas de estas adaptaciones pueden ocurrir solo a través de la acción colectiva. Un agricultor puede por si mismo introducir una nueva variedad y los insumos requeridos por esta, pero ambos deben ser desarrollados por la colectividad.

Es reconocido que la maquinaria agrícola debe ser operada con la rapidez y la oportunidad requerida sobre extensiones considerables y a bajo costo, a fin de eliminar impactos adversos. La necesidad de manejar el suelo para su mejoramiento y conservación es también conocida.

Existen diversos tipos de condiciones que determinan el que un agricultor decida adoptar un nuevo método de cultivo. Muchas de estas condiciones están fuera de su control personal, como la disponibilidad de facilidades de investigación y extensión agrícola, las facilidades de transporte, manejo y procesamiento de la producción, así como las facilidades de crédito. Es conocido que la adopción de nuevas técnicas de producción por los agricultores se da cuando se ofrece a estos incentivos adecuados y estables y los elementos básicos de su sistema de producción que están fuera de su control personal.

Las necesidades de mejoramiento y las limitaciones de la agricultura de temporal son conocidas en general. Por ejemplo, existen regiones donde el riesgo de algunos tipos de agricultura de temporal es reconocido como muy alto. En otras áreas y dado el conocimiento actual, es casi imposible su desarrollo (Ramírez Ramos, 2002).

2.1.3 El sorgo para forraje

En Estados Unidos de América, los sorgos utilizados para forraje son sembrados principalmente en las Grandes Llanuras donde la humedad es insuficiente para una buena producción de maíz. Los principales estados productores de sorgo forrajero son, en orden decreciente, Kansas, Texas, Nebraska, Oklahoma y Colorado. El aumento en la demanda de forrajes y el uso de variedades mejoradas y adaptadas a su producción, actuaron preponderantemente en su aceptación como cultivo forrajero. El sorgo del Sudán y sus cruzamientos se usan para pastoreo o como heno, en casi todos los estados de E.U.A. Muchos productores usan los sorgos para heno o para ensilar, o dejan que la cosecha se amontone *in situ* para su utilización a fines del otoño. Algunos granjeros lo amontonan en pilas o en hileras, para alimento suplementario de invierno. Además, se usa para que satisfagan las necesidades imprevistas de forraje en verano. El paso o hierba del Sudán y los sorgos forrajeros también se pueden

utilizar en siembras compactas para controlar las malezas y la erosión de suelos; constituyen excelentes residuos para restablecer pasturas (Owen y Moline, 1975).

2.2 Prácticas de cultivo y de manejo

El sorgo generalmente se siembra en una sementera limpia, bien trabajada; Quinby y Karper (1962) indicaron que uno de los principales problemas proviene de sembrar con demasiada semilla.

Martin y Stephens (1955) informan que la mayoría de los sorgos se siembran en hileras para facilitar la labranza destinada al control de las malezas.

En zonas de escasas precipitaciones, donde se cultiva sorgo durante casi todo el año, la siembra bajo cubierta de la capa vegetal es una práctica no aconsejable. Kiesselbach y Anderson (1925) afirmaron que en Nebraska los sorgos azucarados eran más productivos que el de Sudán, el kafir o el maíz para una producción en seco totalmente destinada a forraje.

La siembra al voleo, en comparación con la siembra en línea redujo los rendimientos del sorgo en un 14%, y en 7% el del pasto del Sudán. Koller y Scholl (1968) informaron que el sorgo del Sudán sembrado en hileras producía macollos para compensar la menor cantidad de plantas.

2.2.1 Sistemas de cosecha

En general, los sorgos se cosechan principalmente de los siguientes modos:

- a) Pastoreo
- b) Picado en verde

- c) Henificación (enfardado o engavillado)
- d) Ensilado

La utilización de los sorgos como heno generalmente es más compleja que como pastoreo o ensilaje. El problema principal reside en disminuir el contenido de humedad hasta un nivel satisfactorio, para obtener buenos rendimientos en la henificación de los híbridos de pasto del Sudán con sorgo debe reducirse la humedad normal (80 al 85%) a 70% o menos.

2.2.2 Fases del crecimiento

Cuando una semilla se coloca en suelo húmedo, absorbe el agua y se hincha. La germinación ocurre rápidamente si el suelo es caliente (20° C o más), el coleóptilo aparece sobre la superficie después de tres o cuatro días (o más tiempo, hasta 10 días en el caso de suelos fríos de más de 13 a 20° C).

