

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**DENSIDAD DE POBLACIÓN EN CULTIVO BAJO CONDICIONES
DE RIEGO DE *Agave durangensis* Gentry DE DOS AÑOS DE
EDAD.**

POR

MARTÍN ESAÚ BENÍTEZ RIVAS

TESIS

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

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

**DENSIDAD DE POBLACIÓN EN CULTIVO BAJO CONDICIONES DE
RIEGO DE *Agave durangensis* Gentry DE DOS AÑOS DE EDAD.**

TESIS

PRESENTADA POR:

MARTÍN ESAÚ BENÍTEZ RIVAS

**TESIS QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ H. JURADO
EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ EVALUADOR:

PRESIDENTE:

M.C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

VOCAL:

M.C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

VOCAL:

M.C. CESAR GUERRERO GUERRERO

VOCAL SUPLENTE:

M.C. MARIA DE JESUS RIVERA GONZALEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2007

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

**DENSIDAD DE POBLACIÓN EN CULTIVO BAJO CONDICIONES DE
RIEGO DE *Agave durangensis* Gentry DE DOS AÑOS DE EDAD.**

TESIS ELABORADA POR:

MARTÍN ESAÚ BENÍTEZ RIVAS

**BAJO LA SUPERVICION DEL COMITÉ DE ASESORIA Y APROVADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:**

INGENIERO EN AGROECOLOGÍA

COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:

M.C. AMANDA JARAMILLO SANTOS

ASESOR:

M.C. HÉCTOR MONTAÑO RODRÍGUEZ

ASESOR:

M.C. CESAR GUERRERO GUERRERO

ASESOR:

M.C. MARIA DE JESUS RIVERA GONZALEZ

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

M.C. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO 2007

DEDICATORIA

A Dios: por permitirme llegar hasta este momento y te pido que me concedas:

SERENIDAD para aceptar las cosas que no puedo cambiar.....

VALOR para cambiar las que si puedo.....

Y SABIDURIA para reconocer la diferencia.

A mi PAPÁ:

Por ser el mejor padre, mi mejor amigo, llevo muy presente todos sus consejos; como caminar siempre con humildad, con la frente en alto y vivir con respeto. “Por enseñarme el camino a vivir con dignidad. Por enseñarme de niño a dar mis primeros pasos”.

¿Como agradecerte? MIL GRACIAS PAPÁ.

A mi MAMÁ:

Por ser la mujer más bella que jamás conocí, todo lo que soy, se lo debo a ella, atribuyo todos mis éxitos en esta vida a la enseñanza moral, intelectual y física que recibí de ella, al decir mamá calmo mis miedos, mis dolores, acaricio mi alma, abrigo mi ser sin límites y sin pedir nada a cambio.

A mis HERMANOS:

Jesús Jaime, Nahum Alberto y Luz Emma Benítez Rivas.

Por soportarme y brindarme fuerzas para seguir adelante en los momentos más difíciles ya que gracias a ellos logre dar un paso más en la escalera de mi vida.

A MÍ:

“Piensa como piensan los sabios, mas habla como habla la gente sencilla.”

A Mi Tío Midio Benítez:

Que por su apoyo y consejos brindados hizo posible haberme superado profesionalmente. ¡Simplemente..... Gracias Tío!

A mis abuelitos:

Por los valores de la fidelidad, el amor y la bondad que me han enseñado...
a mi abuelito Antonio Rivas, por su inteligencia, dedicación y perseverancia que siempre llevare en mi mente y en mi corazón...
no tengo palabras para expresarles todo lo que los quiero...

A mi Primo:

Jorge Adrián Mijares Rivas y a su familia por su colaboración brindada en este trabajo.

Al Ing. Francisco Javier Vargas Martínez y Familia:

Por todos sus consejos y conocimientos brindados en el transcurso de mi carrera profesional.

A mis amigos:

Gaby, Norma “la chaparra”, Lesly, Nilda, Martini, Eudes “el cocho”, Humberto, Efraín “El Dálmata”, José Bravo “pepe”, Eugenio, Erick “el elegido”, Mario Juárez, Herminio, Alejandro “el prieto”, Oscar Pérez Glez.

Por todas las vivencias compartidas y por su amistad.

A mis compañeros:

Eudes “el cocho”, Juan Carlos “Borrego”, Marco “Piña”, Esteban “home”, Marco “Palenque”, Rene “yaqui”, Abelardo “el morado”, Adán “perucy”, Yasmín, Eliza.

Por ser mis compañeros de la VII generación de la Carrera de Ingeniero en Agroecología.

GRACIAS.

Martín Esau Benítez Rivas.

AGRADECIMIENTOS

A mi ALMA TERRA MATER; en la cual inicie y culmine una de las etapas más importantes y maravillosas de mi vida.

A la M.C. Amanda Jaramillo Santos por ser mi asesor y darme su tiempo y apoyo para poder realizar esta tesis.

Al M.C. Héctor Montaña Rodríguez por su apoyo en la revisión de esta tesis.

Al M.C. Eduardo Blanco Contreras gracias por todo el apoyo que me brindo durante toda la carrera y por dedicarme un poco o mucho de su tiempo, y sus conocimientos, para la realización de este trabajo. Gracias por todas las palabras de apoyo y recomendaciones que siempre recibí de usted.

Al Dr. Jesús Vásquez Arroyo por su ayuda y su amistad incondicional así como los consejos como maestros brindados durante mi estancia en esta Universidad.

A la Bióloga Genoveva Hernández Zamudio por sus consejos como maestro y apoyo incondicional durante mi transcurso en la universidad.

Al M.C. Cesar Guerrero Guerrero por todo su tiempo y ayuda brindada en la elaboración de este trabajo, ya que fue parte fundamental para la culminación de éste.

A la M.C. Maria de Jesús Rivera González por su tiempo para la revisión de éste trabajo.

A Jorge Niño Patiño por darme la oportunidad de superarme deportivamente y de pertenecer al equipo de baloncesto de la UAAAN U-L. "1,2,3, Narro".

GRACIAS.

Martín Esau Benítez Rivas.

INDICE DE CUADROS

	Pagina
Cuadro 1. Clasificación del Agave.....	13
Cuadro 2. Clasificación del <i>Agave durangensis</i>	13
Cuadro 3. Tipos de vegetación.....	16
Cuadro 4. Especies de agave dentro de la NOM.....	18
Cuadro 5. Resultados del análisis de fertilidad de suelo del campo experimental de la UAAAN U-L.....	23
Cuadro 6. Valores promedio de capacidad de campo (CC) y punto de marchitamiento permanente (PMP) para suelos de diferente textura.....	25
Cuadro 7. Resultados de la altura de planta con parcelas divididas en <i>Agave durangensis</i> Gentry en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna, Torreón, Coahuila; 2006.....	29
Cuadro 8. Resultados de la Longitud de la hoja en <i>Agave durangensis</i>	31
Cuadro 9. Resultados del análisis estadístico para la variable; Diámetro del dosel.....	33
Cuadro 10. Resultados del análisis de varianza en la variable Anchura máxima de la hoja.....	35
Cuadro 11. Resultados del análisis de varianza en la anchura del cuello cogollo.....	37
Cuadro 12. Análisis de varianza de la anchura de la base hoja.....	39
Cuadro 13. Análisis de varianza del Numero de Espinas.....	41

Cuadro 14. Análisis de varianza de la longitud de la espina.....	43
Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable numero de hijos.....	45
Cuadro 16. Análisis de varianza en el número de hojas.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura 1. Anatomía del agave.....	9
Figura 2. Representación de una hoja de <i>Agave durangensis</i>	10

INDICE DE GRAFICAS

GRAFICA 1.- Resultados después de 93 días en la variable Altura de planta en <i>Agave durangensis</i>	30
GRAFICA 2.- Resultados después de 93 días en la variable Longitud de la hoja.....	32
GRAFICA 3.- Resultados después de 93 días en la variable Diámetro del dosel.....	34
GRAFICA 4. Resultados después de 93 días en la variable Anchura máxima de la hoja.....	36
GRAFICA 5. Resultados después de 93 días en la variable Anchura del cuello cogollo.....	38
GRAFICA 6. Resultados después de 93 días en la variable Anchura de la base hoja.....	40
GRAFICA 7. Resultados después de 93 días en la variable Número de espinas en plantas de <i>Agave durangensis</i>	42
GRAFICA 8. Resultados después de 93 días en la variable Longitud de la Espina.....	44
GRAFICA 9. Resultados después de 93 días en la variable Numero de Hijos.	46
GRAFICA 10. Resultados después de 93 días en la variable Número de hojas en plantas de <i>Agave durangensis</i>	48
GRAFICA 11. Resultados de las diferentes variables muestreadas utilizando testigo (Agua).....	50
GRAFICA 12. Resultados de las diferentes variables muestreadas utilizando Urea.....	51
GRAFICA 13. Resultados de las diferentes variables muestreadas utilizando Foltron plus®.....	52

RESUMEN

Se llevó a cabo la experimentación con *Agave durangensis* Gentry al aplicar diferentes productos químicos y agua a diferentes densidades de plantación. El presente trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna (UAAAN U-L) en Torreón, Coahuila, México; localizado a 25° 31' 11" de latitud norte y 103° 25' 57" de latitud oeste con una altura de 1123 msnm y a una temperatura promedio anual de 20°C. Se utilizaron un total de 644 plantas de *Agave durangensis* con dos años de edad obtenidas del invernadero de la UAAAN U-L, teniendo un total de 9 parcelas, un tratamiento en cada una de ellas, contando con tres repeticiones con densidades de plantación de 1.0 metros, 1.5 metros y 2.0 metros en cada parcela con un diseño experimental de parcelas divididas. Se aplicó un litro de productos químicos vía foliar cada 30 días.

Los tratamientos aplicados fueron los siguientes:

1.- UREA, 2.- Foltron plus® y 3.- Testigo (solo agua).

Las variables a evaluar fueron las siguientes; Altura de la planta, Longitud de la hoja, Diámetro de dosel, Anchura máxima de la hoja, Anchura del cuello cogollo, Anchura de la base hoja, Grosor de la base hoja, No. De espinas (hoja margen), Longitud de la espina hoja, Altura gancho lateral (hoja margen), Anchura espina lateral (hoja margen), No. De hijos, No. De hoja. Tomando 5 plantas al azar por repetición al realizar el muestreo.

Durante los muestreos realizados para evaluar la altura de la planta, longitud de la hoja, diámetro del dosel, anchura máxima (hoja), anchura del cuello cogollo y anchura de la base hoja, mostraron diferencias altamente significativas. Al evaluar grosor de la base (hoja), número de espinas (hoja margen), longitud de la espina (hoja), altura gancho lateral, anchura de la espina, número de hijos y número de hojas, no se mostraron diferencias significativas respecto al testigo.

ÍNDICE

	Páginas
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
ÍNDICE DE CUADROS.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
INDICE DE GRAFICAS.....	v
RESUMEN.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.	
1.1.- Planteamiento del problema.....	3
1.2.- Justificación.....	4
1.3.- Objetivos.....	4
1.4.- Limites.....	4
CAPITULO II.	
II.- MARCO TEORICO.....	5
2.1.- SOSTENIBILIDAD.....	5
2.2.- Densidad de población.....	6
2.3.-Descripción del genero agave.....	6
2.4.- Ecofisiología.....	7
2.5.- <i>Agave durangensis</i>	8
2.5.1.- Antecedentes del <i>Agave durangensis</i>	8
2.5.2.- Morfología de la hoja de Agave.....	9
2.5.3.- Ubicación de la planta de <i>Agave</i>	10
2.5.4.- Aspectos ambientales para el <i>Agave durangensis</i>	10

2.5.4.1.- Altitud.....	10
2.5.4.2.- Temperatura.....	11
2.5.4.3.- Precipitación.....	11
2.5.4.4.- Suelo y textura.....	11
2.5.4.5.- PH.....	11
2.6.- Antecedentes históricos de la Taxonomía de los magueyes.....	12
2.6.1.- Clasificación Taxonómica del Agave.....	12
2.6.2.- Ubicación taxonómica.....	13
2.6.3.- Descripción botánica de la familia Agavaceae.....	14
2.7.- Morfología general de los magueyes.	14
2.7.1.-Agave.....	14
2.8.-Distribución geográfica del Agave.....	15
2.8.1.-Hábitat del Agave.....	15
2.8.2.-Cantidad de plantas de agave en la actualidad.....	16
2.9.-Que es el mezcal.....	17
2.9.1.- Las especies de magueyes en la Norma del Mezcal.....	17
2.10.- Importancia del análisis de suelo.....	18
2.10.1.- Elementos minerales esenciales para el suelo.....	19
2.10.1.1.- Macronutrientes.....	19
2.10.1.2.- Micronutrientes.....	19
2.10.2.- Manejo de la Fertilización.....	19
2.10.3.- Plantación.....	20
2.10.4.- Métodos de plantación.....	20

CAPITULO III	
III. MATERIALES Y METODOS.....	21
CAPITULO IV	
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
CAPITULO V	
V. CONCLUSIONES.....	53
CAPITULO VI	
VI.- ANEXOS.....	54
VII. LITERATURA CITADA.....	86

INTRODUCCION

En la actualidad la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales exige a los productores de bebidas a partir de agave, establecer cultivos de la planta y no solamente explotar las poblaciones naturales, con el propósito de proteger a la especie.

Con la finalidad de ofrecer un paquete tecnológico a las comunidades que explotan este recurso, o bien incentivar a los campesinos a emprender nuevas alternativas de trabajo, la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, está desarrollando investigación encaminada a aprovechar racionalmente el recurso natural, en las comunidades de Coahuila, Durango y Zacatecas.

La demanda nacional e internacional del producto del agave en forma de mezcal y tequila, han ocasionado una sobreexplotación de esta planta.

El tequila 100% agave, usa como materia prima el *Agave tequilana weber*, pero hay normas como la NOM-006-SCFI-1994, que permite que se utilicen 49% de azucares de diversos agaves, esto conlleva a la explotación y saqueo irracional de las poblaciones naturales de agaves mezcaleros de todas las regiones del país.

Agave durangensis es una especie que durante años ha sido utilizada como materia prima para la elaboración de mezcal.

La industria mezcalera sobre todo en el estado de Durango, aunque aún es incipiente y generalmente artesanal, se encuentra en riesgo por la disminución paulatina del recurso, ya que durante años ha sido abastecida a partir de la extracción de plantas silvestres.

Los vestigios del cenolítico superior (700-900 d.C.) muestran que en las actividades preagrícolas el agave ya era utilizado para fibras y como alimento masticado. El descubrimiento del agave pulquero se remonta a los años entre 990 y 1042 d.C., evento histórico para los nahoas. En cuanto a su primer cultivo, éste podría ubicarse en el 1224 d.C. Para la extracción de aguamiel, que después fue fermentado para la preparación del pulque por el año 1239 d.C. El uso de los agaves alcanzó su mayor intensidad durante el florecimiento de la cultura azteca,

la cual se conoce por algunos investigadores como la cultura del maguey. La importancia de estas plantas los llevó a identificarlos bajo la representación de la diosa Mayahuel en los códices mexicanos.

Con la conquista, la amplia gama de usos se redujo y los fermentos fueron destilados para obtener bebidas alcohólicas llamadas aguardientes, vinos de “mezcal” o “mezcales”. Estos licores se obtuvieron a partir del agave cocido, no del aguamiel. De ahí el nombre de “mezcales” (metl=agave, calli=cocido). El “mezcal” (bebida alcohólica) fue una nueva forma de aprovechar el agave mediante un proceso que ya no estaría en manos de la comunidad indígena. En tiempos modernos, las fibras naturales han perdido relevancia al sustituirse con las sintéticas y el mercado del henequén se ha reducido.

El género agave, término griego que quiere decir “admirable”, fue descrito por Carlos Linneo en 1753. Su centro de origen se localiza en México, debido a que en esta región se encuentra la mayor variabilidad y número de especies.

CAPITULO I.

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las ultimas décadas los sistemas ecológicos del mundo han sido objeto de un proceso masivo de destrucción que ha perturbado el equilibrio del planeta y ha erosionado sensiblemente la biodiversidad con la consecuente pérdida de la diversidad genética, la extinción de especies y la alteración de los hábitats naturales (Hernández, 2001).

Mesoamérica y Aridoamérica como los antropólogos han dividido a México, es escenario del origen y evolución del maguey (*Agave spp*). En ambas regiones esta planta ha sido utilizada desde los primeros pobladores hasta la actualidad, para satisfacer y complementar una serie de necesidades básicas: alimento, forraje, medicamentos y construcción entre otras (Granados, 1993).

Esta planta es endémica de América y con el 75% de especies presentes en México, la familia de las Agavaceae es un grupo de plantas poco estudiada, (Gaceta 2004). Los usos del agave son tan diversos como la necesidad y capacidad artística del hombre lo han permitido, (Barreiro 2000) ya sea cocinado, fermentado o destilado (Fiore et-al, 2005)

Las distintas especies de agave y los productos obtenidos de ellas, han tenido una enorme influencia económica, social y cultural en la historia de México. Entre las bebidas que se destilan de esta planta, están el pulque, la bacanora, el sotol, el mezcal y el tequila que se obtiene del Tequilana Weber Azul originario del estado de Jalisco y que se produce actualmente también en los estados de Nayarit, Guanajuato, Michoacán y Tamaulipas (Barreiro, 2000).

1.2.- JUSTIFICACION

La escasez de la planta de Agave utilizada con fines de producción de mezcal y el consecuente riesgo de extinción de la especie, va a ocasionar problemas de tipo ecológico, social y económico, ya que en la actualidad la práctica de producción de la bebida genera empleos para los habitantes en las comunidades de las principales entidades en las cuales el Agave se presenta de manera natural.

1.3.- OBJETIVO

-Determinar la densidad de población con sistema de riego con *Agave durangensis* bajo condiciones de cultivo.

-Generar información que permita realizar estudios posteriores para la producción de *Agave durangensis*.

1.4.- LIMITES

La lentitud del crecimiento de la planta cuya madurez se alcanza de los 6 a 8 años de vida.

CAPITULO II.

II.- MARCO TEORICO

2.1.-SOSTENIBILIDAD

La sustentabilidad se ha convertido en el paradigma del desarrollo en nuestro tiempo, una palabra para llamar la atención en las declaraciones políticas, un elemento clave en la elaboración de nuevas leyes, en los estatutos de las Instituciones, en la investigación agrícola, en las propuestas de proyectos y en la cooperación tanto financiera como técnica (Muller, 1996).

La sostenibilidad agrícola es un concepto de la más inmediata actualidad. Esta palabra no está incluida en la mayoría de los diccionarios es un término de finales del siglo XX derivado del verbo (sostener, sustentar) que se refiere a mantener (durar) durante un periodo prolongado de tiempo. Sin embargo, a medida que ha crecido la preocupación con respecto del impacto de las actividades humanas sobre la biosfera, el término sostenibilidad es utilizado con mayor frecuencia como un concepto ético amplio que implica opciones morales sobre escenarios globales, tales como: el Medio Ambiente (conservación del hábitat y de la biodiversidad como respuesta a la sobreexplotación, la contaminación y la degradación de los recursos naturales); la seguridad en la disponibilidad de materias primas industriales y combustibles fósiles; el crecimiento de la población; la protección de las generaciones futuras; el comercio mundial, etc. (Valenzuela, Velasco y Márquez 2002).

Desde tiempos precolombinos se ha utilizado para la elaboración de bebidas fermentadas (aguamiel, jarabes, pulque y vinagre); en comidas, condimentos y saborizantes, diversas partes de la planta son utilizadas con fines medicinales. El qurote y las hojas para la construcción de viviendas, sus fibras para la elaboración de tejidos o vestuario. Las hojas y las piñas secas se utilizan como combustible. En el área agrícola sirven para deslindar terrenos, formar y proteger terrazas, cercas protectoras y protección contra la erosión. Actualmente la mayoría de los agaves cultivados y silvestres aprovechados en Oaxaca son utilizados para la producción de mezcal (Cruz, 2001).

En el estado de Oaxaca se estimó que para el año 2000 la producción anual de mezcal se duplicó a 4,700,000 litros . En los países en los que él mezcal tiene mayor presencia son: Estados Unidos, Francia, Alemania, Taiwán, Bélgica, Chile, Italia, Holanda, Inglaterra, Japón, Grecia y España. En la actualidad se cuenta con una reserva del cultivo de aproximadamente 5,890 hectáreas a una densidad de 2,000 plantas/ha.