Cuando la semilla se hincha, el tegumento se rompe y emerge un pequeño coleóptilo y una raíz primaria. El coleóptilo crece y aparecen más raíces primarias. El coleóptilo emerge de la superficie del suelo y la primera hoja brota de la punta. La planta joven comienza a crecer, añadiendo más hojas, y el coleóptilo permanece como un tejido en la base de la planta. El mesocotilo crece durante este período, y se forma un nudo en la base del coleóptilo justo debajo de la línea del suelo. Principian a desarrollarse raíces secundarias de este nudo cuando la planta tiene 3 a 7 días de emergida.

Algunos sorgos amacollan profusamente, especialmente el zacate Sudán y los sorgos forrajeros. La planta permanece en una fase vegetativa durante 30 o 40 días, durante la cual se forman todas las hojas. Después de éste periodo el crecimiento ocurre mediante alargamiento de las células.

La inicial flora se forma 30 o 40 días después de la germinación (pero puede variar de 19 a 70 días o más). La inicial flora se encuentra 15 a 30 centímetros arriba de la superficie del suelo cuando las plantas tienen de 50 a 70 centímetros de altura. La inicial flora marca el fin del crecimiento vegetativo debido a la actividad meristemática.

Durante el periodo de alargamiento celular rápido, la inicial floral se transforma en una inflorescencia. Alrededor de 6 a 10 días antes de la floración se forma la bota como una prominencia en el tejido de la hoja de bandera. Esto sucede alrededor de los 55 días de la germinación, en una variedad que florea entre 60 y 65 días. Los sorgos (cualquier tipo) florecen normalmente en 55 a 70 días en climas cálidos, pero su floración puede variar entre 30 a más de 100 días.

Las panojas de los sorgos comienzan a florecer en su punta, y florecen sucesivamente hacia abajo en un periodo de 4 a 5 días.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del lugar del proyecto

El proyecto se llevó a cabo en la parcela número 75 Z-1 P2/2 del Ejido La Chancaca Municipio de Saltillo en el Estado de Coahuila de Zaragoza, con una superficie de 11-14-62.00 hectáreas y con las siguientes medidas y colindancias:

Norte 370.40 metros en línea quebrada con parcela 74

Noreste 134.89 metros con ejido Fermín y su anexo San Francisco

Sureste 298.63 metros con ejido Fermín y su anexo San Francisco

Sur 216.08 metros con parcela 76

Oeste 374.96 metros con ejido Fermín y su Anexo San Francisco

(Datos de Certificado Parcelario número 13783)

3.2 Equipo y material utilizados en la siembra del sorgo forrajero

- Se utilizó un tractor New Holland TB-80 con potencia al motor de 78 hp, potencia a la toma de fuerza certificada de 66.4 hp, motor de 4 cilindros de aspiración natural, dirección hidráulica, toma de fuerza independiente de 540 rpm, válvula de control remoto sencilla y capacidad de levante de 2,330 Kilogramos (Figura 3.1).



Figura 3.1

- Una rastra John Deere 2220 de 20 discos (Figura 3.2)



Figura 3.2

- Una sembradora voleadora de construcción simple (Figura 3.3).



Figura 3.3

- Terreno previamente preparado (Figura 3.4).



Figura 3.4

- Semilla de híbrido de Sorgo por Sudán (Figura 3.5).