A la región geográfica que comprende los siguientes estados: Durango, Oaxaca, Guerrero, San Luís Potosí, y Zacatecas, se le denominó el origen del mezcal, principalmente el estado de Oaxaca que cuenta con municipios productores de mezcal como: Sola de Vega, Miahuatlán, Yautepec, Ocotlán, Ejutla y Zimatlán.

Al llevar a cabo el proceso industrial de mezcal, permite la creación de fuentes de trabajo y por ende mejores expectativas de bienestar para las familias dedicadas a esta actividad, aproximadamente una población de 31,695 personas (Rocha, 2006).

2.2.- DENSIDAD DE POBLACIÓN.

La densidad puede ser descrita como el número de individuos por unidad de superficie, tantos por kilómetro cuadrado, por hectárea, o por metro cuadrado. (Robert y Thomas 2001), equivalente al número de habitantes dividido entre su área.

2.3.- DESCRIPCIÓN DEL GENERO AGAVE.

El género Agave, cuya palabra proviene del griego y significa “admirable”, fue descrito inicialmente por Linneo en 1753, siendo la primera especie Agave americana (Andrade, 2002)

El género Agave, está distribuido en el área tropical y subtropical del mundo y representa un largo grupo de plantas suculentas, con 197 taxa de 136 especies, y el centro de origen es probablemente limitado en México (Ruvalcaba y Rodríguez, 2002). El Agave es una de las especies con más tradición de uso en México (Cortés y Basurto).

El maguey consta de una raíz fibrosa y exuberante que se combina con tallos llamados rizomas, las cuales crecen cerca de la superficie de la tierra en el momento que estos llegan a tener contacto con el sol, desarrollan una yema formando un hijuelo; cuando el

suelo de alrededor se mantiene limpio crecen más hijuelos. Su tallo es grueso y corto del que salen las hojas conocidas como pencas, estas son de color verde, gruesas y cóncavas, con púas en los bordes y una espina en el extremo superior, revestidas de una cutícula apergaminada muy resistente que le sirve para impedir la pérdida de agua, todas las hojas se encuentran colocadas alrededor del tallo formando una roseta. El maguey florece una vez en su vida; cuando está próximo a florecer sale del centro de la planta un escapo floral que se le da el nombre de “quiote”, alcanza una altura de 3 a 5 metros, brotando en su parte superior la inflorescencia en forma de panícula. Los racimos de flores son de color amarillo verdoso, protándricas con perianto infundiliforme de tubo corto y seis segmentos casi iguales; seis estambres filamentosos filiformes más largos que los segmentos del périgonio, con anteras amarillentas, ovario ínfero trilocular, tricarpelar, con placentación axilar, multiovulada; fruto capsular leñoso alargado, dehiscente con numerosas semillas aplanadas algo triangulares de testa negra, de la panícula floral se pueden obtener semillas, siendo su ciclo de reproducción largo (Cruz, 2001).

Aun cuando exista alta producción de semilla en la reproducción sexual, debido a su gran depredación y también a que las condiciones de germinación no son siempre muy adecuadas, su reproducción es principalmente en forma asexual (por hijuelos), (Granados, 1993).

El porcentaje de germinación de *Agave durangensis* en laboratorio es del 94-96%, (Jaramillo, 2004).

2.4.-ECOFISIOLOGIA.

Dentro de las adaptaciones ecológicas, el agave presenta succulencia, la cual es característica de aquellas especies que retienen agua y la administran durante la época de sequía, en esta estación las raíces mueren debido a que las plantas no absorben agua del suelo (Cisneros, 2000).

Los Agaves son plantas con Metabolismo Acido Crasuláceo (CAM), es decir que fijan un máximo de CO₂ en la noche abriendo sus estomas, cuando la temperatura del tejido es baja; la asimilación fotosintética ocurre durante el subsiguiente periodo de luz, almacenándolo y cerrando los estomas durante el día. Disminuyendo así la pérdida de

agua por evapotranspiración ya que estas plantas habitan en climas áridos (Martínez, 2003).

Los agaves tienen un exudado llamado “aguamiel” que es un fluido de esta planta (Arizona Highways, 2001).

2.5.- AGAVE DURANGENSIS.

El Agave en el Estado de Durango es una planta que ha sido utilizada durante varios años como materia prima para la elaboración de mezcal esta incipiente industria, aún de índole artesanal, ha sido abastecida de la extracción de plantas silvestres. Esto provocó que se descuidara por completo su cultivo a nivel comercial y que a la fecha se tenga muy poca información acerca de la fisiología, propagación, cultivo y manejo agronómico de la planta Agave para producirse a nivel comercial (Orea et-al, 2002).

2.5.1.- Antecedentes del *Agave durangensis*.

Tallo corto, hojas cenizas anchas armadas en rosetas de 8-12dm de ancho, casi siempre las hojas son de 40-90 cm de largo x 14-22 cm de ancho, lanceoladas, lo más ancho es en la parte media y angosto arriba del ancho de la base, justamente derechos o curvos, planos o cóncavos especialmente hacia el ápice, gruesos y convexos en la base, ásperos y espinosos. Los márgenes son dentados, los dientes o espinas de uno a dos cm de largo aplanados, variados, su flexión, generalmente separados de uno a dos cm y la pulla de 4 a 6 cm de largo acanalada en su alrededor de gris a café.

Escapo de 7 a 8 m de altura, con 18 a 30 ramificaciones, trifurcados lateralmente hacia arriba $\frac{1}{4}$ en zigzag en él hasta, boracitas perpendiculares de 15-25 cm de flores en pequeños racimos de 60 a 80 mm de largo, cercanos, persistentemente erectos, amarillos, el ovario es de 30 a 45 mm de largo incluyendo el cuello: tubos cilíndricos de 15 a 22 mm de ancho y ligeramente flexibles sépalos desiguales, unidos a filamentos que vienen del brazo de 10 a 12 mm de largo, gruesos, redondeados sobrepuestos una sobre otra con ápice visible como pistilo, casi forma de elote rojizo dentro del sépalo, filamentos de 48 a 60 mm algunos aplanados insertados en el orden de 8 a 12 y de 6 a 10 mm sobre la base del tubo, anteras de 18 a 25 mm en cápsula de 4.5-6 x 1.6-1.8 cm oblicuos fuertemente duros redondo y pico pequeño en el ápice: semillas pequeñas,

4.5-6 mm x 3.5-4.5 mm de alunados a ovalados, con bordes anchos levantados como pequeñas alas (Castillo, 1999).

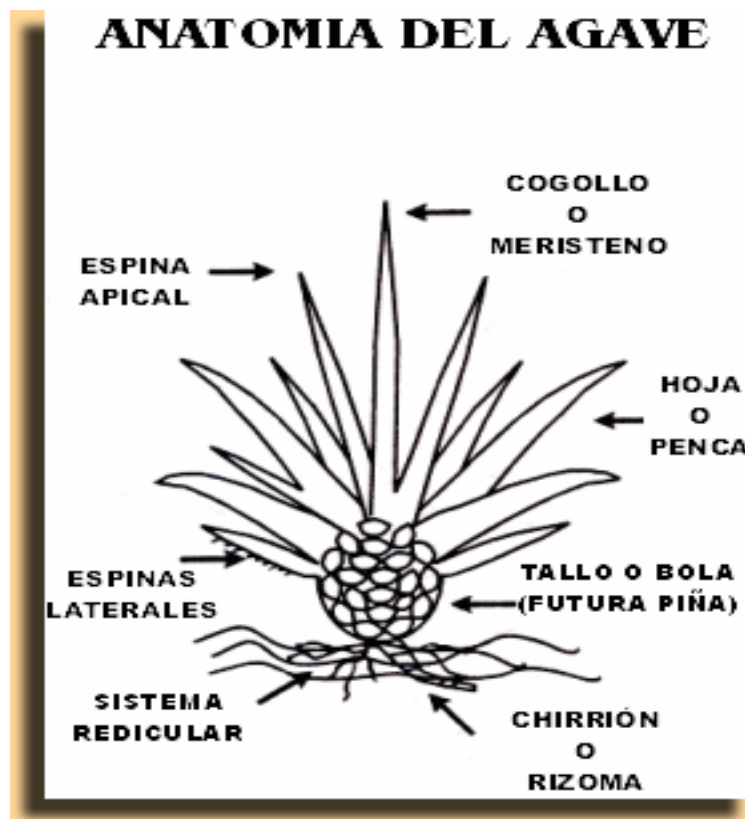


Figura 1. Anatomía del Agave

Disponible en: www.acamextequila.com/amt3/elagave.html

2.5.2.- Morfología de la hoja de Agave.

Las hojas son de color gris glauco, ampliamente lanceoladas, anchas en la parte media y angosta en la parte apical. El haz o cara superior es cóncavo, el envés o cara inferior es convexo. Las espinas son de 1 a 2 cm de largo y separadas de 1 a 2 cm, el ápice es de 4 a 6 cm de largo acanalado de gris o café (Gentry 1982). Las hojas de varias especies producen fibra, el *Agave sisalana* variedad rígida produce el cáñamo, el

Agave americana es la fuente de fibra del pita, y se usa como una planta de fibra en México, (Cisneros, 2000).

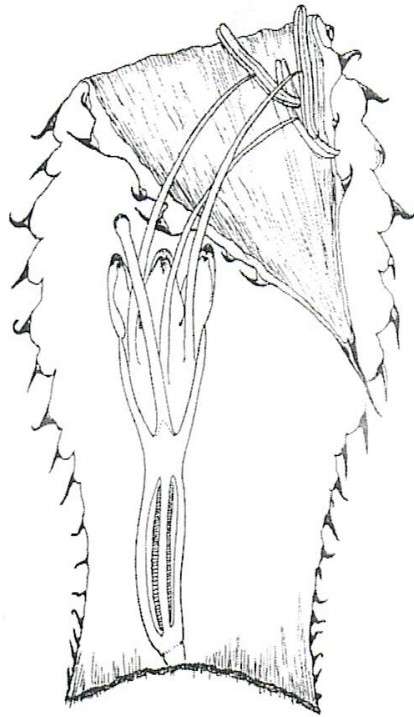


Figura 2. Representación de una hoja de *Agave durangensis* (Cisneros 2000).

2.5.3.- Ubicación de la planta de Agave.

Vive y ocupa las laderas rocosas, bajadas rocosas y en pequeños matorrales entre elevaciones de 1700 metros a 2600 metros, crece esporádicamente en colonias en laderas (Castillo 1999).

2.5.4.- Aspectos ambientales para el *Agave durangensis*.

2.5.4.1.- Altitud

Esta varía pero aproximadamente esta entre los 1700 msnm hasta 2600 msnm para que se reproduzca esta especie (Gentry, 1982).

2.5.4.2.-Temperatura

El agave se desarrolla en sitios que no están expuestos a cambios bruscos de temperatura, que van desde los 10°C de noviembre a febrero y 25°C de mayo a junio, en el cual se adapta perfectamente ya que permite una optima fijación de CO₂ por la noche (Granados, 1993).

2.5.4.3.-Precipitación

El maguey subsiste y prospera en precipitación media, desde los 335 mm hasta los 924 mm, (Granados, 1993).

Aunque también son muy variadas las precipitaciones en las partes donde esta planta crece, hay lugares donde la precipitación varia de 400 a 600 mm aproximadamente (Ruiz, 2003).

2.5.4.4.- Suelo y textura.

Los agaves pulqueros prosperan en suelo con estratos calcáreos, suelos rojos (alfisoles) y áridos, las texturas predominantes en los lugares donde se desarrollan los agaves son: franco-arenoso, franco-arcilloso y areno-limoso. Requieren suelos bien drenados, en general son suelos pobres con una capa arable muy delgada (30 a 90 cm), o terrenos pedregosos y de ondulaciones con poca pendiente (Granados, 1993).

Es importante que los suelos tengan baja concentración de salinidad y calcio ya que la presencia de estos retarda la producción de azúcares (Barreiro, 2000).

2.5.5.5.-PH.

El PH se mide sobre una escala de 1 a 14, un valor menor a 6.5 indica suelos ácidos, 6.5 y 7.4 suelos neutros, encima de 7.5 indica suelos alcalinos (Brack y Mendiola).

El potencial hidrogeno encontrado en los sitios donde se desarrollan los magueyes se encuentra comúnmente en el parámetro que va desde 6.3 - 7.8; sin embargo se ha encontrado de 4.9 - 9.4 mostrando síntomas de desarrollo anormal (Granados, 1993).

2.6.- Antecedentes históricos de la Taxonomía de los magueyes.

Contra lo que algunas personas creen, el agave no es un cactus, el agave es una planta que pertenece a la familia de las amarilidáceas, es de hojas largas, fibrosas de forma lanceolada, de color verde azulado, cuya parte aprovechable para la elaboración del tequila es la piña o cabeza (academia mexicana del tequila).

Maguey es una voz de origen caribe, que como nombre genérico se aplica a las especies del género Agave. Hernán Cortes, en su carta de relación describe que en los mercados de Las Antillas se vendía miel, azúcar y vino de “maguey”; en dicho documento también es claro que para estas plantas en México también se usaba el nombre de maguey, como parece indicarlo el nombre Mayahuel, diosa del maguey. Así, la castellanización del nombre científico del maguey fue asignada por Linneo como género agave (admirable), (Martínez 2003).

2.6.1.- Clasificación Taxonómica del Agave.

Uno de los principales problemas en cuanto a la taxonomía del género Agave es situarlo en la familia que pertenece, ya que hace algunos años, aún se le clasificaba dentro de las Agavaceas, existiendo otros autores que en sus referencias bibliográficas lo sitúan en otras como son las Liliáceas o las Amarilidáceas, (Granados, 1993).

Taxonómicamente el género Agave se ubica en la familia Agavaceae. En el Continente Americano se reportan aproximadamente 310 especies (Granados 1993), de las cuales en México se encuentran alrededor de 200 (Peña et-al, 2004), por ello se considera a este país como centro de origen del género.

Son plantas adaptadas a condiciones de aridez, raíces someras y ramificadas, cutícula gruesa, suculenta, estomas hundidos, metabolismo fotosintético y metabolismo ácido de crasuláceas (CAM) son algunos de los atributos que le permiten establecerse en zonas carentes de agua (Granados, 1993).

2.6.2.- Ubicación taxonómica.

Uno de los principales problemas en cuanto a la taxonomía del género agave es situarlo en la familia a la que pertenece, ya que aun se clasifica dentro de las agavaceas existiendo otros autores que en sus referencias bibliográficas lo sitúan dentro de otras familias (Granados, 1993).

De acuerdo con Takhtajan 1980 (citado por Ruiz 2003), el agave esta dentro de la siguiente clasificación:

Reino	Plantae
Subreino	Phanerogamae
División	Angiospermae
Clase	Monocotylediaae
Orden	Liliales
Familia	Agavaceae
Subfamilia	Agavoideae
Tribu	Agaveae
Género	<i>Agave</i>

Cuadro 1. Clasificación del *Agave*

Gentry en 1982 cita que el agave pertenece a:

Subgénero	<i>Agave</i>
Sección	Ditepalae
Sp.	<i>durangensis</i>

Cuadro 2. Clasificación del *Agave durangensis*.

2.6.3.- Descripción botánica de la familia Agavaceae.

La familia de las agavaceas son plantas perennes, herbáceas o arbustivas, acaules, con bulbo o rizoma, hojas arrosetadas basales, caulinares, gruesas carnosas, flexibles, fibrosas con bordes espinosos, flores hermafroditas, actinomorfas o zigomorfas; inflorescencia en racimo (umbelas), espiga o panícula con bracteadas grandes en la base, tubo del perianto corto, seis segmentos desiguales, seis estambres insertos en la base de los segmentos o sobre el tubo, filamentos filiformes o engrosados en la base, anteras libres, lineares generalmente fijas dorsalmente, binoculares, ovario supero o ínfero, tricocular, estilo alargado, óvulos numerosos solitarios en cada lóbulo, fruto capsular o baya (Martínez, 2003).

2.7.- MORFOLOGÍA GENERAL DE LOS MAGUEYES.

La morfología de los magueyes es muy similar a simple vista, aunque unas pocas especies desarrollan un tallo o tronco muy evidente, en otras las plantas no mueren al florecer (son policárpicas) a diferencia de la mayoría que mueren al florecer (son monocárpicas), hay especies que no presentan espinas laterales, o que sus quistes son poco o nada ramificados (espigados), etc. pero dentro de la similitud en general cada especie presenta diversas peculiaridades (Martínez, 2003).

2.7.1.-Agave

Como la familia Cactaceae, su origen es totalmente en el nuevo mundo, aunque muchos de sus miembros han sido naturalizados alrededor del mundo. Los Agaves son nativos de la parte sur del Norte de América, México, América Central, la parte norte del Sur de América. Hay formas enanas que miden apenas algunos centímetros de lado a lado, pero la mayoría de la especies son mas grandes, abarcando un rango de 20 cm. a 3 metros. Aunque muchos miembros de este genero crecen bastante con el tiempo, se ven muy bien como retoños y pueden ser mantenidos de tamaño chico por bastantes años en macetas. Estas plantas proliferan si se les da cualquier tipo de fertilizante, (Communique, 2006). El agave o maguey es una planta que conserva suelo y agua, dependiendo del manejo agronómico y de las condiciones ambientales en que se desarrolle puede llegar a producir en un lapso de tiempo de 2 a 3 años hijuelos

(rizomas) y de 7 a 10 años algún otro producto (aguamiel, miel, pulque, tequila, mezcal, fibras, quiote, tallo, búlbulos y semillas), (Gurrola, 2002).

Las plantas de Agave son crecidas y cultivadas en huertos llamados potreros, los plantíos tradicionales todavía tienen maíz y frijol plantados entre las hileras de agave. Las plantas de agave toman por lo menos 8 años para alcanzar la etapa adecuada para la fermentación y pueden ser dejadas hasta 12 años antes de ser cosechadas; entre mas maduras, son mejores sus azucres naturales.

Durante este tiempo la planta es podada, cortando las puntas de las hojas con machetes para estimular la piña para que crezca (Tequila, 2004).

2.8.- DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DEL AGAVE

El género Agave vive y ocupa las laderas rocosas en bajadas rocosas y en pequeños matorrales entre 1700 y 2600 msnm (Gurrola, 2002), en suelos generalmente muy erosionados formando matorral rosetófilo se asocia con matorral micrófilo y/o crasicale en zonas de baja precipitación pluvial. Suele presentarse en su mayor rango de altitud en zonas de transición del clima templado a clima templado frío (Rubio, 2001).

EL *Agave durangensis* es conocido vulgarmente como maguey mezcalero (Rubio, 2001), se localiza principalmente en los Estados del centro del país en México; Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Querétaro; en el Sur en Oaxaca y Yucatán; en el Bajío en Guanajuato, San Luis Potosí, Jalisco, Colima y Aguascalientes y en el Norte en Zacatecas, Coahuila y Durango principalmente (Martínez, 2003).

2.8.1.- Hábitat del género *Agave*

El tipo de vegetación donde se desarrolla el *Agave* es el matorral xerófilo crasicale en el cual se encuentran especies como se muestra en el cuadro 3.

Biznaga	<i>Avenicosa sp.</i>
Chaparro prieto	<i>Brocifera mimosa</i>
Gatuño	<i>Echinocactus</i>
Huisache	<i>Acacia sp.</i>
Jarilla	<i>Dodonea farnesiana</i>
Mezquite	<i>Prosopis sp.</i>
Nopal	<i>Opuntia sp.</i>
Ocotillo	<i>Fouqueira splendens</i>
Palma china	<i>Yuca sp.</i>
Sotol	<i>Dasyilirion sp.</i>
Pastos (Diversos)	

Cuadro 3. Tipos de vegetación.

El maguey puede tolerar la sombra de estas especies y la comprendida por nutrientes, parece estar equilibrada (Martínez, 2003).

2.8.2.-Cantidad de plantas de agave en la actualidad

Se rumora que la cantidad de agave en pie no puede ser menor a los 150 millones de plantas y de esta cantidad se supone que más del 50 por ciento se cultiva en la región de los Altos, Jalisco (Valenzuela, 1994).

En 1997 existían 202 millones de plantas pero para Junio del 2000 el inventario del agave disminuyó a 107.5 millones, la escasez de materia prima ha tenido como causas principales la aparición de una bacteria y hongo que afectaron buena parte de los cultivos, así como la actividad agrícola intensiva cuando se recomienda cambiar de cultivo una vez que se cosecha el agave, el inadecuado sistema de fertilización del suelo y la falta de un control de plagas, así como el crecimiento acelerado de la

industria sin contar con las suficientes reservas de materia prima para abastecerla (Macias, 2001).