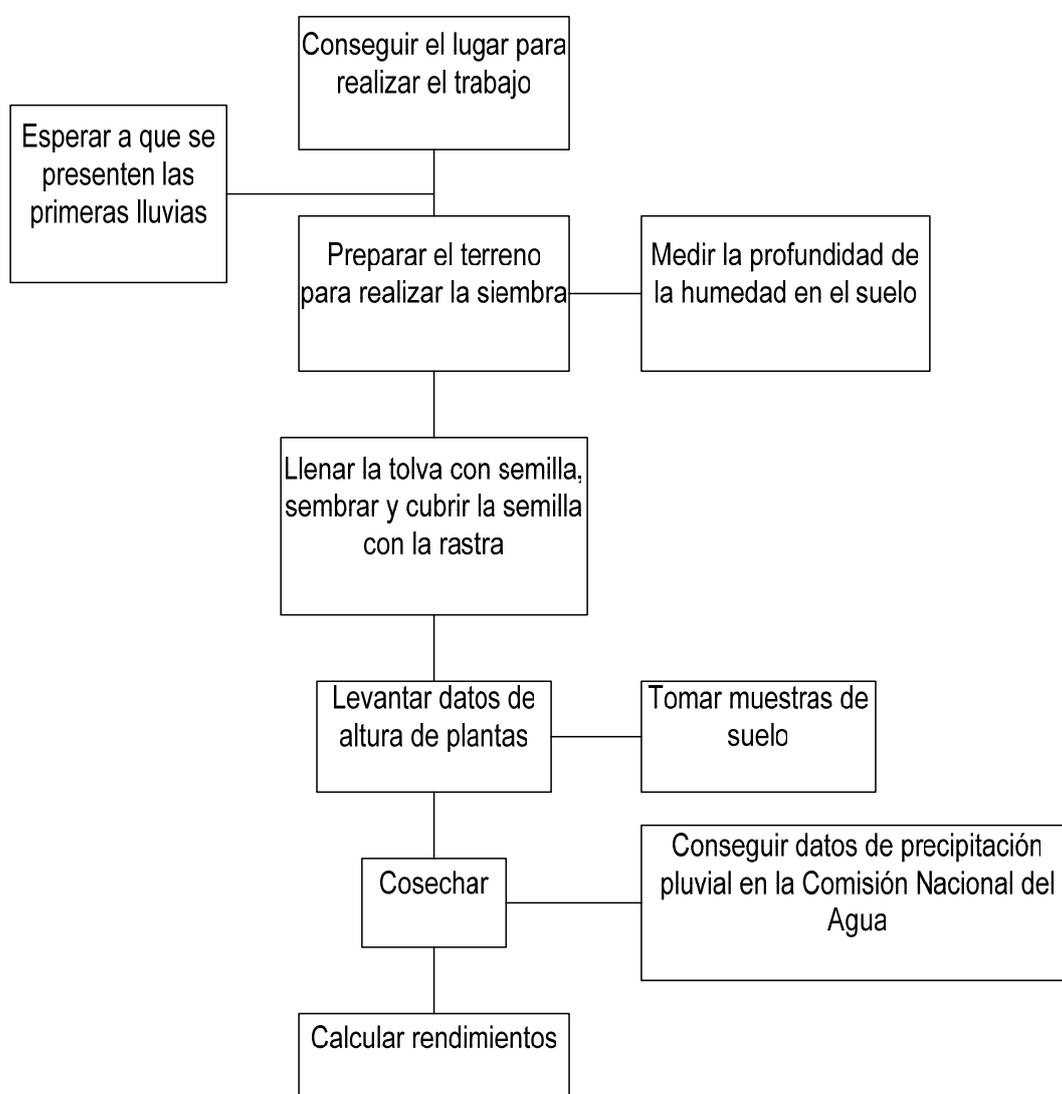


Figura 3.5

3.3 Metodología

El primer paso fue conseguir el lugar para poder realizar la labor de preparación y siembra. Se tomaron muestras de suelo con un extractor de núcleos para poder determinar algunos datos sobre el suelo y al final cuando se realizara la cosecha se tomarían datos de precipitación pluvial para saber que cantidad de agua estuvo influyendo en el desarrollo del cultivo.

El siguiente diagrama muestra cada una de las etapas en que se realizó el trabajo.



3.3.1 Primera fase

En esta parte se llevó a cabo las labores de subsoleo y paso de rastra, también se midió la profundidad de humedad en el suelo (Figuras 3.6).



Figura 3.6

Posteriormente se realizó la calibración de la sembradora, el llenado de la tolva y la siembra (Figuras 3.7).



Figuras 3.7

3.3.2 Segunda fase

La segunda fase comprendió la recolección de muestras de suelo y la medición de altura de plantas para conocer la uniformidad de crecimiento en toda la siembra (Figuras 3.8).



Figuras 3.8

3.3.3 Tercera fase

La tercera parte comprende un proceso más detallado ya que se realizó el corte a base de muestras representativas (Figura 3.9) para poder realizar la interpolación, se pesaron las muestras forraje para así poder determinar los rendimientos del proyecto (Figuras 3.10).



Figura 3.9 Muestras representativas



Figura 3.10 Peso del forraje

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados de los rendimientos obtenidos en el proyecto

La fase en la que se realizó el corte y pesado de las muestras comprende a la obtención de rendimiento de la siembra, siendo este el último resultado que se esperaba al final del proyecto. Esta fase se realizó aplicando la estadística para obtener datos precisos y confiables.

A continuación se muestran los datos de peso (Tabla 4.1) del forraje en verde de las muestras recolectadas.

Muestra	Peso en kilogramos
1	1.500
2	1.800
3	1.000
4	0.550
5	1.500
6	1.380

Tabla 4.1 Peso de las muestras en verde

Cada muestra consta de 20 individuos y representa un metro cuadrado del área sembrada (Figura 4.1).



Figura 4.1

Se calculó el rendimiento con el forraje en verde, obteniendo primeramente la media en base a los pesos registrados la cuál fue de 1.436 kilogramos por metro cuadrado. Como se trabajó en un octavo de hectárea que son 1,250 metros cuadrados, se multiplicó la media obtenida por el área de trabajo dando un rendimiento de 1,795 kilogramos.

Ahora calculando para una hectárea, el resultado de 1,795 kilogramos se multiplica por 8 que corresponde a una hectárea; dando un rendimiento de 14,360 kilogramos por hectárea en forraje verde.

A continuación se muestran los datos de peso (Tabla 4.2) del forraje deshidratado de las muestras recolectadas.

Muestra	Peso en kilogramos
1	1.356
2	1.574
3	0.875
4	0.425
5	1.259
6	1.300

Tabla 4.2 Peso de las muestras deshidratadas

Aquí se aplica la misma metodología de cálculo para determinar el rendimiento, obtenemos la media que es 1.37225 kilogramos por metro cuadrado. Multiplicamos este resultado por los 1,250 metros cuadrados correspondientes a un octavo de hectárea y nos da un rendimiento de 1,715.3125 kilogramos.

Calculando para una hectárea obtenemos el siguiente rendimiento de 13,722.5 kilogramos por hectárea en forraje deshidratado

Para obtener estos resultados influyeron varios factores como son el clima, la humedad del ambiente, la precipitación pluvial, la calidad de la semilla, la disposición de nutrientes así como de materia orgánica presentes en el suelo.

A continuación se presenta la siguiente tabla de rendimientos (Tabla 4.3):

Forraje verde para 1/8 de hectárea	1,7985 kilogramos
Forraje verde para una hectárea	14,360 kilogramos
Forraje seco para 1/8 de hectárea	1,715.3125 kilogramos
Forraje seco para una hectárea	13,722.5 kilogramos
Temperatura media durante el ciclo	21 °C
Precipitación total durante el ciclo	314 milímetros
Por ciento de humedad durante el ciclo	77%

Tabla 4.3

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se obtuvieron rendimientos aceptables para las condiciones de temporal, presentándose pocos ataques de plaga en la siembra. La plaga más común que se notó fue la denominada soldadillo que ataca las hojas del cultivo.
- El suelo presentaba compactación, por lo que se recomienda hacer en primer lugar un subsoleo con cinceles, posteriormente el paso de arado y por último el paso de rastra. Esto con la finalidad de proporcionar una cama de siembra adecuada para que el sistema radicular del sorgo pueda desarrollarse perfectamente.
- Se debe incorporar materia orgánica al suelo ya que éste presentó un nivel muy bajo en contenido de este material. Esto es muy importante ya que la materia orgánica aporta nutrientes en el desarrollo vegetativo de la planta.
- En la salida de descarga de la sembradora, debe de hacerse una modificación ya que la rueda que transmite el movimiento para que gire el disco de dosificación presenta patinaje debido al contacto de ambas caras planas.
- Es recomendable que se utilice una semilla certificada de calidad para poder obtener buenos rendimientos, ésta semilla debe de cumplir con normas establecidas y principalmente que no haya pasado su periodo de caducidad.