2.9.- QUE ES EL MEZCAL.

En náhuatl, MEXCALMETL quiere decir AGAVE ó MAGUEY (como se le conoce de manera común). Mucho se cree que el maguey es un cactus, pero dentro de la botánica, éste es considerado como una especie aparte ya que existen más de 120 tipos, (Todo acerca de México).

México es reconocido por la producción de varias bebidas alcohólicas (Flores et-al, 2005), obtenidas desde el fermentado de diferentes especies de plantas del agave. (Arrizon et-al, 2005), cabe recordar que el Mezcal no es un tipo de Tequila, mejor dicho, él tequila es un tipo de Mezcal. El Tequila procede del "*Agave tequilana weber azul*" mientras que él Mezcal puede ser elaborado con cualquier tipo de agave (Todo acerca de México).

El tequila es una bebida mexicana obtenida por destilación y fermentado del jugo de agave, es producido en un territorio protegido por una garantía de originalidad.

Existen dos tipos de tequilas: tequila 100% obtenido exclusivamente de las azúcares de el *Agave tequilana Weber* variedad azul y tequila producido usando 49% de azúcares, utilizando otras variedades de Agave (Arrizon J. y Gschaedler A. 2002).

2.9.1.- Las especies de magueyes en la Norma del Mezcal.

En la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-SCFI-1994, BEBIDAS ALCOHOLICAS-TEQUILA-ESPECIFICACIONES. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de octubre de 1977, establece lo siguiente: para la protección a la denominación de origen "Tequila", el Estado mexicano se constituyó como único titular de dicha denominación, en virtud de corresponder a un producto distintivo de México. Que en tal virtud, se ha buscado crear el escenario más adecuado para lograr que este producto distintivo de nuestro país continúe siendo un elemento de difusión de nuestra cultura y un reflejo de la calidad con la que cuenta la industria nacional, (Diario Oficial de la Federación. 1994) La única especie admitida para los efectos de esta NOM es la

Tequilana weber, variedad azul, que haya sido cultivada dentro de la zona señalada en la Declaración (Diario Oficial de la Federación, 1994). En la “Norma Oficial Mexicana NOM-070-SCFI-1994, Bebidas Alcohólicas-Mezcal-Especificaciones”, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de junio de 1997, se establece como campo de aplicación lo siguiente:

Esta NOM se aplica a la bebida alcohólica llamada mezcal, elaborada con Agaves de las siguientes especies:

<i>Agave angustifolia</i> Haw	maguey espadín
<i>Agave asperrima</i> Jacobi	maguey de cerro, bruto o cenizo
<i>Agave potatorum</i> Zucc	maguey de mezcal

Cuadro 4. Especies de agave dentro de la NOM.

Además de otras especies de agave siempre y cuando no sean utilizadas como materia prima para otras bebidas con denominaciones de origen dentro del mismo Estado (Martínez, 2003).

2.10.- IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DE SUELO.

El suelo es la base para el crecimiento de las plantas verdes que producen materia orgánica por el proceso de la fotosíntesis la materia orgánica producida sirve de alimento a las mismas plantas o los animales y al hombre, para que el suelo produzca debe tener ciertas condiciones que se conocen como fertilidad, que depende de varios factores:

- 1).- Cantidad de materia orgánica presente; La M.O. ó humus es esencial para la fertilidad de los suelos.
- 2).- La capacidad de almacenar las sustancias nutritivas contenidas en el agua; ésta capacidad se conoce como fuerza de absorción, la mayor capacidad la tienen las arcillas y el humus (Brack y Mendiola).

2.10.1- Elementos minerales esenciales para el suelo.

2.10.1.1.- Macronutrientes.

Necesarios en porciones mayores como derivados del agua y del aire: Carbono (C), Hidrogeno (H), Oxigeno (O).

-Derivados de minerales: Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Potasio (K).

-Derivados de materia orgánica: Nitrógeno (N).

-Derivados de minerales y materia orgánica; Fósforo (P) y Azufre (S).

2.10.1.2.- Micronutrientes.

Necesarios en porciones muy pequeñas: Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo) y Zinc (Zn), (Brack y Mendiola).

2.10.2.- Manejo en la Fertilización.

Cualquier sustancia que se añade al suelo para aportar uno o más nutrientes a las plantas con el fin de aumentar su crecimiento, es un fertilizante. Por lo general los fertilizantes inorgánicos son compuestos químicos simples hechos en fabricas o extraídos de las minas, que proveen nutrientes a las plantas y no son residuos de materia viviente animal o vegetal (Cooke, 1983). Las sustancias químicas que se encuentran en los fertilizantes, generalmente se denominan nutrimentos, existen 16 elementos reconocidos; orgánicos (C,H,O) y minerales: N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, B, Fe, Mn, Cu, Mo, Cl (National Plant Food Institute, 1986). El Agave, es un cultivo capaz de adaptarse a suelos delgados poco profundos, pedregosos e inapropiados para otros cultivos; sin embargo no por ello se debe creer que es una planta con bajo requerimiento de nutrientes. En suelos con alto contenido calcáreo y provistos con buen contenido de nutrientes, se alcanza alta calidad y rendimiento (Barragán, 2002), aun cuando el agave puede sobrevivir a largos periodos de sequía, un adecuado abastecimiento de humedad ya sea riego rodado o por goteo asociado con una fertilización balanceada, son imprescindibles para lograr una buena cosecha. Así mismo esta planta es sensible al exceso de agua, razón por la cual los suelos pesados

deficientemente drenados no son adecuados para la explotación de este cultivo (Cruz, 2001).

La dosis de fertilización y de abonos orgánicos corresponderá a las necesidades propias del cultivo en el suelo en que se desarrolla, pero no se recomienda cantidades específicas. El uso indiscriminado de los fertilizantes causa quemaduras en la plántula, pues los tejidos tiernos de las hojas (“cogollo”) pueden quemarse con altas dosis o sin la presencia de lluvias cuando el fertilizante es aplicado en esta parte de la planta (Valenzuela, 1994).

2.10.3. Plantación

En las plantaciones de agave mezcalero en Oaxaca, la plantación de los hijuelos se realiza en los meses de mayo y junio de modo que las plantas aprovechen las lluvias para enraizar y empezar su desarrollo, se utiliza una densidad de población de 2350 plantas/ha, la cual se logra con una distancia entre plantas de 1.5 m y 2.8 m entre hileras. Con la finalidad de obtener un buen crecimiento de los agaves se efectúa la fertilización orgánica (estiércol de ganado) en los primeros 3 o 4 años a razón de 2 a 3 kg /planta (Cruz, 2001).

(Chirinos) citado por (Barragán, 2002), llevó a cabo un estudio en la extracción de nutrientes de la planta de Agave tequilana Weber durante su periodo de aprovechamiento (6 años) en una población de 3200 plantas/ha, menciona que requiere por hectárea 284 kg de N, 108 kg de P, 614 kg de K, 84 kg de Mg y 780 kg de Ca, para el sano desarrollo de las plantas y para tener buenos rendimientos. Además recomienda realizar análisis foliares dado que es difícil encontrar una deficiencia visual (Barragán, 2002).

2.10.4.- Métodos de plantación.

(Sánchez, 1999), citado por (Rojas, 2003), describe los siguientes métodos:

a).- En terrenos con pendiente ligera, se realiza en forma intensiva con distancias entre surcos de 3 metros y 2 metros entre plantas, con una densidad de 1,600 plantas por hectarea, teniendo intercalado algún cultivo anual en los primeros 3 años, en los siguientes el desarrollo de las plantas impide el intercalado de otros cultivos.

b).- En terrenos con alta pendiente, la plantación requiere de espacios más amplios de 6 metros, entre surcos de 2 metros entre planta, intercalando un cultivo anual durante el ciclo vegetativo del maguey, teniendo una densidad de 800 plantas ha. Este caso resulta conveniente debido principalmente a que, cuando se realiza una labor cultural al cultivo intercalado, se aprovecha la ocasión para realizarlo también con el maguey. Por otra parte, se evita el pastoreo dentro de la plantación, lográndose el aprovechamiento de los hijuelos que surgen en un mediano plazo, la actividad del desahije a tiempo evita el envejecimiento prematuro de la plantación.

CAPITULO III.

III.- MATERIALES Y METODOS

III.- Localización Geográfica del Sitio Experimental.

El presente estudio se realizó en el año 2006 en el campo experimental de la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO – UNIDAD LAGUNA (UAAAN – UL), ubicada en periférico y carretera a Santa Fe Km. 1.5, Torreón Coahuila, México.

La UAAAN – UL, se encuentra ubicada en las coordenadas geográficas 103° 25´ 57" de latitud oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31´ 11" de latitud norte con una altura de 1123 msnm (CNA , 2002).

Clima de la Comarca Lagunera.

El clima de la comarca lagunera es de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte de la región y de 400 a 500 mm en la zona montañosa oeste, con una evaporación anual de 2600 mm., y una temperatura anual de 20°C. En este ultimo aspecto, el área de la llanura y gran parte de la zona montañosa presenta dos periodos bien definidos: el periodo comprende 7 meses desde abril hasta octubre, en los que la temperatura media mensual es de 13.6°C, los meses mas fríos son diciembre y enero registrándose en este ultimo el promedio de temperatura mas bajos es de 5.8 °C aproximadamente (CNA, 2001).

Material Biológico.

Se utilizaron 644 plantas de *Agave durangensis* de 2 años de edad obtenidas del invernadero de la UAAAN U-L.

Diseño experimental.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas, utilizando dos tratamientos (Urea y fertilizante comercial Foltron plus®) contra un testigo (agua) por parcela, teniendo un total de 9 parcelas.

Establecimiento del experimento

El área de la superficie utilizada en este experimento fue de 2160 m², con una distancia entre hileras de 3 m (adecuada para libre tránsito de tractor) y entre plantas de 1.0 (20 plantas por parcela, “con un total de 5,000 plantas por hectárea”), 1.5 (13 plantas por parcela, “contando con 3,250 plantas por hectárea”) y 2.0 m (10 plantas por parcela, “con un total de 2,500 plantas por hectárea”) respectivamente.

Densidad de Plantación.

Las plantas de *Agave durangensis* fueron trasplantadas el 06 de abril del 06, la distancia a que se plantaron fue de 1.0 m, 1.5 m y 2.0 m entre plantas a una distancia de 3.0 m entre hileras de plantas de Agave, dejándose una barrera natural de agave como espacio entre parcelas, el número de hileras por parcela fue de tres, donde cada una corresponde a un tratamiento. El tamaño de parcela es de 12 metros de ancho por 20 metros de largo, el total del área es 36 metros x 60 metros, 2160 m².

Análisis de suelos.

Antes del establecimiento de las plantas se tomaron muestras de suelo para conocer las características químicas y físicas del mismo. Los análisis fueron realizados en el

laboratorio de suelos de la UAAAN U-L, las muestras se tomaron al azar en toda la parcela, a una profundidad de 0-30 cm cada muestra, arrojando los siguientes resultados (Cuadro 5).

		MUESTRAS 0-30cms.				
		1	2	3	4	Rango optimo
Potencial Hidrogeno (PH)		7.14	7.20	7.23	7.28	7.0
Conductividad Eléctrica (CE) (mS/cm)		1.89	2.87	1.98	1.82	< 4.0
Textura (%)	Arena	19.84	51.84	23.84	22.56	
	Arcilla	26.88	26.88	20.88	24.16	
	Limo	53.28	21.28	55.28	53.28	
		Migajon- limoso	Migajon- Arcilloso- arenoso	Migajon- limoso	Migajon- limoso	
Capacidad de Intercambio cationico (CIC) (meq/100gr)		18	16	18	20	> 25
Ca + Mg (Meq/L)		5	10.3	6.6	6.0	
Nitrógeno (N) (%)		0.098	0.0812	0.0938	0.1036	0.15-0.25
Fósforo (P) (ppm)		15.44	19.86	21.79	20.68	>11
Microelementos (PPM)						

Cobre (Cu)		1.42	1.32	1.25	1.52	>2
Fierro (Fe)		5.4	4.7	4.0	4.1	> 4.5
Zinc (Zn)		2.47	2.25	1.87	2.3	> 1.0
Manganeso (Mn)		15.05	12.62	14.87	16.3	> 1.0
Densidad Aparente (DA) gr/ml		1.16	1.27	1.20	1.14	< 1.30
Materia Orgánica (M.O. %)		1.072	1.239	1.34	1.47	3.0-6.0

Cuadro 5. Resultados del análisis fertilidad de suelo del campo experimental de la UAAAN U-L

Preparación del terreno.

Las labores de preparación del suelo se ejecutaron con maquinaria agrícola por los tesistas y consistió en labores de desmonte o limpia y rastreo, así como trazado de las parcelas y alineado para transplantar cada planta de agave.

Con auxilio de palas poceras se construyeron las cepas en suelo seco y se plantaron individualmente el agave, los cuales tenían una edad de 2 años de vida.

Riegos

Se aplicó un volumen de agua para llevar el suelo a un contenido de humedad equivalente a capacidad de campo (CC), dado que no se conocen los valores de CC y

punto de marchitamiento permanente (PMP), estos se pueden estimar conociendo la textura del suelo. (Cuadro 6).

TEXTURA	CC (%)	PMP (%)	Lr (cm)	Volúmenes de agua (L) para módulos de:	
				200m ²	100m ²
Arcilla	45.0	32.5	3.75	7,500	3,750
Arcilla limosa	42.5	27.5	4.50	9,000	4,500
Franco arcillo limoso	37.5	20.0	5.25	10,500	5,200
Arcilla arenosa	35.0	22.5	3.75	7,500	3,750
Franco arcilloso	32.5	17.5	4.50	9,000	4,500
Franco limoso	27.5	12.5	4.50	9,000	4,500
Limo	27.5	10.0	5.25	10,500	5,250
Franco arcillo arenoso	25.0	15.0	3.00	6,000	3,000
Franco	25.0	12.5	3.75	7,500	3,750
Franco arenoso	17.5	7.5	3.00	6,000	3,000
Arena franca	12.5	7.5	1.50	3,000	1,500
Arena	5.0	2.5	0.75	1,500	750

Cuadro 6. Valores promedio de capacidad de campo (CC) y punto de marchitamiento permanente (PMP) para suelos de diferente textura, (Orona y Rivera, 2000).

Tiempo de riego

Para definir la lámina de riego que se aplicó, se determinó el tiempo de riego mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo de riego} = (Lr) \times (A)$$

$$Qg$$

Donde:

Lr = Lámina de riego en metros

A = Área de influencia del gotero, que se obtiene multiplicando la distancia que hay entre goteros por la distancia que hay entre líneas regantes (m²).

Qg = Gasto del gotero en m³ / hora.

Datos obtenidos en campo:

A = 1.0 entre plantas = 0.5 m x 0.5 m

A = 0.25 m².

Qg = 4 L / h

Qg = 0.004 m³ / h

Aplicando la formula para sacar tiempo de riego;

$$Tr = \frac{(0.045 \text{ m}) \times (0.25 \text{ m}^2)}{0.004 \text{ m}^3 / \text{h}}$$

Tr = 2.81h

Convirtiendo el gasto del gotero;

4L → 1 h

¿? ← 2.81h = 11.24 L

Se le aplicó en 2h 48 min. 11.24L de agua a cada planta por semana.

(La ubicación del gotero es totalmente localizada para humedecer el área radicular “gotero por planta”)

El primer riego de trasplante fue el día 06 de abril del 2006. Después a partir del 30 de agosto del 2006 cada semana se hizo un riego hasta el 15 de noviembre del 2006, teniendo un total de 12 riegos.

FERTILIZACION

La Urea como el Foltron plus® se aplicaron de forma foliar iniciando el día 30 de agosto del 2006, continuando el 27 de septiembre del 2006 y terminando el 25 de octubre del 2006.

Se le aplico 3 ml de foltron plus® / Litro de agua, lo cual de esta solución se le aplico 1L vía foliar a cada planta de agave.

Se le aplico 2gr de Urea / Litro de agua, lo cual de esta solución se le aplico 1L vía foliar a cada planta.

Estos valores fueron sacados tomando en cuenta las especificaciones de fertilización del Foltron plus® y de la Urea respectivamente.

Variables morfológicas evaluadas

Los datos se tomaron cada 30 días por la tarde, iniciando el 19 de agosto del 2006, 19 de septiembre del 2006, 19 de octubre del 2006 y culminando el 19 de noviembre del 2006. Las variables morfológicas evaluadas fueron las siguientes:

Altura de la planta

Esta variable fue medida con la ayuda de una regla de 30 cm desde el suelo hasta la parte más alta de la planta.

Longitud de la hoja

También se utilizo la regla para su fácil medición tomando una hoja base la cual se midió y se marco para posteriormente ser medida después.

Diámetro de dosel

Para la variable se tomo la distancia que hay entre las puntas de las hojas mas largas en cada planta, para ello se utilizo un flexometro registrando los valores en centímetros.

Anchura máxima de la hoja

Se midió la parte mas ancha de la hoja que se encuentra posteriormente en la parte media de la hoja, utilizando una regla de 30 cm por su fácil manejo.

Anchura del cuello (cogollo)

La variable fue medida con un compás y con ayuda de la regla midiendo la abertura del compás.

Anchura de la base de la hoja, Longitud de la espina de la hoja, Altura del gancho lateral (hoja margen) y Anchura de la espina lateral (hoja margen)

Estas características se midieron con la ayuda de una regla ya que las variables a medir eran de pocos centímetros.

Grosor de la base de la hoja

Se tomo de la parte inferior tomando en cuenta la misma hoja a la que se midió la anchura máxima registrando sus valores en centímetros.

Numero de espinas (hoja margen),

Se midieron a simple vista contando todas las espinas del margen de la hoja.

Numero de hijos

Se observaron los brotes de hijuelos de cada planta de agaves medidas.

Numero de hojas

Se contaron todas las hojas del dosel de la planta de *Agave durangensis*.

CAPITULO IV.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

El diseño experimental utilizado fue por parcelas divididas con 5 repeticiones, los resultados del Análisis Estadístico en el presente estudio se hicieron mediante el programa SAS (Statistics Analisis System) y son los siguientes:

4.1. ALTURA DE LA PLANTA

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa tanto para las densidades como para los tratamientos (Cuadro 7). La prueba de comparación de medias indicó que las plantas que se trataron con Urea a una distancia de 1.0 m entre plantas presentaron un crecimiento mayor que los demás tratamientos, con el valor mas alto de 25.72 cm y correspondiendo el valor mas bajo de 20.2 cm con una densidad de plantas de 2.0 m con el testigo agua. (Grafica 1), estos resultados coinciden con los de (Espinoza y Bravo, 2005) encontrando una respuesta favorable en el maguey espadín aplicándole Nitrógeno.

Cuadro 7. Resultados del análisis de varianza en la variable Altura de la planta.