VI. BIBLIOGRAFÍA

1. John Deere, 1983. Serie FMO. Siembra, Publicaciones del Servicio John Deere. Moline, Illinois USA.
2. Hunt Donell, 1983. Maquinaria Agrícola. Editorial Limusa, México.
3. Joseph S. Wall y William M. Ross (compiladores), 1975. Producción y Usos del Sorgo. Editorial Hemisferio Sur, Buenos Aires Argentina.
4. Infoagro, 2006. El cultivo del sorgo, apartados del 1 al 7. Disponible en: <http://www.infoagro.com/herbaceos/forrajes/sorgo.asp> (Revisado el 30 de agosto de 2006).
5. Leland R. House, 1982. El Sorgo.
6. Gallegos Santos, 2004. Alternativas forrajeras para Guanajuato. Secretaría de Desarrollo Agropecuario. Disponible en: <http://www.guanajuato.gob.mx/sda/articulos/alternativas/sorgo.htm> (Revisado el 4 de septiembre de 2006).
7. Avance de siembras y cosechas en Coahuila, 2006 (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Disponible en: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comfichedos.html (Revisado el 31 de julio de 2006).
8. Servicio de información y estadística agroalimentaria y pesquera, época de siembra del sorgo forrajero en modalidad de temporal, 2006. (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). Disponible en: http://www.siap.sagarpa.gob.mx/ar_comdesiemcos.html (Revisado el 31 de julio de 2006).

9. L.E. Ramírez Ramos, 2002. Apuntes de Agricultura de Temporal.
10. Foster G. Owen y W.J. Moline, 1975. El sorgo para forraje.
11. Datos Meteorológicos de la Estación Buenavista, Saltillo Coahuila, Septiembre 18 de 2006.
12. Diccionario Enciclopédico Larousse, 2004. Tomo 6, Matemáticas y Estadística. México.

ANEXOS

DATOS DE LABOR

Superficie sembrada	1/8 de hectárea – 1,250 m ²
Cantidad de semilla utilizada	3 kilogramos
Ancho de cobertura de la sembradora	9 metros
Abertura de calibración máxima	2.54 centímetros – 0.0254 metros
Abertura ya calibrada	8 milímetros – 8x10 ⁻³ metros
Profundidad de la humedad en el suelo	15 centímetros – 0.15 metros
Velocidad de avance para la siembra	4ª baja: 7 km/h a 1700 rpm

ANÁLISIS DE SUELO

Elaboró: Genaro Demuner Molina

Localidad: Ejido La Chancaca, municipio de Saltillo Coahuila

Profundidad: 0-30 centímetros

Tesis: *“Aplicación de una sembradora centrífuga en la siembra de sorgo forrajero en condiciones de temporal”*

Determinar: Humedad, Textura, Materia Orgánica

IDENTIFICACIÓN

Muestra 1: Suelo seco

Muestra 2: Suelo seco

Muestra 3: Suelo húmedo

Muestra 4: Suelo húmedo

HUMEDAD

Muestras	Peso del frasco	PSH + Frasco	PSH	PSS + Frasco	PSS	Pw
1	84.04 gramos	208.10 gramos	124.06 gramos	199.82 gramos	115.78 gramos	7.15
2	90.21 gramos	230.47 gramos	140.26 gramos	223.33 gramos	133.12 gramos	5.36
3	90.23 gramos	204.66 gramos	114.43 gramos	188.15 gramos	97.92 gramos	16.86
4	88.19 gramos	201.49 gramos	113.30 gramos	181.28 gramos	93.09 gramos	21.71

TEXTURA

Muestra	Hora	LH1	Temperatura °C	Hora	LH2	Temperatura °C
1	10:40am	23	24	12:40pm	11	24
2	10:41am	13	24	12:41pm	12	24
3	10:43am	20	24	12:43pm	11	24
4	10:45am	26	24	12:45pm	13	24

Calibración: 1 Temperatura: 24° C

TEXTURA (Continuación)

Muestra 1:

%	Arena	45	
%	Limo	25	
%	Arcilla	30	
		100	Migajón Arcilloso

Muestra 2:

%	Arena	45	
%	Limo	27.5	
%	Arcilla	27.5	
		100	Migajón Arcilloso

Muestra 3:

%	Arena	52.5	
%	Limo	22.5	
%	Arcilla	25.0	
		100	Migajón Arcilloso Arenoso

Muestra 4:

%	Arena	37.0	
%	Limo	30.5	
%	Arcilla	32.5	
		100	Migajón Arcilloso

MATERIA ORGÁNICA

Testigo	10	% M.O.
1	8.2	1.22
2	8.0	1.36
3	7.5	1.70
4	6.6	2.31

Áreas de Temporal en el Mundo (Miles de hectáreas)

<i>Continente y País</i>	<i>Superficie Agrícola</i>	<i>Cultivada por Temporal</i>	<i>%</i>
África	214,000	205,440	96
Asia	463,000	296,320	64
Australia y Oceanía	47,000	45,120	96
Europa	145,000	131,950	91
América del Norte	271,000	243,900	90
América del Sur	84,000	77,280	92
Rusia	233,000	221,350	95
Total	1,457,000	1,223,880	84

Producción Agrícola por Grupos de Productores en Riego y Temporal. Millones de Pesos en 1977.