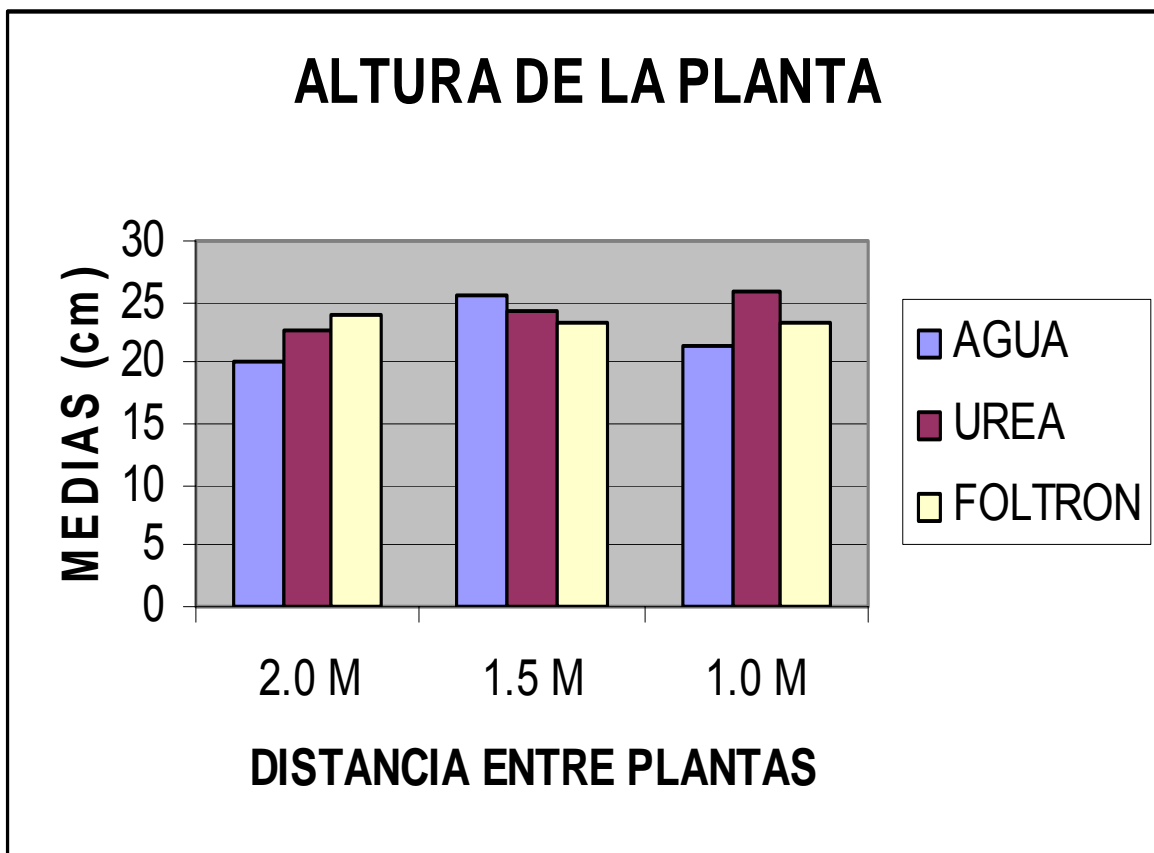
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	19.375	9.687	6.02**
Repetición	3	466.814	155.604	96.64**
Trat*Rep	6	6.026	1.00	0.62 ns
Densidad	2	25.100	12.550	7.79**
Trat*Den	4	57.577	14.394	8.94**

Tratamiento	2	19.375	9.687	9.64**
Repetición	3	466.814	155.604	154.92**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01).

*.- Valores significativos. (P>0.05).

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 1.- Resultados después de 93 días en la variable Altura de planta en *Agave durangensis*

4.2. LONGITUD DE LA HOJA

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa para las densidades y en los tratamientos (Cuadro 8), la prueba de comparación de medias indica que la Urea utilizada a una densidad de 1 m entre plantas es la mejor para esta variable, con el valor mas alto de 25.95 cm y correspondiendo el valor mas bajo de 20.65 cm con una densidad de plantas de 2.0 m con el testigo agua. (Grafica 2).

CUADRO 8. Resultados de la Longitud de la hoja en *Agave durangensis*.

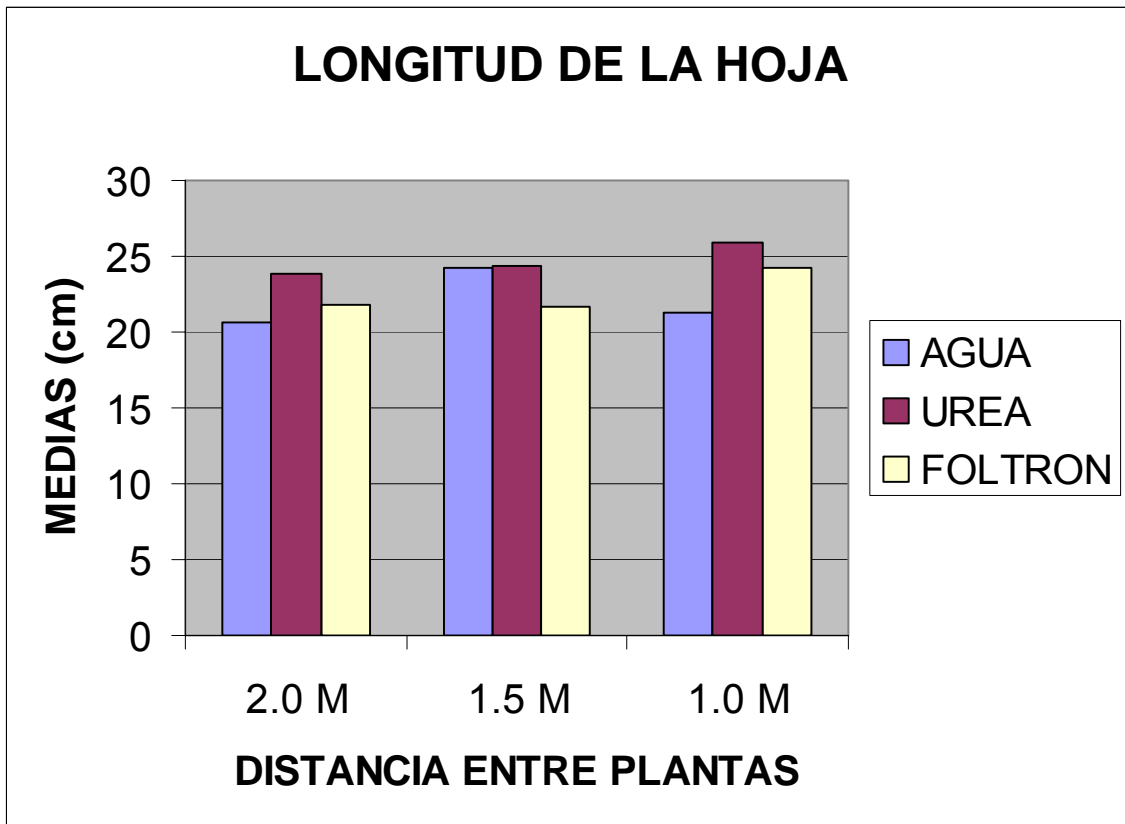
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	14.250	71.251	21.55**
Repetición	3	60.938	203.126	61.45**
Trat*Rep	6	2.646	4.411	1.33ns
Densidad	2	6.374	31.873	9.64**
Trat*Den	4	10.833	27.083	8.19**

Tratamiento	2	14.250	7.125	16.15**
Repetición	3	60.938	20.312	46.04**

**.- Valores altamente significativos. ($P < 0.01$).

*.- Valores significativos. ($P > 0.05$).

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 2.- Resultados después de 93 días en la variable Longitud de la hoja.

4.3. DIAMETRO DEL DOSEL

De acuerdo al análisis de varianza se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos y densidades durante los muestreos realizados (Cuadro 9). La prueba de comparación de medias muestra efecto con la UREA a una distancia de 1 m. entre plantas, con el valor mas alto de 42.72 cm y correspondiendo el valor mas bajo de 30 cm con una densidad de plantas de 2.0 utilizando Foltron plus® (Grafica 3), estos resultados coinciden con los de (Espinoza y Bravo, 2005) encontrando una respuesta favorable en el maguey espadín tratándolo con Nitrógeno.

Cuadro 9. Resultados del análisis estadístico para la variable Diámetro del dosel.

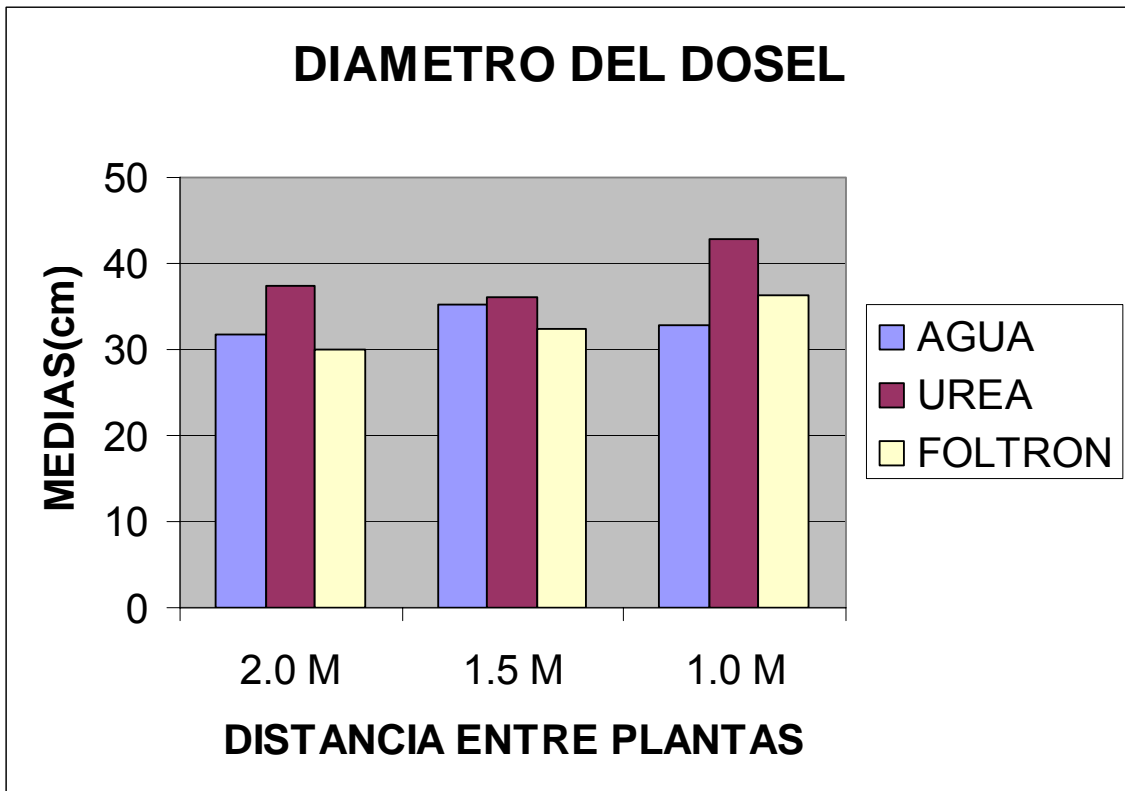
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	48.868	24.434	26.76**
Repetición	3	241.415	80.471	88.12**
Trat*Rep	6	3.331	0.555	0.61ns
Densidad	2	19.820	9.910	10.85**
Trat*Den	4	35.301	8.825	9.66**

Tratamiento	2	48.868	24.434	44.01**
Repeticion	3	241.415	80.471	144.95**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 3.- Resultados después de 93 días en la variable Diámetro del dosel.

4.4. ANCHURA MAXIMA (HOJA)

De acuerdo al análisis de varianza existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos y densidades durante los muestreos realizados (Cuadro 10), obteniendo mejor resultado Foltron plus® a una densidad entre plantas de 2 m, con el valor mas alto de 7.15 cm y correspondiendo el valor mas bajo de 5.0 cm con una densidad de plantas de 1.0 utilizando el testigo agua (Grafica 4).

Cuadro 10. Resultados del análisis de varianza en la variable Anchura máxima de la hoja.

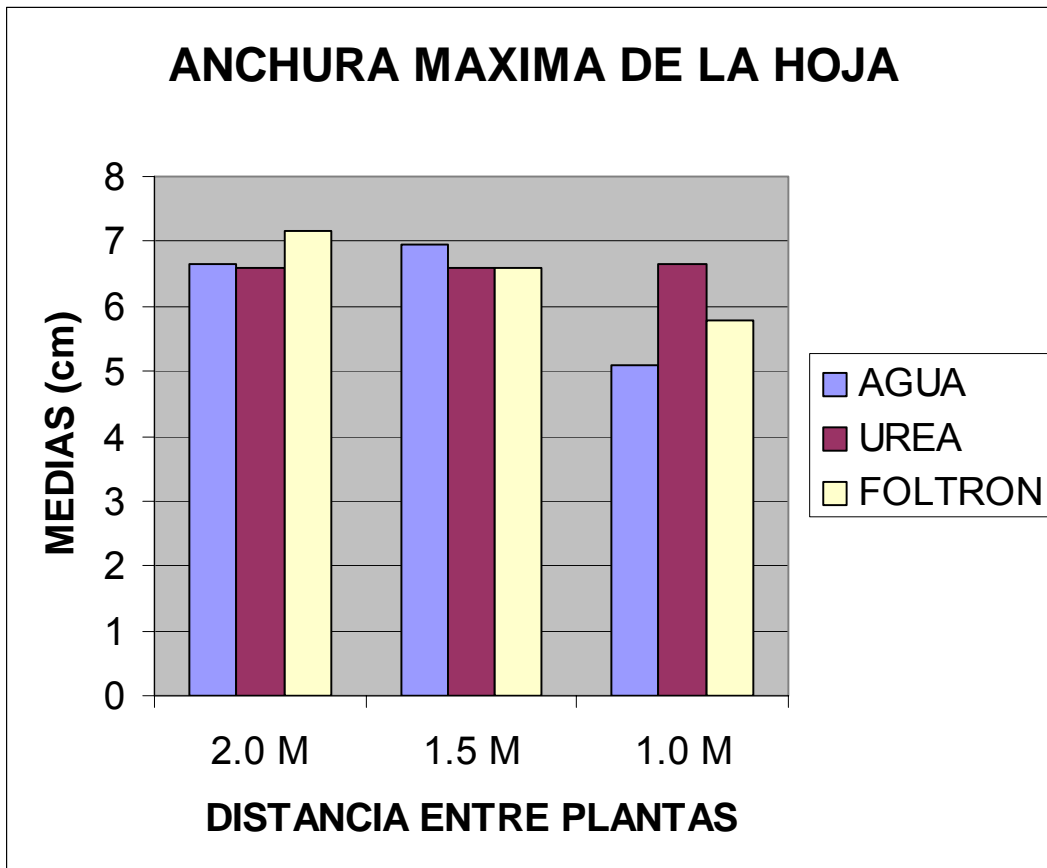
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	9.963	4.981	2.14ns
Repetición	3	412.854	137.618	59.36**
Trat*Rep	6	4.149	0.691	0.30ns
Densidad	2	92.193	46.096	19.88**
Trat*Den	4	73.686	18.421	7.95**

Tratamiento	2	9.963	4.981	7.20**
Repetición	3	412.854	137.618	198.98**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 4. Resultados después de 93 días en la variable Anchura máxima de la hoja.

4.5. ANCHURA DEL CUELLO COGOLLO

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa para las densidades pero no para los tratamientos (Cuadro 11). La prueba de comparación de medias indicó que el foltron plus® a una distancia de 2 m presentó un mayor incremento en esta variable con el valor mas alto de 2.17cm y correspondiendo el valor mas bajo de 1.62 cm con una densidad de plantas de 1.0 utilizando urea (Grafica 5).

Cuadro 11. Resultados del análisis de varianza en la anchura del cuello cogollo.

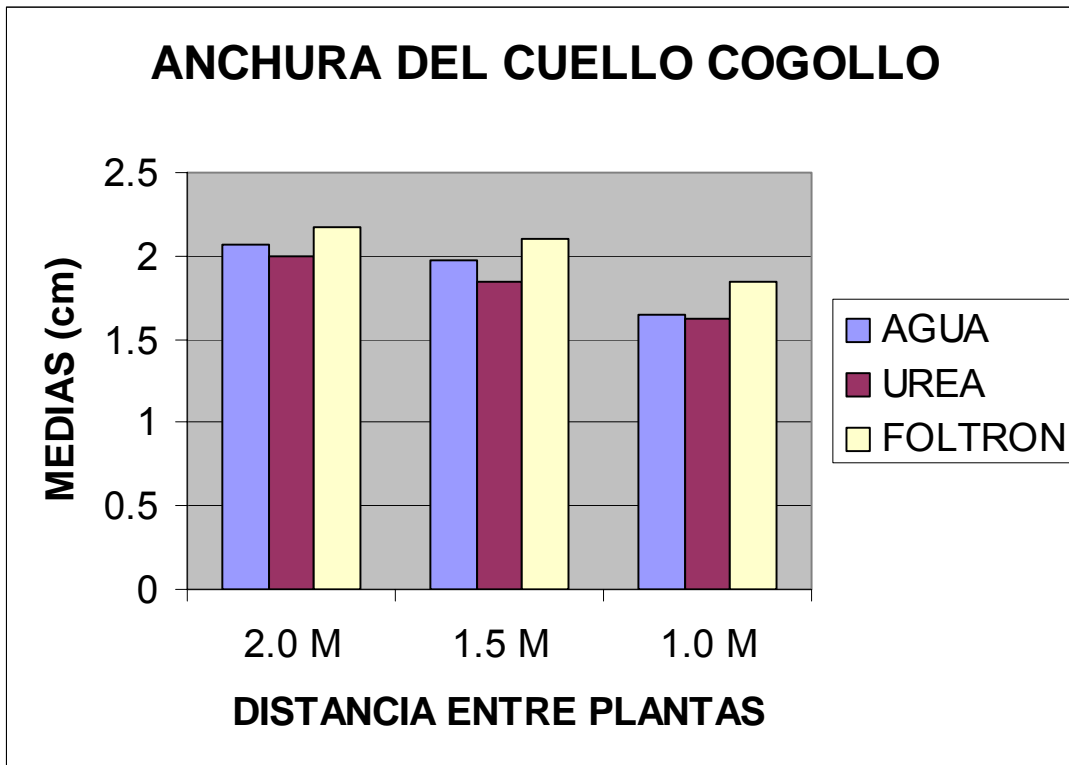
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	4.050	2.025	5.37*
Repetición	3	2.441	0.813	2.16ns
Trat*Rep	6	2.765	0.460	1.22ns
Densidad	2	12.918	6.459	17.13**
Trat*Den	4	0.203	0.050	0.13ns

Tratamiento	2	4.050	2.025	4.39*
Repetición	3	2.441	0.813	1.77ns

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 5. Resultados después de 93 días en la variable Anchura del cuello cogollo.

4.6. ANCHURA DE LA BASE HOJA

De acuerdo al análisis de varianza existen diferencias altamente significativas entre las densidades y los tratamientos (Cuadro 12). La prueba de comparación de medias indicó que a una distancia entre plantas de 2 m utilizando el foltron plus® resulta mejor para ésta variable con un valor de 4.67 cm y el mas bajo corresponde al testigo agua con una densidad entre plantas de 1.0 cm con un valor de 3.27cm (Grafica 6).

Cuadro 12. Análisis de varianza de la anchura de la base hoja.

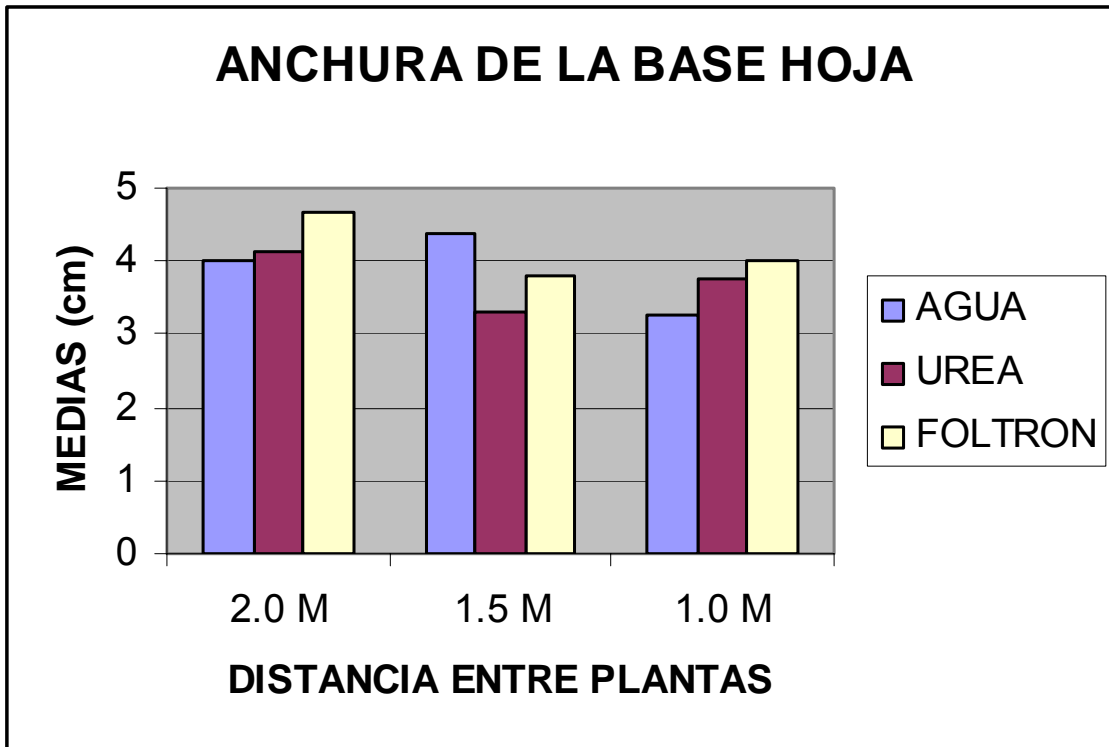
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	2.727	1.363	7.39**
Repetición	3	23.251	7.750	42.01**
Trat*Rep	6	0.684	0.114	0.62ns
Densidad	2	6.048	3.024	16.39**
Trat*Den	4	7.627	1.906	10.34**

Tratamiento	2	2.727	1.363	11.96**
Repeticion	3	23.251	7.750	67.97**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 6. Resultados después de 93 días en la variable Anchura de la base hoja.

4.7. NUMERO DE ESPINAS (HOJA MARGEN)

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 13) existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, pero no hubo diferencias significativas en las densidades. La prueba de comparación de medias indicó que utilizando el testigo agua a 1.5 m de distancia entre plantas tiene una mejor respuesta con un valor de 16.22 cm y el mas bajo corresponde al tratamiento Foltron plus® con una distancia entre plantas de 1.5 m con un valor de 12.5 cm (Grafica 7).

Cuadro 13. Análisis de varianza de la variable; Número de espinas (hoja margen).

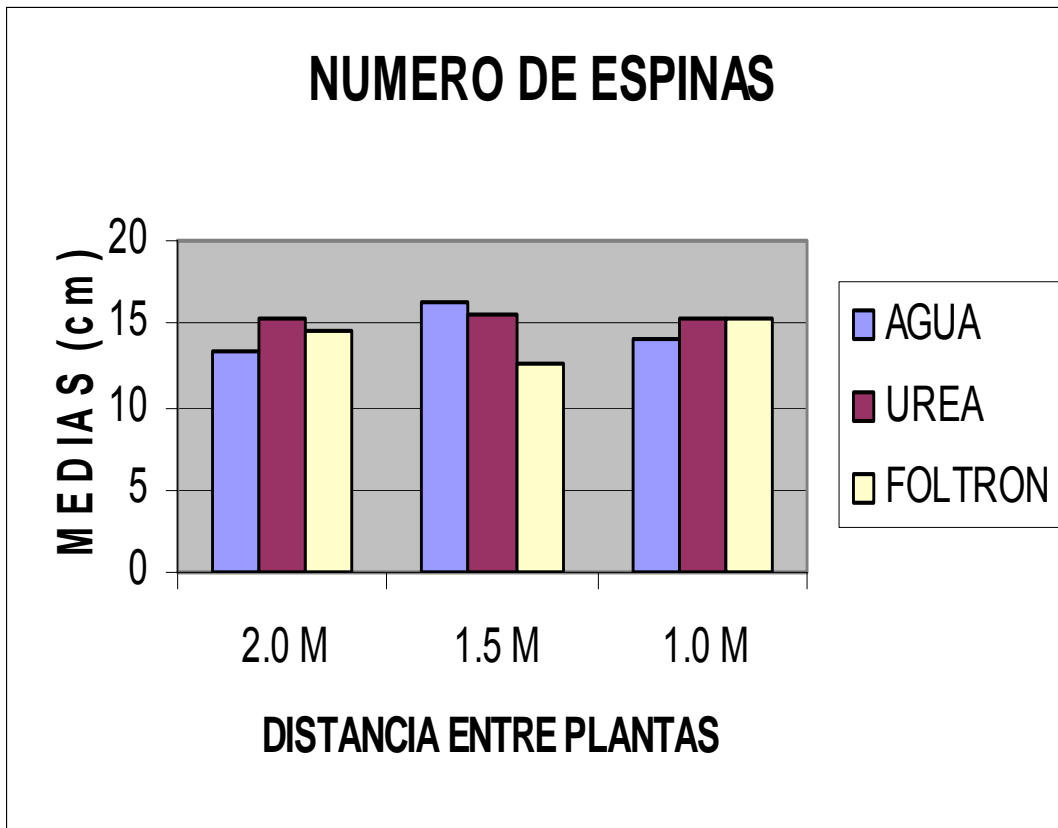
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	9.780	4.890	2.78ns
Repetición	3	123.883	41.294	23.51**
Trat*Rep	6	2.489	0.414	0.24ns
Densidad	2	1.705	0.852	0.49ns
Trat*Den	4	34.622	8.655	4.93**

Tratamiento	2	9.780	4.890	11.79**
Repetición	3	123.883	41.294	99.52**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 7. Resultados después de 93 días en la variable Número de espinas en plantas de *Agave durangensis*.

4.8. LONGITUD DE LA ESPINA (HOJA)

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 14) existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, pero no hubo diferencias significativas en las densidades. La prueba de comparación de medias indicó que utilizando el testigo agua a 1.5 m de distancia entre plantas es mas favorable para esta variable con un valor de 3.55 cm y con el valor mas bajo fue de 2.97 utilizando Foltron plus® con 1.0 m de distancia entre plantas (Grafica 8).

Cuadro 14. Análisis de varianza de la longitud de la espina.

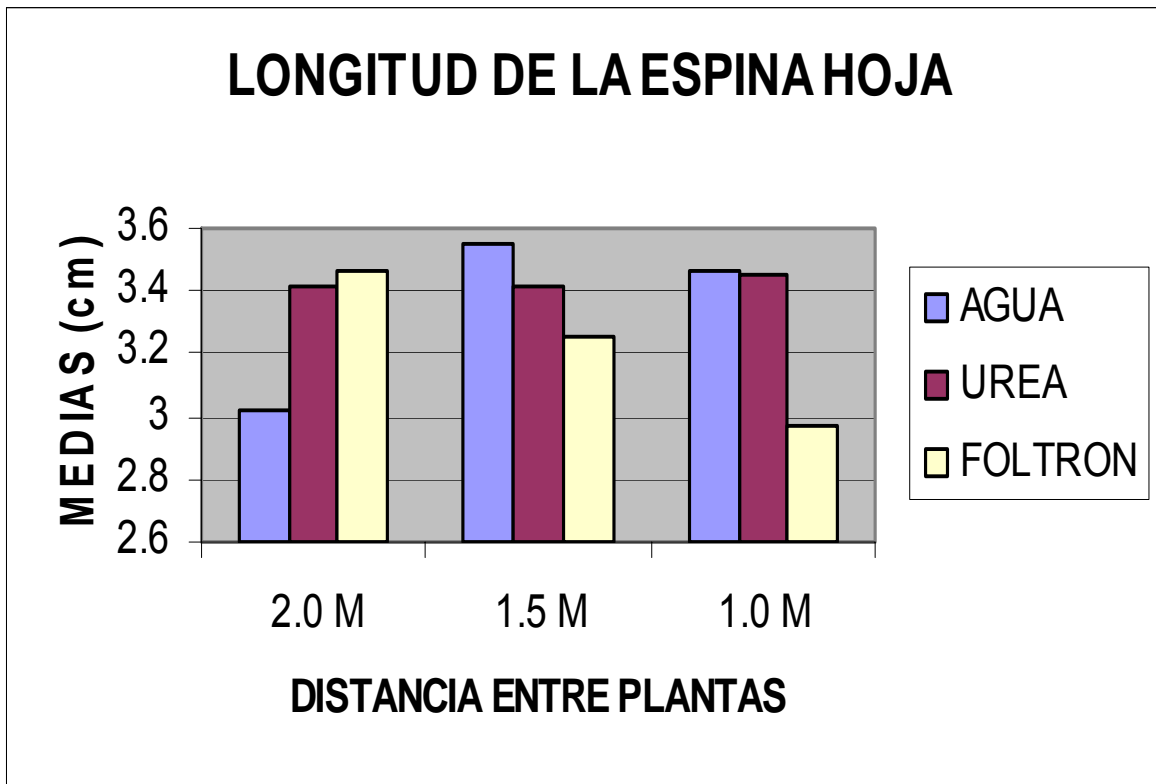
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	0.242	0.121	2.66ns
Repetición	3	3.621	1.207	26.55**
Trat*Rep	6	0.095	0.015	0.35ns
Densidad	2	0.087	0.043	0.96ns
Trat*Den	4	1.061	0.265	5.84**

Tratamiento	2	0.242	0.121	7.60**
Repetición	3	3.621	1.207	75.79**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 8. Resultados después de 93 días en la variable Longitud de la espina.

4.9. NUMERO DE HIJOS

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 15) existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, pero no hubo diferencias significativas en las densidades. La prueba de comparación de medias indicó que utilizando foltron plus® a 1.0 m de distancia entre plantas es mas favorable para esta variable con un valor de 1.35 cm y el mas bajo que fue utilizando el testigo agua que no mostró respuesta alguna en este estudio (Grafica 9).

Cuadro 15. Análisis de varianza para la variable numero de hijos.

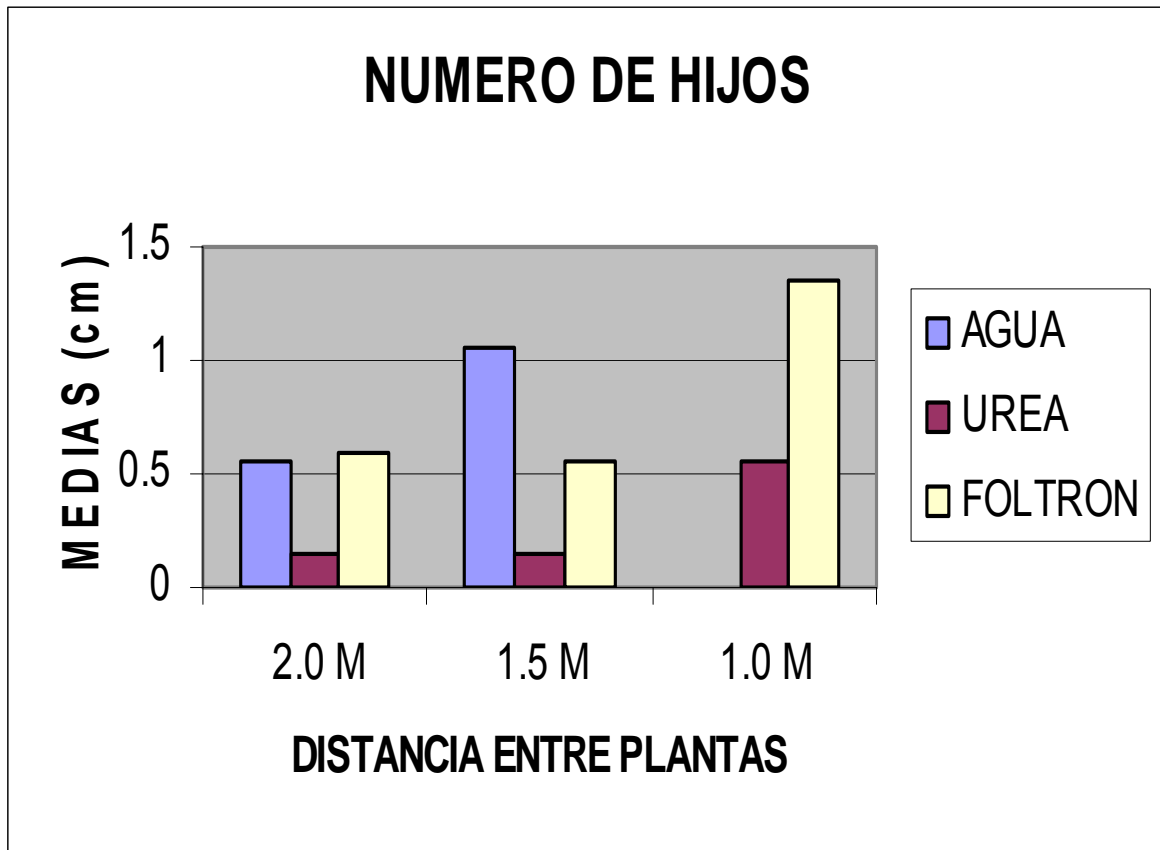
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	1.820	0.910	16.16**
Repetición	3	2.892	0.964	17.12**
Trat*Rep	6	0.304	0.050	0.90ns
Densidad	2	0.260	0.130	2.31ns
Trat*Den	4	3.980	0.995	17.67**

Tratamiento	2	1.820	0.910	17.93**
Repetición	3	2.892	0.964	19.00**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

ns.- Valores no significativos.



GRAFICA 9. Resultados después de 93 días en la variable Número de hijos.

4.10. NUMERO DE HOJAS

De acuerdo al análisis de varianza (Cuadro 16) existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, pero no hubo diferencias significativas en las densidades. La prueba de comparación de medias indicó que utilizando foltron plus® a 1.0 m de distancia entre plantas es más favorable para el crecimiento de nuevas hojas con un valor de 13 cm y el más bajo fue utilizando el testigo agua con un valor de 10.85 cm (Gráfica 10), estos resultados coinciden con los de (Espinoza y Bravo, 2005) encontrando una respuesta favorable en el maguey espadín aplicándole solo fertilizante.

Cuadro 16. Análisis de varianza en el número de hojas.

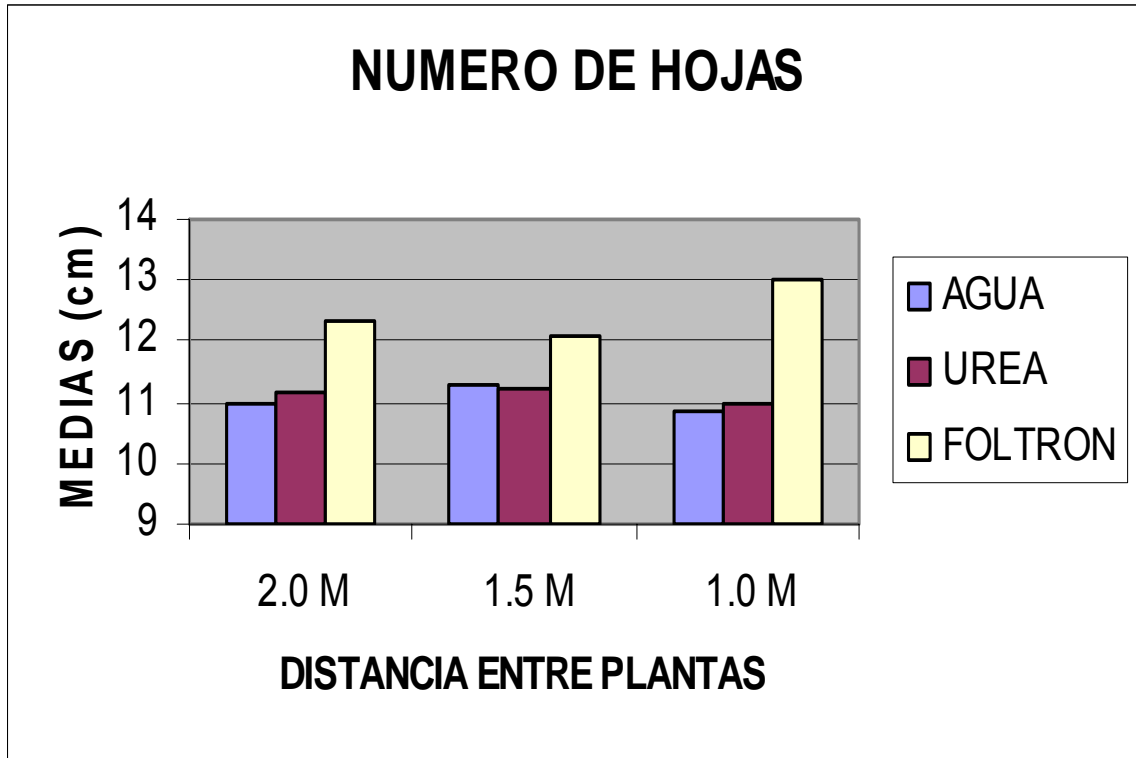
Fuentes de Variación	Grados Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F calculada
Tratamiento	2	15.882	7.941	32.44**
Repetición	3	59.702	19.900	81.29**
Trat*Rep	6	1.691	0.281	1.15ns
Densidad	2	0.062	0.031	0.13ns
Trat*Den	4	2.224	0.556	2.27ns

Tratamiento	2	15.882	7.941	28.17**
Repetición	3	59.702	19.900	70.61**

**.- Valores altamente significativos. (P<0.01)

*.- Valores significativos. (P>0.05)

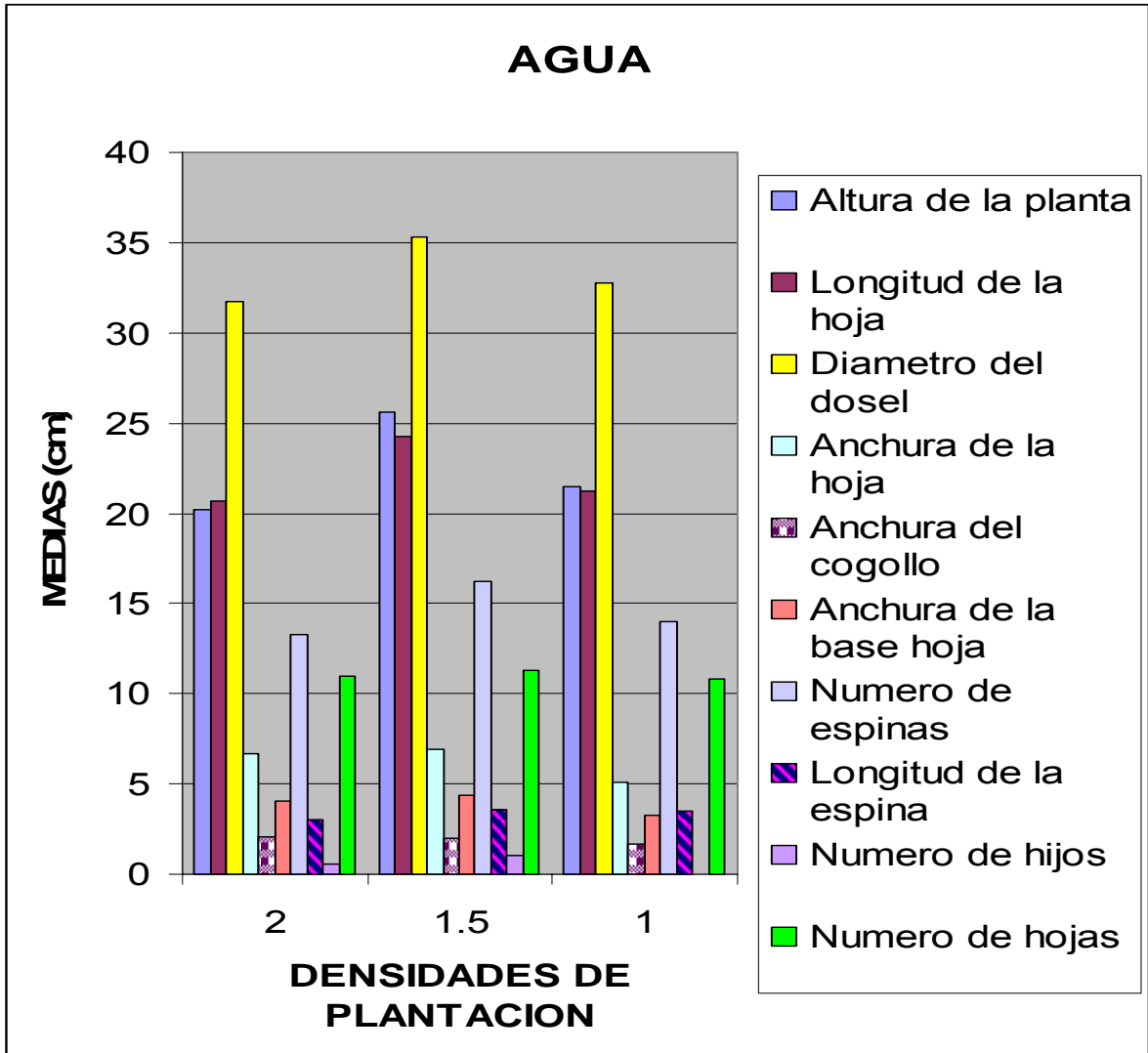
ns.- Valores no significativos.