<i>Concepto</i>	<i>Riego</i>	<i>Temporal</i>	<i>Total</i>	<i>% Temporal</i>
Alimentos				
Granos Básicos	14,242	25,642	39,884	64
Arroz	1,283	41	1,324	3
Maíz	6,829	21,937	28,766	76
Trigo	4,988	237	5,225	5
Frijol	1,132	2,052	3,184	64
Oleaginosas	6,372	8,055	14,427	56
Caña de Azúcar	3,441	3,318	6,759	49
Hortalizas	11,248	400	11,684	4
Subtotal	49,535	61,682	111,217	
No Alimentos				
Fibras y Tabaco	11,440	1,683	13,123	13
Forrajes	7,624	6,139	13,763	45
Subtotal	19,064	7,822	26,886	
Total	68,599	69,504	138,103	

Datos de temperatura y precipitación pluvial correspondientes a los días 26 al 30
del mes de Junio de 2006

TEMPERATURA				AGUA		
DIA	MAX. °C	MIN. °C	MED. °C	LLUVIA mm.	EVAP. mm.	HUM. %
26	26,0	13,0	19,5	1,5	-	74
27	23,0	13,0	18,0	0,0	-	92
28	24,0	13,0	18,5	0,0	-	80
29	24,0	14,0	19,0	6,5	-	83
30	23,0	15,0	19,0	0,0	-	85
TOTAL	120,0	68,0	94,0	8,0	-	414,0
MEDIA	24,0	13,6	18,8	1,6	-	82,8

Datos de temperatura y precipitación pluvial correspondientes al mes de Julio de
2006

TEMPERATURA				AGUA		
DIA	MAX. °C	MIN. °C	MED. °C	LLUVIA mm.	EVAP. mm.	HUM. %
1	24,0	15,0	19,5	3,5	-	85
2	22,0	15,0	18,5	Inap.	-	93
3	26,0	17,0	21,5	0,0	-	70
4	26,0	18,0	22,0	0,0	-	66
5	28,0	15,0	21,5	22,5	-	67
6	26,0	15,0	20,5	1,7	-	80
7	24,0	16,0	20,0	2,1	-	92
8	23,0	14,0	18,5	10,2	-	96
9	25,0	13,0	19,0	0,0	-	80
10	27,0	12,0	19,5	0,0	-	75
11	29,0	18,0	23,5	0,0	-	50
12	29,0	18,0	23,5	0,0	-	55
13	28,0	17,0	22,5	0,0	-	69
14	24,0	17,0	20,5	0,0	-	81
15	27,0	16,0	21,5	0,0	-	86
16	27,0	17,0	22,0	0,0	-	70
17	27,0	15,0	21,0	0,0	-	72
18	28,0	15,0	21,5	0,0	-	76
19	26,0	14,0	20,0	0,0	-	73
20	26,0	15,0	20,5	9,8	-	80
21	26,0	15,0	20,5	0,0	-	80
22	25,0	13,0	19,0	0,0	-	85
23	26,0	12,0	19,0	9,8	-	75
24	24,0	12,0	18,0	0,0	-	88
25	24,0	16,0	20,0	0,0	-	90

26	23,0	17,0	20,0	0,0	-	95
27	23,0	17,0	20,0	27,0	-	93
28	26,0	20,0	23,0	Inap.	-	73
29	27,0	17,0	22,0	0,0	-	65
30	28,0	17,0	22,5	0,0	-	70
31	28,0	17,0	22,5	2,5	-	62
TOTAL	802,0	485,0	643,5	89,1	-	2392
MEDIA	25,9	15,6	20,8	2,8	-	77

Datos de temperatura y precipitación pluvial correspondientes al mes de Agosto de
2006

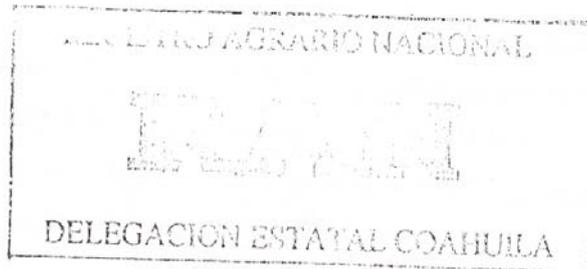
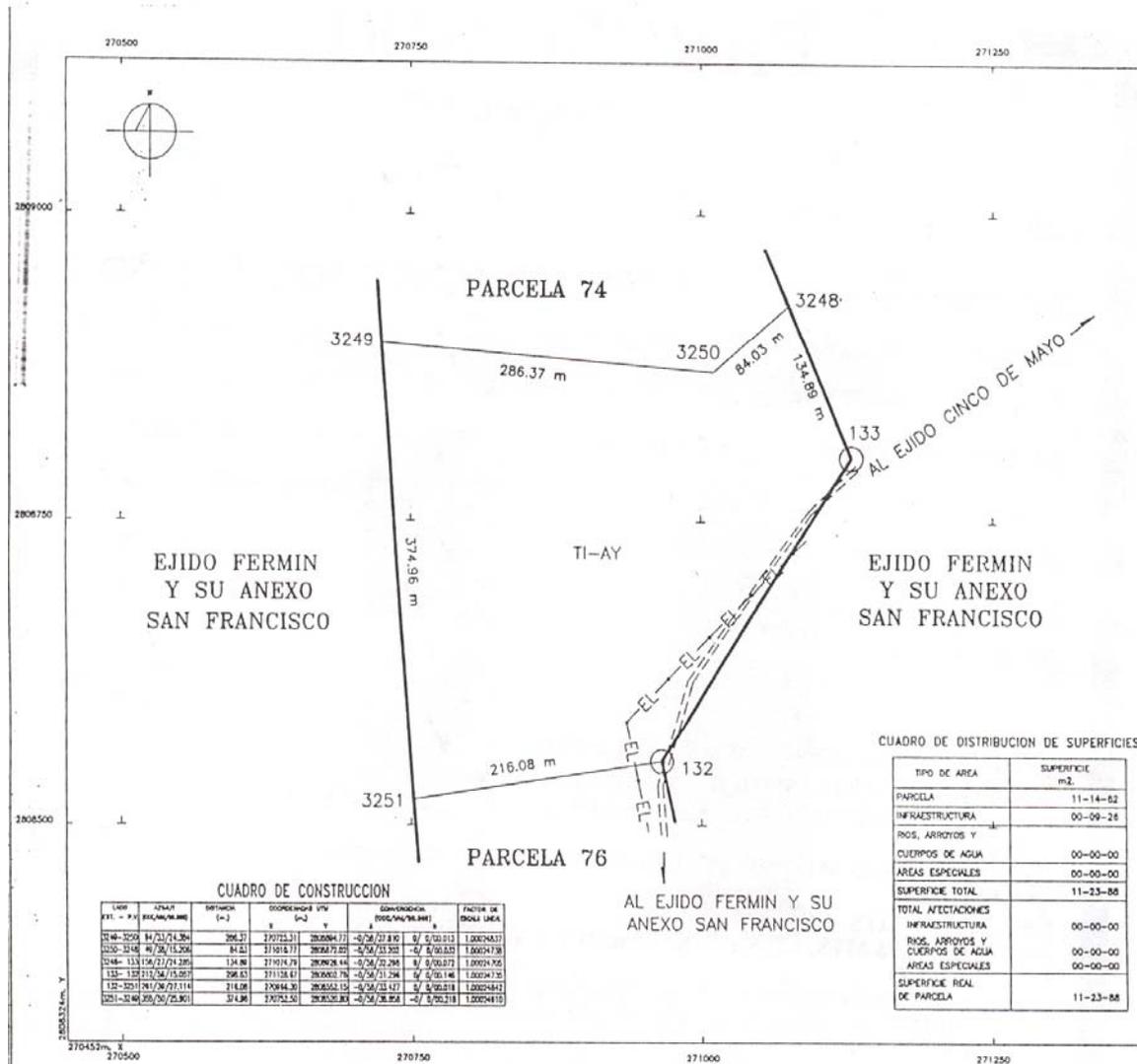
TEMPERATURA				AGUA		
DIA	MAX. °C	MIN. °C	MED. °C	LLUVIA mm.	EVAP. mm.	HUM. %
1	29,0	16,0	22,5	0,0	7,60	62
2	26,0	17,0	21,5	15,7	4,39	74
3	25,0	16,0	20,5	2,5	6,53	78
4	24,0	17,0	20,5	37,8	5,02	87
5	25,0	14,0	19,5	18,0	4,22	70
6	24,0	13,0	18,5	46,5	4,43	81
7	24,0	12,0	18,0	16,5	7,90	81
8	24,0	14,0	19,0	Inap.	5,06	72
9	25,0	11,0	18,0	5,9	6,30	90
10	27,0	14,0	20,5	0,0	7,22	81
11	28,0	15,0	21,5	0,0	6,64	73
12	27,0	15,0	21,0	Inap.	6,64	70
13	28,0	18,0	23,0	0,0	6,64	72
14	29,0	18,0	23,5	0,0	6,72	62
15	30,0	18,0	24,0	0,0	9,66	75
16	29,0	17,0	23,0	1,0	9,19	66
17	30,0	15,0	22,5	0,0	6,85	73
18	27,0	14,0	20,5	0,0	6,93	77
19	25,0	14,0	19,5	0,0	6,93	85
20	26,0	14,0	20,0	Inap.	6,93	78
21	27,0	13,0	20,0	13,0	11,36	86
22	25,0	12,0	18,5	7,0	5,14	90
23	25,0	13,0	19,0	0,0	5,37	84
24	26,0	15,0	20,5	0,0	3,94	73
25	25,0	17,0	21,0	0,0	7,07	74