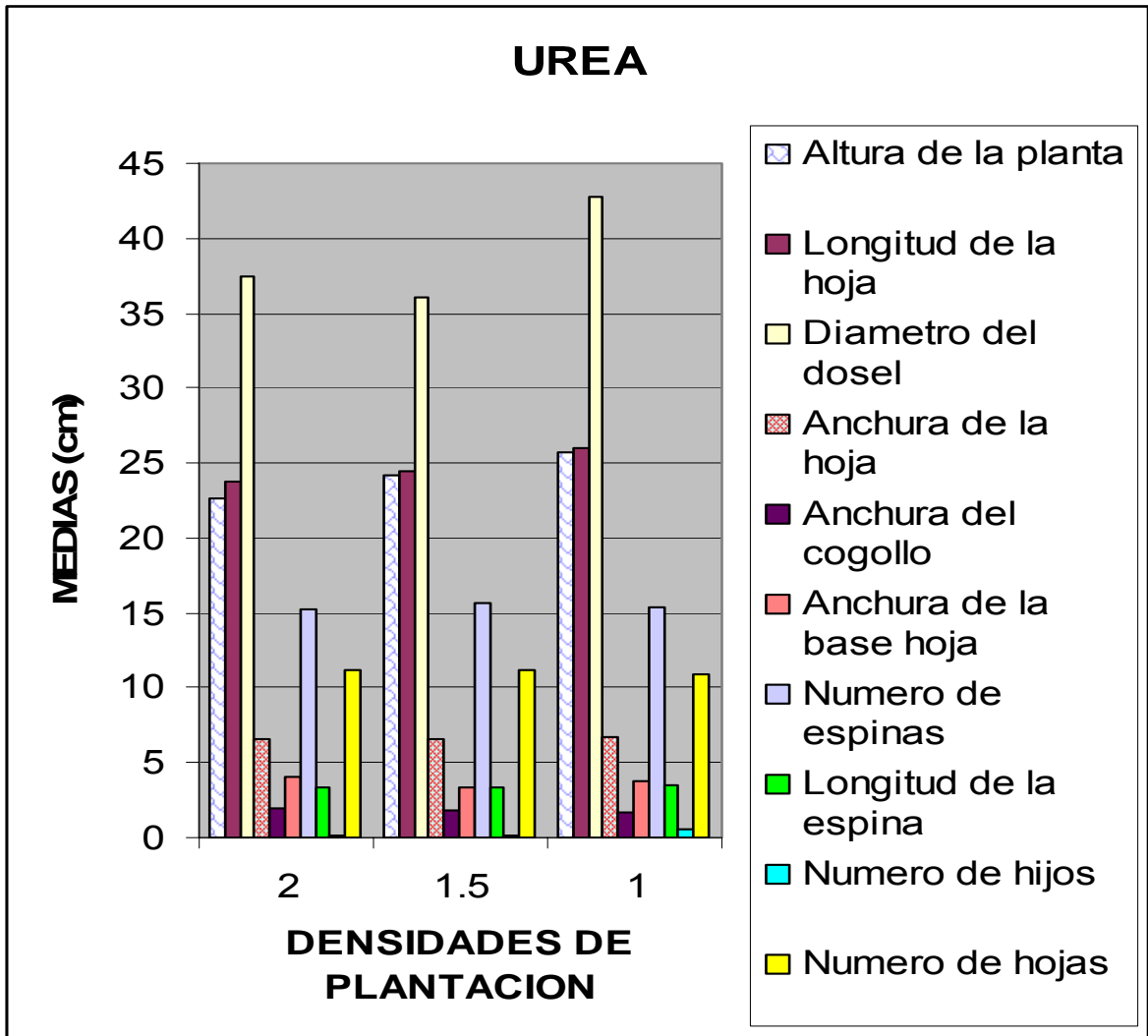
Grafica 10. Resultados después de 93 días en la variable Número de hojas en plantas de *Agave durangensis*.

4.11. Para las variables; Grosor de la base (hoja), altura gancho lateral y ancho de la espina a las diferentes densidades utilizadas, productos químicos aplicados y el agua, no muestran un cambio al final del muestreo en la investigación, posiblemente esto se deba al corto tiempo de evaluación del experimento, ya que el Agave es una planta de crecimiento lento.

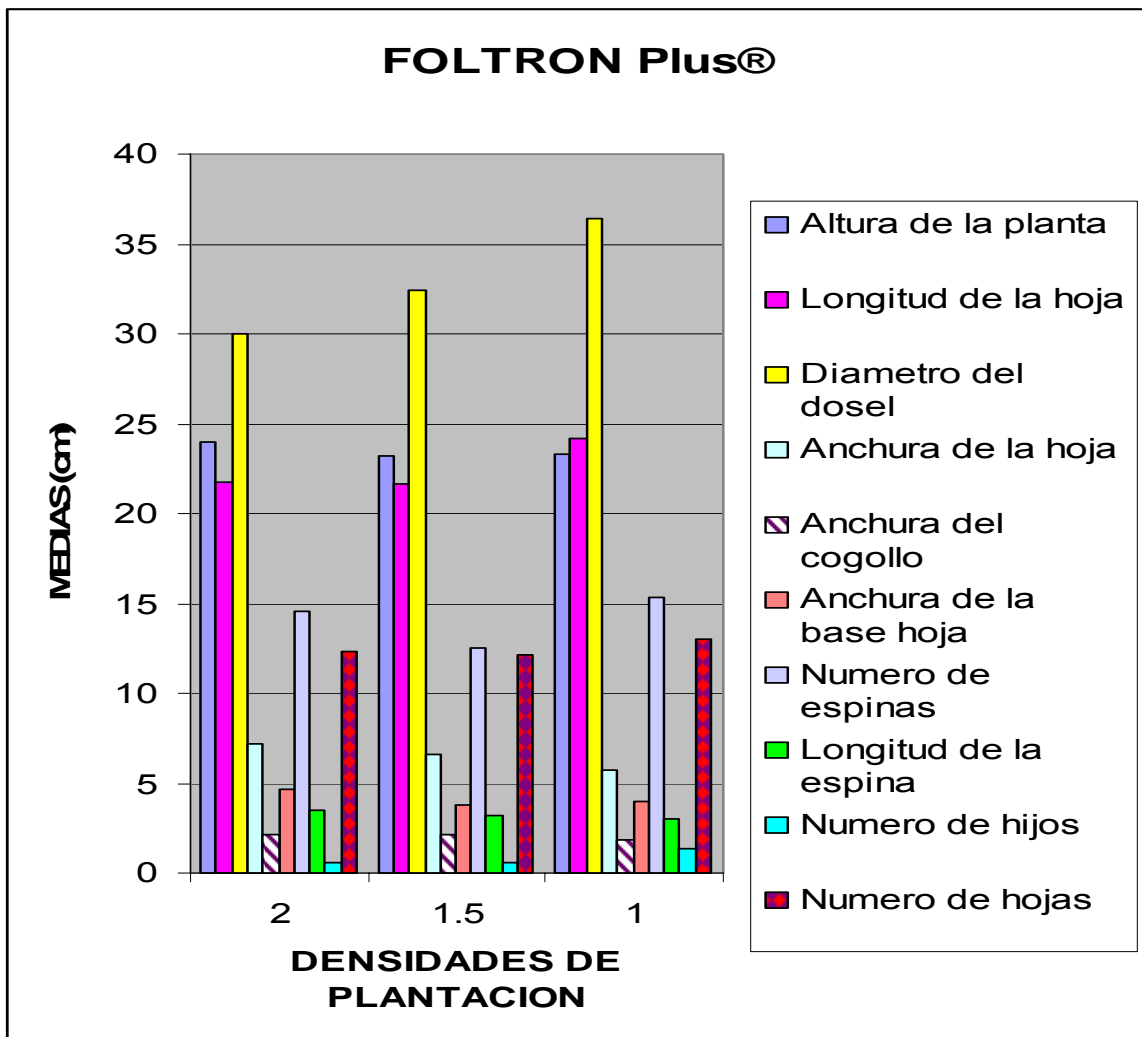
4.12. Resultados de las diferentes variables muestreadas.



GRAFICA 11. Resultados de las diferentes variables muestreadas utilizando testigo (Agua).



GRAFICA 12. Resultados de las diferentes variables muestreadas utilizando Urea.



GRAFICA 13. Resultados de las diferentes variables muestreadas utilizando Foltron plus®.

CAPITULO V.

V.- CONCLUSIONES

La aplicación de UREA produce efectos para:

- Altura de la planta, longitud de la hoja, Diámetro del dosel a una distancia de 1.0 metros entre plantas.

El uso del Foltron plus® estimula el desarrollo de:

- Numero de hijos y numero de hojas con una distancia entre plantas de 1.0 metros.
- Anchura maxima de la hoja, anchura del cuello (cogollo) y anchura de la base hoja con una separación de 2.0 metros entre plantas.

El incremento del Número de espinas y longitud de la espina hoja fue mayor utilizando el testigo (agua) con una distancia entre plantas de 1.5 metros.

Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa para las variables; GROSOR DE LA BASE HOJA, ALTURA GANCHO LATERAL y ANCHO DE LA ESPINA. La comparación de medias indicó que tanto los productos químicos y el agua a las diferentes densidades utilizadas no muestran un cambio al final del muestreo realizado en éstas variables, posiblemente se debe al corto tiempo de evaluación en la investigación de este trabajo.

ANEXOS I. ANALISIS DE SUELO.

Determinación de Materia Orgánica.

Procedimientos

Dicromato de Potasio 1N. Disolver 49.04 g de $K_2Cr_2O_7$ en agua destilada, aforar a 1000 ml en un matraz volumétrico.

Acido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).

Acido Fosforico Concentrado (H_3PO_4)

Indicador de Difenilamina; Disolver 0.5 g de difenilamina en 20 ml de agua y añadir 100 ml de acido sulfúrico concentrado.

Indicador ferroina; Disolver 14.85 g de 1, 10 fenentrolina monohidratada y 6.95 g de sulfato ferroso en agua y diluir a 1 l.

Sulfato ferroso 0.5 N; Se disuelven 140 g de $(Fe_2SO_4)_3 \cdot 7H_2O$ en 250 ml de agua destilada, se adicionan 15 ml de H_2SO_4 concentrado, se enfría a temperatura ambiente y se afora a 1l con agua destilada.

Procedimiento:

Pesar 1g de suelo seco y pasa por un tamiz de 0.5 mm., colocarlo en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Procesar un testigo sin suelo, adicionar exactamente 10ml de dicromato de potasio 1N girando el matraz cuidadosamente para que entre en contacto con todo el suelo, agregar cuidadosamente con bureta 20ml de H_2SO_4 concentrado a la suspensión, girar nuevamente el matraz, y agitar durante un minuto, dejar reposar durante 30 min.

Añadir 200 ml de agua destilada.

Añadir 5 ml de H_3PO_4 concentrado.

Adicionar de 5 a 10 gotas del indicador de Difenilamina o Ferroina, titular con la disolución de sulfato ferroso gota a gota hasta un punto final verde claro o rojo ladrillo.

Cálculos:

$$\% \text{ M. O.} = \frac{[(\text{ml K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \times \text{N}) - (\text{ml Fe}_2(\text{SO}_4)_3) \times \text{N}^\circ] \times 0.67}{\text{g de suelo}}$$

Donde:

ml $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ = Mililitros añadidos de dicromato de potasio a la muestra analizada.

N = Normalidad del dicromato de potasio.

ml $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ = Volumen de sulfato ferroso gastado para valorar la muestra.

N° = Normalidad exacta del sulfato ferroso obtenida a partir del testigo.

g de suelo = Peso de la muestra empleada.

0.67 = Factor que se deduce de la siguiente forma;

$$(1.0 \text{ N}) \times \frac{12}{4000} \times \frac{1.72}{0.77} \times \frac{100}{1} = 0.67$$

Donde:

= Normalidad del dicromato de potasio.

$12/4000$ = Peso miliequivalente del carbón.

1.72 = Factor de recuperación de 77%.

1 = Peso de la muestra. (Etchevers, et-al. 1971).

Determinación de textura por el método del Hidrómetro de Bouyoucos

Reactivos:

Hexametáfosfato de sodio al 5%, disolver 40 g de hexametáfosfato de sodio mas 10 g de carbonato de sodio en un litro de agua destilada.

Peròxido de Hidrogeno al 6%, para eliminar la materia orgánica.

Agua Natural.

Agua destilada; se utiliza en suelos con problemas de sales.

Procedimiento:

Pesar 50 g de suelo tamizado y depositarlos en la probeta de Bouyoucos.

Añadir 10 ml de peroxido de hidrogeno.

Agregar 50 ml del dispersante (hexametafosfato de sodio).

Homogenizar la mezcla.

Agregar agua natural o destilada hasta completar 1130 ml (con el hidrómetro dentro) en suelos con problemas de sales se utiliza agua destilada.

Agitar con agitador metálico manual 60 segundos.

Con el hidrómetro tomar densidades a los 40 segundos y 120 minutos, así mismo tomar temperatura a los mismos tiempos.

Cálculos:

Para corregir la temperatura:

Por cada °C arriba de 20, deberá sumarse a la lectura de temperatura 0.36.

Por cada °C debajo de 20, deberá restarse a la lectura de temperatura 0.36.

$$\% \text{ arena} = 100 - (1^{\text{a}} D \pm 1^{\text{a}} TC) \cdot 2$$

$$\% \text{ arcilla} = (2^{\text{a}} D \pm 2^{\text{a}} TC) \cdot 2$$

$$\% \text{ limo} = 100 - (\% \text{ arcilla} + \% \text{ arena})$$

Donde:

D = Densidad.

TC = Temperatura Corregida.

Determinación de Fósforo.

Reactivos:

Solución extractora, bicarbonato de sodio 0.5 M, se pesan 42 g de NaHCO_3 y se disuelven en aproximadamente 900 ml de agua. Se ajusta el Ph a 8.5 con NaOH 10 N y se afora a 1L, se debe controlar el ph de la solución antes de utilizarla.

Acido sulfúrico 14 N; se diluyen 196 ml de H_2SO_4 concentrado en agua y se afora a 500 ml.

Tartrato de antimonio al 0.5%. Se pesan 0.5 g de $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ y se disuelven en 100 ml de agua.

Solución reductora, acido ascórbico. Se disuelven 0.50 g de $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ con solución de molibdato de amonio y se afora con la misma solución a 100 ml.

Estándar de fósforo de 200 ppm, se disuelven 0.8786 g de fosfato de hidrogeno de potasio (KH_2PO_4), secado a 105°C durante 2 horas en agua y se disuelve a 1 L.

Estándar de fósforo de 5 ppm; se diluyen 5 ml de la solución de 200 ppm de P a 200 ml con agua.

Procedimiento:

Se pesan 2.5 g de suelo tamizado por 2 mm y se colocan en un matraz Erlenmeyer de 125 ml., cubrir con cuadros de parafilm, se adicionan 50 ml., de solución extractora y se agita por 30 minuto a 180 oscilaciones por minuto, se colocan los matraces en posición vertical, se filtra inmediatamente a través de papel filtro, si los suelos son ricos en materia orgánica, se adiciona aproximadamente 1 g de carbón activado al papel filtro, este carbón activado debe estar libre de P, simultáneamente se corren blancos de reactivos para la determinación de P se toma alícuota de 5 ml., de filtrado y se coloca en un tubo aforado de 25 ml., se adiciona una gota de nitrofenol, 1 ml., de H_2SO_4 5N gota a gota, 4 ml., de reactivo B se aforan con agua destilada, se cubre con parafilm y se agita, se lee en absorbancia después de 30 minutos, pero antes de una hora, a 882 NM, paralelamente se prepara una curva de calibración de P como se indica a continuación:

Calibrar con patrones de 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 y 1.0 ppm de P.

Pipetear 0, 1, 2, 4, 6, 8 y 10 ml., de una solución de 5 ppm de P a matraces aforados de 50 ml.

Adicionar un volumen de solución extractante de NaHCO_3 0.5 M igual a la alícuota empleada para medir en las muestras desconocidas.

Llevar a aproximadamente 40 ml., con agua y adicionar 5 ml., de la solución reductora con ácido ascórbico, aforar.

Agitar nuevamente, leer después de 30 minutos pero antes de una hora a 882 NM.

Cálculos:

$$P \text{ en MG / KG} = CC \times VI / P \times VF / A$$

Donde:

CC = ppm de P en la solución, se obtiene graficando la curva de calibración (absorbancia contra ppm) e interpolando en la misma los valores de absorbancia de las muestras analizadas o se obtiene también por medio de una regresión simple.

VI = Volumen de la solución extractora adicionada.

P = Peso de la muestra del suelo, seca al aire.

VF = Volumen final de la solución colorimétrica a leer.

A = Alícuota de la muestra empleada para la cuantificación. (Olsen and Sommers, 1982).

Determinación de Nitrógeno (Método de Kjeldahl)

Reactivos:

Ácido sulfúrico concentrado.

Ácido salicílico.

Tiosulfato de sodio anhidro o pentahidratado.

Sulfato de cobre anhidro o pentahidratado.

Hidróxido de sodio al 45% en agua destilada.

Acido clorhídrico 0.1 N.

Hidróxido de sodio 0.1 N.

Mezcla de indicadores, se disuelven 0.099 g., de verde de bromocresol y 0.066 g., de rojo de metilo en 100 ml., de alcohol etílico a 95%.

Procedimiento:

(Digestión)

Pesar en papel filtro, en la balanza analítica 5 g., de suelo seco pasado por la malla de 0.5 mm., No., 35.

Colocar el papel filtro con suelo en un matraz Kjeldahl.

Disolver 1 g., de acido salicílico en 35 ml., de acido sulfúrico concentrado.

Agregarlos al matraz procurando que no resbale por las paredes.

Dejar en reposo 30 minutos.

Posteriormente agregar 15.69 g., de tiosulfato de sodio pentahidratado ó 10 g., de anhidro y 7.82 g., de sulfato de cobre pentahidratado ó 5 g., de anhidro.

Poner a digerir hasta que alcance un color verde claro.

Durante este tiempo evitar que el suelo se pegue al matraz agitando algunas veces.

Dejar enfriar.

Adicionar 300 ml. de agua destilada.

(Destilación)

Colocar en un matraz Erlenmeyer de 500 ml., 10 ml., de acido clorhídrico 0.1 n.

Agregar 50 ml., de agua destilada.

Aplicar 4 gotas de rojo de metilo.

Colocar este matraz en un tubo de destilación.

Al matraz Kjeldahl se le agregan 100 ml., de hidróxido de sodio al 45 % y se procede a colocar en el destilador lo mas rápido posible.

En el matraz de 500 ml., se recogerán 200 ml., de filtrado.

(Titulación)

Titular con hidróxido de sodio 0.1 N., hasta que desaparezca el color rojizo y quede un color verde claro.

Cálculos:

$$\% \text{ N total} = \frac{(\text{ ml NaOH testigo}) - (\text{ ml NaOH muestra})}{\text{ g. de suelo}} \times \text{ N} \times 0.014 \times 100$$

Donde:

N = Normalidad del hidróxido de sodio, utilizado para titular tanto el testigo como la muestra.

0.014 = Peso equivalente de Nitrógeno. (Walkley and Black, 1934).

Determinación de: pH, C.E., Ca, Mg, Na.

Procedimiento:

Se prepara la pasta saturada agregando agua destilada a la muestra de suelo y agitando con una espátula. Al saturarse la pasta brilla por la reflexión de luz, fluye ligeramente si se inclina el recipiente y la pasta se desliza fácilmente de la espátula, excepto en el caso de suelos con alto contenido de arcilla. Después de mezclarse se debe dejar reposar la muestra durante una hora y comprobar el criterio de saturación debido a que los suelos se vuelven lodosos más rápidamente cuando se les trabaja cerca de su capacidad de campo se debe agregar suficiente agua para casi saturar la muestra: Si la pasta es demasiado húmeda se agrega suelo seco, ya saturada la muestra de suelo, se deja reposar por 24hr., transcurrido este tiempo, la pasta saturada

se coloca en uno de los embudos con papel filtro y se aplica vacío. La extracción al vacío debe terminarse cuando empieza a pasar aire por el filtro.