26	27,0	14,0	20,5	0,0	7,07	80
27	27,0	18,0	22,5	0,0	7,07	78
28	29,0	17,0	23,0	9,5	7,35	65
29	26,0	12,0	19,0	0,0	7,31	86
30	24,0	13,0	18,5	1,0	3,57	80
31	27,0	14,0	20,5	0,0	9,48	77
TOTAL	820,0	460,0	640,0	174,4	206,5	2380
MEDIA	26,5	14,8	20,6	5,6	6,7	77

Datos de temperatura y precipitación pluvial correspondientes hasta el día 14 de
Septiembre de 2006

TEMPERATURA				AGUA		
DIA	MAX. °C	MIN. °C	MED. °C	LLUVIA mm.	EVAP. mm.	HUM. %
1	25,0	15,0	20,0	0,0	50,80	72
2	25,0	15,0	20,0	0,0	-	90
3	25,0	10,0	17,5	0,0	-	60
4	25,0	15,0	20,0	0,0	33,58	72
5	24,0	12,0	18,0	0,0	26,51	70
6	20,0	13,0	16,5	0,0	48,18	64
7	20,0	14,0	17,0	17,0	46,00	63
8	22,0	14,0	18,0	3,5	62,06	68
9	22,0	15,0	18,5	6,0	61,32	70
10	24,0	15,0	19,5	0,0	-	100
11	24,0	15,0	19,5	6,0	59,28	80
12	22,0	15,0	18,5	8,0	62,28	70
13	20,0	16,0	18,0	2,0	69,94	67
14	25,0	15,0	20,0	0,0	68,09	72
TOTAL	323	199	261	42,5	588,04	1018
MEDIA	23,07	14,21	18,64	3	42	73

Localización de la parcela en donde se realizó el trabajo



CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DE LA PARCELA

<i>Lado Est-P.V.</i>	<i>Azimut</i>	<i>Distancia (m)</i>	<i>Coordenadas UTM (m)</i>		<i>Coincidencia</i>		<i>Factor de escala lineal</i>
			<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	
3249-3250	14/33/24.384	266.37	270725.31	2808894.77	-0/38/37.610	0/0/00.013	1.00024857
3250-3248	49/38/15.206	84.03	271010.77	2808872.02	-0/38/33.202	-0/0/00.032	1.00024738
3248-132	158/27/24.285	134.89	271074.79	2808928.44	-0/38/30.298	0/0/00.072	1.00024705
133-132	212/36/15.057	296.63	271128.67	2808802.78	-0/38/31.296	0/0/00.146	1.00024735
132-3251	261/39/27.114	216.08	270966.30	2808552.15	-0/38/33.427	0/0/00.018	1.00024842
3251-3249	355/30/25.901	374.96	270732.50	2808520.80	-0/38/38.858	-0/0/00.218	1.00024910

CUADRO DE DISTRIBUCIÓN DE SUPERFICIES

<i>Tipo de área</i>	<i>Superficie en metros cuadrados</i>
Parcela	11-14-62
Infraestructura	00-09-26
Ríos, arroyos y cuerpos de agua	00-00-00
Áreas especiales	00-00-00
Superficie total	11-23-88
Superficie real de parcela	11-23-88