**ANEXO II
Datos de
campo.**

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	1	1	2	UREA	14	16	18	18
longitud de la hoja (cm)	1	1	2	UREA	18	18	18.5	18.5
Diametro del dosel (cm) cobertura	1	1	2	UREA	31.5	34	37	37
Anchura maxima (cm) hoja	1	1	2	UREA	4.5	5	6	6
Anchura del cuello (cm) cogollo	1	1	2	UREA	2	1	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	1	1	2	UREA	2	2	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	1	1	2	UREA	1.5	1.5	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	1	1	2	UREA	10	11	13	13
Longitud de la espina (cm) hoja	1	1	2	UREA	1.5	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	1	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	1	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	1	1	2	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	1	1	2	UREA	6	9	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	5	1	2	UREA	17	21	26	26
longitud de la hoja (cm)	5	1	2	UREA	16	20	27	27
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	5	1	2	UREA	28	36	44	44
Anchura maxima (cm) hoja	5	1	2	UREA	4.5	5	6	6
Anchura del cuello (cm) cogollo	5	1	2	UREA	2	2	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	5	1	2	UREA	3	3	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	5	1	2	UREA	1.5	1.5	2	2
No. De espinas (hoja margen)	5	1	2	UREA	13	15	20	20
Longitud de la espina (cm) hoja	5	1	2	UREA	3	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	5	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	5	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	5	1	2	UREA	0	0	0	1
No. De hojas	5	1	2	UREA	11	12	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	7	1	2	UREA	17	21	28.5	29
longitud de la hoja (cm)	7	1	2	UREA	16	21	32.5	33
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	7	1	2	UREA	28	36	42.5	42.5
Anchura maxima (cm) hoja	7	1	2	UREA	4.5	6	8.5	8.5
Anchura del cuello (cm) cogollo	7	1	2	UREA	1	2	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	7	1	2	UREA	3	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	7	1	2	UREA	1.5	1.5	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	7	1	2	UREA	13	15	17	17
Longitud de la espina (cm) hoja	7	1	2	UREA	3	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	7	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	7	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	7	1	2	UREA	0	0	1	1
No. De hojas	7	1	2	UREA	11	12	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion 19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	8	1	2	UREA	22.5	24	27	27
longitud de la hoja (cm)	8	1	2	UREA	25	26	27	27
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	8	1	2	UREA	42.5	43	45	45
Anchura maxima (cm) hoja	8	1	2	UREA	6.5	7	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	8	1	2	UREA	1.5	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	8	1	2	UREA	4.5	5	6	6
Grosor de la base (cm) hoja	8	1	2	UREA	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	8	1	2	UREA	14	16	17	17
Longitud de la espina (cm) hoja	8	1	2	UREA	2	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja								
margen	8	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm)								
hoja	8	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	8	1	2	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	8	1	2	UREA	9	10	12	12
variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion 19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	10	1	2	UREA	21	24	27	30
longitud de la hoja (cm)	10	1	2	UREA	26	26	27	27
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	10	1	2	UREA	31	33	35	35
Anchura maxima (cm) hoja	10	1	2	UREA	8	8	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	10	1	2	UREA	2.5	2.5	3	3
Anchura de la base (cm) hoja	10	1	2	UREA	4	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	10	1	2	UREA	1.5	1.5	2	2
No. De espinas (hoja margen)	10	1	2	UREA	15	15	17	17
Longitud de la espina (cm) hoja	10	1	2	UREA	4	4	4.5	4.5
Altura gancho lateral (cm) hoja								
margen	10	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm)								
hoja	10	1	2	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	10	1	2	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	10	1	2	UREA	9	10	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	13	4	1.5	UREA	19	25	31	32
longitud de la hoja (cm)	13	4	1.5	UREA	24	25	26	26
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	13	4	1.5	UREA	36	38	40	40
Anchura maxima (cm) hoja	13	4	1.5	UREA	5	6	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	13	4	1.5	UREA	3.5	3	2.5	2.5
Anchura de la base (cm) hoja	13	4	1.5	UREA	3	3.5	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	13	4	1.5	UREA	1	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	13	4	1.5	UREA	15	17	20	20
Longitud de la espina (cm) hoja	13	4	1.5	UREA	2.5	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja								
margen	13	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm)								
hoja	13	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	13	4	1.5	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	13	4	1.5	UREA	8	11	15	15
variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	18	4	1.5	UREA	15	20	31	31
longitud de la hoja (cm)	18	4	1.5	UREA	18	25	40	40
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	18	4	1.5	UREA	30	40	65	65
Anchura maxima (cm) hoja	18	4	1.5	UREA	6	8	10	10
Anchura del cuello (cm) cogollo	18	4	1.5	UREA	2	2	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	18	4	1.5	UREA	3	5	7	7
Grosor de la base (cm) hoja	18	4	1.5	UREA	1	2	2.5	2.5
No. De espinas (hoja margen)	18	4	1.5	UREA	10	15	26	26
Longitud de la espina (cm) hoja	18	4	1.5	UREA	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja								
margen	18	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm)								
hoja	18	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	18	4	1.5	UREA	0	1	1	1
No. De hojas	18	4	1.5	UREA	8	11	16	16

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	19	4	1.5	UREA	21	23.5	26	26
longitud de la hoja (cm)	19	4	1.5	UREA	21.5	21	22	22
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	19	4	1.5	UREA	21	25	29	29
Anchura maxima (cm) hoja	19	4	1.5	UREA	4.5	5	6	9
Anchura del cuello (cm) cogollo	19	4	1.5	UREA	1	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	19	4	1.5	UREA	1	1.5	2	2
Grosor de la base (cm) hoja	19	4	1.5	UREA	1	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	19	4	1.5	UREA	10	11	13	13
Longitud de la espina (cm) hoja	19	4	1.5	UREA	3	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	19	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	19	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	19	4	1.5	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	19	4	1.5	UREA	9	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	21	4	1.5	UREA	16	21	25	25
longitud de la hoja (cm)	21	4	1.5	UREA	17.5	22	26	26
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	21	4	1.5	UREA	31	37	45	45
Anchura maxima (cm) hoja	21	4	1.5	UREA	5	6	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	21	4	1.5	UREA	0.5	1	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	21	4	1.5	UREA	3	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	21	4	1.5	UREA	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	21	4	1.5	UREA	11	16	21	21
Longitud de la espina (cm) hoja	21	4	1.5	UREA	3	4	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	21	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	21	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	21	4	1.5	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	21	4	1.5	UREA	10	11	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	22	4	1.5	UREA	21	23.5	26	26
longitud de la hoja (cm)	22	4	1.5	UREA	21.5	21	22	22
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	22	4	1.5	UREA	21	25	29	29
Anchura maxima (cm) hoja	22	4	1.5	UREA	4.5	5	6	6
Anchura del cuello (cm) cogollo	22	4	1.5	UREA	1	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	22	4	1.5	UREA	1	1.5	2	2
Grosor de la base (cm) hoja	22	4	1.5	UREA	1	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	22	4	1.5	UREA	10	11	13	13
Longitud de la espina (cm) hoja	22	4	1.5	UREA	3	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	22	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	22	4	1.5	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	22	4	1.5	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	22	4	1.5	UREA	9	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	26	7	1	UREA	11	15	19	19
longitud de la hoja (cm)	26	7	1	UREA	15	17	21	21
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	26	7	1	UREA	25	28	37	37
Anchura maxima (cm) hoja	26	7	1	UREA	3.5	4	6	6
Anchura del cuello (cm) cogollo	26	7	1	UREA	1.5	1.5	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	26	7	1	UREA	2	2.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	26	7	1	UREA	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	26	7	1	UREA	15	15	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	26	7	1	UREA	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	26	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	26	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	26	7	1	UREA	0	2	3	3
No. De hojas	26	7	1	UREA	5	8	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
					19/08/2006			
Altura de la planta (cm)	28	7	1	UREA	28.5	26	31	31
longitud de la hoja (cm)	28	7	1	UREA	27.5	28	29	29
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	28	7	1	UREA	43	46	49.5	49.5
Anchura maxima (cm) hoja	28	7	1	UREA	5.5	6	6	6
Anchura del cuello (cm) cogollo	28	7	1	UREA	2	1	1	1
Anchura de la base (cm) hoja	28	7	1	UREA	3.5	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	28	7	1	UREA	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	28	7	1	UREA	12	12	13	13
Longitud de la espina (cm) hoja	28	7	1	UREA	3.5	3.5	3.5	3.5
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	28	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	28	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	28	7	1	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	28	7	1	UREA	11	14	16	16

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
					19/08/2006			
Altura de la planta (cm)	32	7	1	UREA	30	31	32	32
longitud de la hoja (cm)	32	7	1	UREA	30	31	31	31
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	32	7	1	UREA	43.5	47	53	53
Anchura maxima (cm) hoja	32	7	1	UREA	7	7	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	32	7	1	UREA	2.5	2	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	32	7	1	UREA	4	4	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	32	7	1	UREA	1.5	1.5	2	2
No. De espinas (hoja margen)	32	7	1	UREA	20	20	21	21
Longitud de la espina (cm) hoja	32	7	1	UREA	4	4	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	32	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	32	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	32	7	1	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	32	7	1	UREA	9	10	10	10

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	34	7	1	UREA	16	22	30	30
longitud de la hoja (cm)	34	7	1	UREA	17	25	33	33
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	34	7	1	UREA	30	36	47	47
Anchura maxima (cm) hoja	34	7	1	UREA	6	7	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	34	7	1	UREA	1	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	34	7	1	UREA	3	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	34	7	1	UREA	0.5	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	34	7	1	UREA	12	16	20	20
Longitud de la espina (cm) hoja	34	7	1	UREA	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	34	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	34	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	34	7	1	UREA	0	1	1	1
No. De hojas	34	7	1	UREA	8	9	10	10

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	39	7	1	UREA	14	25	36	36
longitud de la hoja (cm)	39	7	1	UREA	17	23.5	30	30
Diametro del dosel (cm)								
cobertura	39	7	1	UREA	30	43	55	55
Anchura maxima (cm) hoja	39	7	1	UREA	6	7	9	9
Anchura del cuello (cm) cogollo	39	7	1	UREA	1	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	39	7	1	UREA	3.5	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	39	7	1	UREA	0.5	0.5	1	1
No. De espinas (hoja margen)	39	7	1	UREA	12	14.5	17	17
Longitud de la espina (cm) hoja	39	7	1	UREA	3	4	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	39	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	39	7	1	UREA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	39	7	1	UREA	0	0	0	0
No. De hojas	39	7	1	UREA	10	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	4	1	2	AGUA	17	18	17	19
longitud de la hoja (cm)	4	1	2	AGUA	19	19.5	20	20
Diametro del dosel (cm) cobertura	4	1	2	AGUA	28	27	26	26
Anchura maxima (cm) hoja	4	1	2	AGUA	4.5	4.5	5	5
Anchura del cuello (cm) cogollo	4	1	2	AGUA	3	2	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	4	1	2	AGUA	3.5	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	4	1	2	AGUA	1.5	1.5	1	1
No. De espinas (hoja margen)	4	1	2	AGUA	15	16	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	4	1	2	AGUA	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	4	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	4	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	4	1	2	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	4	1	2	AGUA	8	9	11	11

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	6	1	2	AGUA	18	19	21	21
longitud de la hoja (cm)	6	1	2	AGUA	17	19	22	22
Diametro del dosel (cm) cobertura	6	1	2	AGUA	29.5	31	32	32
Anchura maxima (cm) hoja	6	1	2	AGUA	6.5	7	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	6	1	2	AGUA	2.5	2.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	6	1	2	AGUA	3.5	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	6	1	2	AGUA	1.5	1.5	1	1
No. De espinas (hoja margen)	6	1	2	AGUA	13	14	15	15
Longitud de la espina (cm) hoja	6	1	2	AGUA	2.5	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	6	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	6	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	6	1	2	AGUA	1	1	1	1
No. De hojas	6	1	2	AGUA	14	15	16	16

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	8	1	2	AGUA	16	18	20.5	20.5
longitud de la hoja (cm)	8	1	2	AGUA	17.5	19	22	22
Diametro del dosel (cm) cobertura	8	1	2	AGUA	30.5	31	32	32
Anchura maxima (cm) hoja	8	1	2	AGUA	6	6.5	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	8	1	2	AGUA	1.5	1.5	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	8	1	2	AGUA	3.5	4	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	8	1	2	AGUA	0.5	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	8	1	2	AGUA	12	13	14	14
Longitud de la espina (cm) hoja	8	1	2	AGUA	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	8	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	8	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	8	1	2	AGUA	0	0	1	1
No. De hojas	8	1	2	AGUA	9	10	11	11

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	9	1	2	AGUA	19	21	23	23
longitud de la hoja (cm)	9	1	2	AGUA	17.5	20.5	23.5	24
Diametro del dosel (cm) cobertura	9	1	2	AGUA	21	28	35	35
Anchura maxima (cm) hoja	9	1	2	AGUA	6	6.5	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	9	1	2	AGUA	3	2.5	2.5	2.5
Anchura de la base (cm) hoja	9	1	2	AGUA	3.5	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	9	1	2	AGUA	2	1.5	1	1
No. De espinas (hoja margen)	9	1	2	AGUA	12	12	12	12
Longitud de la espina (cm) hoja	9	1	2	AGUA	2.5	2.5	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	9	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	9	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	9	1	2	AGUA	0	1	2	2
No. De hojas	9	1	2	AGUA	10	10	11	11

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	10	1	2	AGUA	14	21	29	29
longitud de la hoja (cm)	10	1	2	AGUA	15	20	26.5	27
Diametro del dosel (cm) cobertura	10	1	2	AGUA	28	36	47.5	47.5
Anchura maxima (cm) hoja	10	1	2	AGUA	6	7.5	9	9
Anchura del cuello (cm) cogollo	10	1	2	AGUA	1.5	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	10	1	2	AGUA	3.5	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	10	1	2	AGUA	0.5	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	10	1	2	AGUA	10	11	12	12
Longitud de la espina (cm) hoja	10	1	2	AGUA	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	10	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	10	1	2	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	10	1	2	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	10	1	2	AGUA	8	9	10	10

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	14	4	1.5	AGUA	27	31	36	36
longitud de la hoja (cm)	14	4	1.5	AGUA	25.5	26	28	28
Diametro del dosel (cm) cobertura	14	4	1.5	AGUA	21.5	30	40	40
Anchura maxima (cm) hoja	14	4	1.5	AGUA	8	8	10	10
Anchura del cuello (cm) cogollo	14	4	1.5	AGUA	4	2	3	3
Anchura de la base (cm) hoja	14	4	1.5	AGUA	5	5	6	6
Grosor de la base (cm) hoja	14	4	1.5	AGUA	1.5	1.5	2	2
No. De espinas (hoja margen)	14	4	1.5	AGUA	14	16	20	20
Longitud de la espina (cm) hoja	14	4	1.5	AGUA	3	3.5	5	5
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	14	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	14	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	14	4	1.5	AGUA	0	1	2	2
No. De hojas	14	4	1.5	AGUA	10	10	11	11

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	15	4	1.5	AGUA	16	21	25	25
longitud de la hoja (cm)	15	4	1.5	AGUA	17.5	22	26	26
Diametro del dosel (cm) cobertura	15	4	1.5	AGUA	31	37	45	45
Anchura maxima (cm) hoja	15	4	1.5	AGUA	5	6	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	15	4	1.5	AGUA	0.5	1	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	15	4	1.5	AGUA	3	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	15	4	1.5	AGUA	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	15	4	1.5	AGUA	11	16	21	21
Longitud de la espina (cm) hoja	15	4	1.5	AGUA	3	4	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	15	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	15	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	15	4	1.5	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	15	4	1.5	AGUA	10	11	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	16	4	1.5	AGUA	18	26	34	34
longitud de la hoja (cm)	16	4	1.5	AGUA	21.5	25	29	29
Diametro del dosel (cm) cobertura	16	4	1.5	AGUA	20	30	43	43
Anchura maxima (cm) hoja	16	4	1.5	AGUA	5.5	6.5	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	16	4	1.5	AGUA	2.5	2.5	3	3
Anchura de la base (cm) hoja	16	4	1.5	AGUA	4	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	16	4	1.5	AGUA	1.5	1.5	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	16	4	1.5	AGUA	10	18	26	26
Longitud de la espina (cm) hoja	16	4	1.5	AGUA	3	3	3.5	3.5
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	16	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	16	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	16	4	1.5	AGUA	0	1	3	3
No. De hojas	16	4	1.5	AGUA	11	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	18	4	1.5	AGUA	16	19.5	23	23
longitud de la hoja (cm)	18	4	1.5	AGUA	17.5	21	24	24
Diametro del dosel (cm) cobertura	18	4	1.5	AGUA	31	36	40	40
Anchura maxima (cm) hoja	18	4	1.5	AGUA	5	6	6.5	6.5
Anchura del cuello (cm) cogollo	18	4	1.5	AGUA	1	1	1	1
Anchura de la base (cm) hoja	18	4	1.5	AGUA	3.5	4	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	18	4	1.5	AGUA	0.5	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	18	4	1.5	AGUA	11	12.5	14	14
Longitud de la espina (cm) hoja	18	4	1.5	AGUA	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	18	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	18	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	18	4	1.5	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	18	4	1.5	AGUA	10	11	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	22	4	1.5	AGUA	21	24	27	29
longitud de la hoja (cm)	22	4	1.5	AGUA	21.5	23	25	25
Diametro del dosel (cm) cobertura	22	4	1.5	AGUA	32.5	33	34	34
Anchura maxima (cm) hoja	22	4	1.5	AGUA	4.5	5.5	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	22	4	1.5	AGUA	2.5	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	22	4	1.5	AGUA	3.5	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	22	4	1.5	AGUA	1	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	22	4	1.5	AGUA	13	13	14	14
Longitud de la espina (cm) hoja	22	4	1.5	AGUA	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	22	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	22	4	1.5	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	22	4	1.5	AGUA	1	2	3	3
No. De hojas	22	4	1.5	AGUA	9	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	30	7	1	AGUA	13	16	20	24
longitud de la hoja (cm)	30	7	1	AGUA	13	18	21	21
Diametro del dosel (cm) cobertura	30	7	1	AGUA	19	32	43	43
Anchura maxima (cm) hoja	30	7	1	AGUA	4	5.5	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	30	7	1	AGUA	1.5	1.5	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	30	7	1	AGUA	2.5	3	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	30	7	1	AGUA	0.5	2	2	2
No. De espinas (hoja margen)	30	7	1	AGUA	11	13	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	30	7	1	AGUA	2	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	30	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	30	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	30	7	1	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	30	7	1	AGUA	9	10	11	11

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	34	7	1	AGUA	21	23	26	33
longitud de la hoja (cm)	34	7	1	AGUA	21.5	23	25	25
Diametro del dosel (cm) cobertura	34	7	1	AGUA	30	31	33	33
Anchura maxima (cm) hoja	34	7	1	AGUA	3	3.5	5	5
Anchura del cuello (cm) cogollo	34	7	1	AGUA	1.5	2	2.5	2.5
Anchura de la base (cm) hoja	34	7	1	AGUA	2.5	3	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	34	7	1	AGUA	1	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	34	7	1	AGUA	13	13	14	14
Longitud de la espina (cm) hoja	34	7	1	AGUA	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	34	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	34	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	34	7	1	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	34	7	1	AGUA	9	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	37	7	1	AGUA	14	16	14	20
longitud de la hoja (cm)	37	7	1	AGUA	18	18	18	18
Diametro del dosel (cm) cobertura	37	7	1	AGUA	25	26	28	28
Anchura maxima (cm) hoja	37	7	1	AGUA	4	4.5	5	5
Anchura del cuello (cm) cogollo	37	7	1	AGUA	2	1.5	1	1
Anchura de la base (cm) hoja	37	7	1	AGUA	2	2.5	3	3
Grosor de la base (cm) hoja	37	7	1	AGUA	1.5	1.5	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	37	7	1	AGUA	10	11	13	13
Longitud de la espina (cm) hoja	37	7	1	AGUA	2	2.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	37	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	37	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	37	7	1	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	37	7	1	AGUA	6	9	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	39	7	1	AGUA	16	21	25	25
longitud de la hoja (cm)	39	7	1	AGUA	17.5	22	26	26
Diametro del dosel (cm) cobertura	39	7	1	AGUA	31	37	45	45
Anchura maxima (cm) hoja	39	7	1	AGUA	5	6	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	39	7	1	AGUA	0.5	1	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	39	7	1	AGUA	3	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	39	7	1	AGUA	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	39	7	1	AGUA	11	16	21	21
Longitud de la espina (cm) hoja	39	7	1	AGUA	3	4	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	39	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	39	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	39	7	1	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	39	7	1	AGUA	10	11	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	42	7	1	AGUA	21	23	26	33
longitud de la hoja (cm)	42	7	1	AGUA	21.5	23	25	25
Diámetro del dosel (cm) cobertura	42	7	1	AGUA	30	31	33	33
Anchura máxima (cm) hoja	42	7	1	AGUA	3	3.5	5	5
Anchura del cuello (cm) cogollo	42	7	1	AGUA	1.5	2	2.5	2.5
Anchura de la base (cm) hoja	42	7	1	AGUA	2.5	3	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	42	7	1	AGUA	1	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	42	7	1	AGUA	13	13	14	14
Longitud de la espina (cm) hoja	42	7	1	AGUA	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	42	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	42	7	1	AGUA	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	42	7	1	AGUA	0	0	0	0
No. De hojas	42	7	1	AGUA	9	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	4	1	2	fertilizante	17	24.5	32	32
longitud de la hoja (cm)	4	1	2	fertilizante	20	22	24	24
Diametro del dosel (cm) cobertura	4	1	2	fertilizante	26	30	34	34
Anchura maxima (cm) hoja	4	1	2	fertilizante	5	7	9	9
Anchura del cuello (cm) cogollo	4	1	2	fertilizante	2	2.5	3	3
Anchura de la base (cm) hoja	4	1	2	fertilizante	4	5	6	6
Grosor de la base (cm) hoja	4	1	2	fertilizante	1	2	2.5	2.5
No. De espinas (hoja margen)	4	1	2	fertilizante	16	16	17	17
Longitud de la espina (cm) hoja	4	1	2	fertilizante	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	4	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	4	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	4	1	2	fertilizante	0	1	2	2
No. De hojas	4	1	2	fertilizante	8	11	14	14

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/20006
Altura de la planta (cm)	6	1	2	fertilizante	16	24	32	32
longitud de la hoja (cm)	6	1	2	fertilizante	19	21	24	24
Diametro del dosel (cm) cobertura	6	1	2	fertilizante	22	33	40	40
Anchura maxima (cm) hoja	6	1	2	fertilizante	5.5	7	9	9
Anchura del cuello (cm) cogollo	6	1	2	fertilizante	1.5	2	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	6	1	2	fertilizante	3	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	6	1	2	fertilizante	0.5	1	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	6	1	2	fertilizante	10	13	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	6	1	2	fertilizante	3	3	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	6	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	6	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	6	1	2	fertilizante	0	1	2	2
No. De hojas	6	1	2	fertilizante	12	14	16	16

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	7	1	2	fertilizante	16	24	32	32
longitud de la hoja (cm)	7	1	2	fertilizante	19	21	24	24
Diametro del dosel (cm) cobertura	7	1	2	fertilizante	22	36	40	40
Anchura maxima (cm) hoja	7	1	2	fertilizante	5.5	8	9	9
Anchura del cuello (cm) cogollo	7	1	2	fertilizante	2	2.5	3	3
Anchura de la base (cm) hoja	7	1	2	fertilizante	3	5	6.5	6.5
Grosor de la base (cm) hoja	7	1	2	fertilizante	0.5	2	2.5	2.5
No. De espinas (hoja margen)	7	1	2	fertilizante	10	13	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	7	1	2	fertilizante	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	7	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	7	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	7	1	2	fertilizante	0	0	1	1
No. De hojas	7	1	2	fertilizante	11	12	14	14

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	8	1	2	fertilizante	19	20.5	22	24
longitud de la hoja (cm)	8	1	2	fertilizante	17.5	21	25	25
Diametro del dosel (cm) cobertura	8	1	2	fertilizante	21	28	35	35
Anchura maxima (cm) hoja	8	1	2	fertilizante	6	7	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	8	1	2	fertilizante	3	2	1	1
Anchura de la base (cm) hoja	8	1	2	fertilizante	3.5	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	8	1	2	fertilizante	2	2.5	3	3
No. De espinas (hoja margen)	8	1	2	fertilizante	12	14	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	8	1	2	fertilizante	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	8	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	8	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	8	1	2	fertilizante	0	0	0	0
No. De hojas	8	1	2	fertilizante	10	11	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	10	1	2	fertilizante	17	19.5	22	22.5
longitud de la hoja (cm)	10	1	2	fertilizante	17	20	22	22
Diametro del dosel (cm) cobertura	10	1	2	fertilizante	16	20	24	24
Anchura maxima (cm) hoja	10	1	2	fertilizante	5	5	6	6
Anchura del cuello (cm) cogollo	10	1	2	fertilizante	3	2	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	10	1	2	fertilizante	4	4	4.5	4.5
Grosor de la base (cm) hoja	10	1	2	fertilizante	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	10	1	2	fertilizante	12	14	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	10	1	2	fertilizante	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	10	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	10	1	2	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	10	1	2	fertilizante	0	0	0	0
No. De hojas	10	1	2	fertilizante	9	11	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	11	4	1.5	fertilizante	30	31	32	32
longitud de la hoja (cm)	11	4	1.5	fertilizante	28	30	32	32
Diametro del dosel (cm) cobertura	11	4	1.5	fertilizante	27	30	35	35
Anchura maxima (cm) hoja	11	4	1.5	fertilizante	6.5	7	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	11	4	1.5	fertilizante	4.5	4	3	3
Anchura de la base (cm) hoja	11	4	1.5	fertilizante	5.5	5	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	11	4	1.5	fertilizante	2.5	2	1.5	1.5
No. De espinas (hoja margen)	11	4	1.5	fertilizante	2	22.1	23	23
Longitud de la espina (cm) hoja	11	4	1.5	fertilizante	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	11	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	11	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	11	4	1.5	fertilizante	1	1	1	1
No. De hojas	11	4	1.5	fertilizante	11	12	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	12	4	1.5	fertilizante	16	20	25	25
longitud de la hoja (cm)	12	4	1.5	fertilizante	14	15.5	17	17
Diametro del dosel (cm) cobertura	12	4	1.5	fertilizante	18	20	22	22
Anchura maxima (cm) hoja	12	4	1.5	fertilizante	5	6	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	12	4	1.5	fertilizante	1	1	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	12	4	1.5	fertilizante	3	3.5	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	12	4	1.5	fertilizante	0.5	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	12	4	1.5	fertilizante	7	8	9	9
Longitud de la espina (cm) hoja	12	4	1.5	fertilizante	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	12	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	12	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	12	4	1.5	fertilizante	0	1	2	2
No. De hojas	12	4	1.5	fertilizante	13	14	15	15

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	15	4	1.5	fertilizante	22	23	24	24
longitud de la hoja (cm)	15	4	1.5	fertilizante	20	20	21	21
Diametro del dosel (cm) cobertura	15	4	1.5	fertilizante	39	40	41	41
Anchura maxima (cm) hoja	15	4	1.5	fertilizante	5	5.5	6	6
Anchura del cuello (cm) cogollo	15	4	1.5	fertilizante	2.5	2.5	2.5	2.5
Anchura de la base (cm) hoja	15	4	1.5	fertilizante	3.5	3.5	3.5	3.5
Grosor de la base (cm) hoja	15	4	1.5	fertilizante	1.5	1.5	1	1
No. De espinas (hoja margen)	15	4	1.5	fertilizante	12	13	15	15
Longitud de la espina (cm) hoja	15	4	1.5	fertilizante	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	15	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	15	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	15	4	1.5	fertilizante	0	0	0	0
No. De hojas	15	4	1.5	fertilizante	13	13	14	14

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	16	4	1.5	fertilizante	16	24	32	32
longitud de la hoja (cm)	16	4	1.5	fertilizante	17	21	25.5	26
Diametro del dosel (cm) cobertura	16	4	1.5	fertilizante	30	37	44	44
Anchura maxima (cm) hoja	16	4	1.5	fertilizante	6	7	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	16	4	1.5	fertilizante	1	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	16	4	1.5	fertilizante	2	3	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	16	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	1	1
No. De espinas (hoja margen)	16	4	1.5	fertilizante	10	12	14	14
Longitud de la espina (cm) hoja	16	4	1.5	fertilizante	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	16	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	16	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	16	4	1.5	fertilizante	0	0	1	1
No. De hojas	16	4	1.5	fertilizante	9	10	12	12

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	18	4	1.5	fertilizante	15	13.5	14	14
longitud de la hoja (cm)	18	4	1.5	fertilizante	18	19	19.5	20
Diametro del dosel (cm) cobertura	18	4	1.5	fertilizante	30	30	32	32
Anchura maxima (cm) hoja	18	4	1.5	fertilizante	6	6	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	18	4	1.5	fertilizante	2	2	1	1
Anchura de la base (cm) hoja	18	4	1.5	fertilizante	3	3	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	18	4	1.5	fertilizante	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	18	4	1.5	fertilizante	10	10	11	11
Longitud de la espina (cm) hoja	18	4	1.5	fertilizante	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	18	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	18	4	1.5	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	18	4	1.5	fertilizante	0	0	0	0
No. De hojas	18	4	1.5	fertilizante	8	9	11	11

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	24	7	1	fertilizante	26	27	28	29
longitud de la hoja (cm)	24	7	1	fertilizante	22.5	25	28	28
Diametro del dosel (cm) cobertura	24	7	1	fertilizante	38	42	46	46
Anchura maxima (cm) hoja	24	7	1	fertilizante	6	6.5	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	24	7	1	fertilizante	2.3	1	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	24	7	1	fertilizante	3.5	4	5	5
Grosor de la base (cm) hoja	24	7	1	fertilizante	1	1	2	2
No. De espinas (hoja margen)	24	7	1	fertilizante	14	15	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	24	7	1	fertilizante	2	2.5	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	24	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	24	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	24	7	1	fertilizante	0	1	2	2
No. De hojas	24	7	1	fertilizante	13	15	16	16

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	28	7	1	fertilizante	18	22	28	28
longitud de la hoja (cm)	28	7	1	fertilizante	21.5	25	28.5	28.5
Diametro del dosel (cm) cobertura	28	7	1	fertilizante	25.5	29	34	34
Anchura maxima (cm) hoja	28	7	1	fertilizante	6	6.5	7	7
Anchura del cuello (cm) cogollo	28	7	1	fertilizante	2	2	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	28	7	1	fertilizante	3.5	4	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	28	7	1	fertilizante	1	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	28	7	1	fertilizante	12	16	21	21
Longitud de la espina (cm) hoja	28	7	1	fertilizante	3	3.5	4	4
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	28	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	28	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	28	7	1	fertilizante	3	3	3	3
No. De hojas	28	7	1	fertilizante	9	12	15	15

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	29	7	1	fertilizante	13	21	28	28
longitud de la hoja (cm)	29	7	1	fertilizante	13	22	30	30
Diametro del dosel (cm) cobertura	29	7	1	fertilizante	19	33	49	49
Anchura maxima (cm) hoja	29	7	1	fertilizante	4	6	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	29	7	1	fertilizante	1.5	1.5	2	2
Anchura de la base (cm) hoja	29	7	1	fertilizante	2	3	4.5	4.5
Grosor de la base (cm) hoja	29	7	1	fertilizante	0.5	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	29	7	1	fertilizante	12	15	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	29	7	1	fertilizante	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	29	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	29	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	29	7	1	fertilizante	0	1	2	2
No. De hojas	29	7	1	fertilizante	11	12	13	13

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	31	7	1	fertilizante	13	22	32	32
longitud de la hoja (cm)	31	7	1	fertilizante	19	26	31	31
Diametro del dosel (cm) cobertura	31	7	1	fertilizante	20	32	46	46
Anchura maxima (cm) hoja	31	7	1	fertilizante	2.5	2.5	3	3
Anchura del cuello (cm) cogollo	31	7	1	fertilizante	1.5	2	2.5	2.5
Anchura de la base (cm) hoja	31	7	1	fertilizante	4	4.5	5.5	5.5
Grosor de la base (cm) hoja	31	7	1	fertilizante	0.5	1	1	1
No. De espinas (hoja margen)	31	7	1	fertilizante	14	15	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	31	7	1	fertilizante	3	3	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	31	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	31	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	31	7	1	fertilizante	0	1	2	2
No. De hojas	31	7	1	fertilizante	13	14	16	16

variable	no. De planta	numero de parcela	distancia entre plantas (m)	tratamiento	fecha de medicion			
					19/08/2006	19/09/2006	19/10/2006	19/11/2006
Altura de la planta (cm)	38	7	1	fertilizante	13	16	21	21
longitud de la hoja (cm)	38	7	1	fertilizante	13	18	22	22
Diametro del dosel (cm) cobertura	38	7	1	fertilizante	19	32	44	44
Anchura maxima (cm) hoja	38	7	1	fertilizante	4	5.5	8	8
Anchura del cuello (cm) cogollo	38	7	1	fertilizante	1.5	1.5	1.5	1.5
Anchura de la base (cm) hoja	38	7	1	fertilizante	2.5	3	4	4
Grosor de la base (cm) hoja	38	7	1	fertilizante	0.5	1.5	2	2
No. De espinas (hoja margen)	38	7	1	fertilizante	11	13	16	16
Longitud de la espina (cm) hoja	38	7	1	fertilizante	2	2.5	3	3
Altura gancho lateral (cm) hoja margen	38	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
Anchura espina lateral (cm) hoja	38	7	1	fertilizante	0.5	0.5	0.5	0.5
No. De hijos	38	7	1	fertilizante	0	0	0	0
No. De hojas	38	7	1	fertilizante	9	10	11	11

LITERATURA CITADA

ACADEMIA MEXICANA DEL TEQUILA, A.C. AGAVE.

www.acamextequila.com/amt3/elagave.html

Agave durangensis (pdf), <http://agave.en.infoax.com>

Aguirre Rivera Juan Rogelio, Charcas Salazar Hilario, Flores Flores José Luís. 2001.

El maguey mezcalero potosino. Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología, Gobierno del Estado de San Luís Potosí, Instituto de Investigación de Zonas Desérticas, Universidad Autónoma de San Luís Potosí. Pp 1-87.

Arizona Highways. 2001. Agave The desert's spiky superstar.

Arrizon, J., Fiore C., Acosta G., Romano P. Y Gschaedler A. Fermentation behaviour and volatile compound production by agave and grape must yeasts in high sugar Agave tequilana and grape must fermentations. Springer 2005.

Arrizon, J. y Gschaedler A. Increasing fermentation efficiency at high sugar concentrations by supplementing an additional source of nitrogen during the exponential phase of tequila fermentation process. Journal Microbiol. 48: 965-970 (2002).

Andrade, H. M. 2002. Proyecto: "Respuesta a diferentes micorrizas comerciales y mezclas de sustratos en el Agave durangensis en el invernadero. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. México.

Barreiro, P.M. 2000. Claridades Agropecuarias. Revista mensual. Agave Tequilero; pencas que abrazan al mundo. SAGAR-ASERCA.
www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/087/ca087.pdf

Brack A. y Mendiola, C. La fertilidad del suelo.

www.peruecologico.com.pe/lib_c18.t07.htm.

Castillo, L.T. 1999. Protocolo para la germinación in-vitro de semillas de Agave durangensis. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. México.

CNA. 2002. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.

CNA. 2001. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.

Cisneros, V. G.A. 2000. Protocolo para la germinación in-vitro de semillas de Agave durangensis. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. México.

Cooke, G. W. 1983. Fertilización para rendimientos máximos. Editorial C.E.C.S.A. Primera edición. México. 373 p.

Communique. San Gabriel Valley cactus & Succulent Society. 2006.

www.sgvcss.com/communique/comm_2006_03.pdf

Cortés, Z. L. y Basurto P. F. Agave salmiana Otto ex Salm. Grupo Etnobotánico latinoamericano. www.ibiologia.unam.mx/gela/pp-1.html

Cruz, J.E. 2001. Fertilización química y orgánica del agave mezcalero (Agave angustifolia Haw) en Oaxaca. Tesis de Lic. De la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Densidad de población. http://es.wikipedia.org/wiki/Densidad_de_poblaci%C3%B3n

Diario Oficial de la Federación. 1994. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-SCFI-1994, BEBIDAS ALCOHOLICAS-TEQUILA-ESPECIFICACIONES. Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, México, D. F.

Etchevers, B. J. D., Espinoza, W. G., Reiquelme, E. 1971. manual de fertilidad y fertilizantes. 2da. Ed. Corregida. Universidad de Concepcion, Facultad de Agronomia. Chillan, Chile.

Fiore, C., Arrizon J., Gschaedler, A., Flores, J., Romano, P. Comparison between yeasts from grape and agave musts for traits of technological interest. World Journal of Microbiology & Biotechnology (2005) 21: 1141-1147.

Flores, B. E. P. et-al. The uses of AFLP for detecting DNA polymorphism, genotype identification and genetic diversity between yeasts isolated from Mexican agave-distilled beverages and from grape musts. Letters in Applied Microbiology. 2005, 41, 147-152.

Gaceta iztacala. 2004. www.gaceta.iztacala.unam.mx/243.pdf

Gentry, H. S. 1982. Agaves of Continental North America. The University of Arizona Press. Tucson Arizona.

Granados, S. D. 1993. Los Agaves en México; impreso en México. Universidad Autónoma Chapingo, México.

Gurrola, G. J.A. 2002. Efecto del inoculante comercial BuRIZE (Glomus intraradices) en Maguey mezcalero (Agave durangensis). Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. México.

- Macias, M. A. 2001. El cluster en la industria del tequila en Jalisco. Centro Universitario del Sur, Universidad de Guadalajara, México. Disponible en: www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S131603542001000200005&script=sci_arttext.
- Martínez, A. E. 2003. Determinación del patosistema del agave y búsqueda de hongos micorrízicos benéficos en el Estado de Durango. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. México.
- Muller, S. 1996. ¿Cómo medir la sustentabilidad?: una propuesta para el área de la agricultura y los recursos naturales. Serie de documentos de discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales No. 1. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- National Plant Food Institute, 1986. Manual de fertilizantes. Editorial Limusa. Séptima reimpresión. México. p:133-146.
- Olsen, S. R. And Sommers, L. E. 1982. Methods of soil analysis. Agronomy 9 part 2. American Society of Agronomy. Madison, Wisconsin USA.
- Orea, L. G., Cifuentes, D-L. A., Gómez, O. S., Hernández, V. V. 2002. Germinación de semillas Agave Mezcalero (*Agave durangensis*) a diferentes temperaturas y efecto de la fertilización en el desarrollo de las plántulas. CIIDIR IPN, Unidad Durango.
- Orona, C. I., Flores, H. A. y Rivera, G. M. 2000. Manual para el establecimiento y manejo del nopal verdura bajo riego por goteo en la comarca lagunera. CENID-RASPA, Gomez Palacio, Durango.

- Peña, A.A., Medina A., Labastida C., Capella S. y Vera L.E. Characterization of three Agave species by gas chromatography and solid-phase microextraction-gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1027 (2004) 131-136.
- Rocha, M. R. 2006. "Aplicación de Inductores de Tolerancia para Modificar el Crecimiento y la Composición Mineral de *Agave durangensis*". Tesis de Lic. De la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Robert L.S. y Thomas M. S. 2001. *Ecología*. 4ta. Edición. Pearson Educación. Madrid.
- Rojas, P. M. 2003. Evaluación de dos Métodos de Plantación de *Agave durangensis*. I.T.A. No. 1. SEP Tesis de Licenciatura en Biología. P. 20.
- Rubio, G. R. B. 2001. Inducción a brotación in Vitro de *Agave durangensis*. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. México.
- Ruiz, M. A. 2003. Simbiosis micorrízica de *Agave durangensis* y *Glomus intraradice*; alternativa de agricultura de subsistencia. Memoria de residencia profesional. Instituto Tecnológico Agropecuario No. 1. Durango, Dgo. México.
- Ruvalcaba, R. D. Y Rodríguez, G. B. Aberrant meiotic behavior in *Agave tequilana* Weber var. azul. *BMC Plant Biology*. 2002, 2.
- Tequila, production and distillation. 2004. www.ianchadwick.com/tequila/production.html.
- Todo acerca de México. www.travelbymexico.com/todomexico/mezcal/index.html

Valenzuela, R. J. F. , Velasco G. O. Y Márquez, L. A. (2002). Desarrollo Sustentable del Agave Mezcalero en Durango. CIIDIR-IPN Unidad Durango. México.

Valenzuela, Z. A. G. 1994. El agave tequilero, su cultivo e industria. 2da. Edición.
Monsanto Litteris. Editores Tequila Buen Amigo.
Disponible en: www.buen-amigo.com/quienessomos.asp.

Walkley and Black. 1934. An examination of the degtjareff method for, determinig soil organic matter and proponed modification of the chromic acid titration method. Soil SCI, 34:29-39.