



**UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
UNIDAD REGIONAL UNIVERSITARIA DE ZONAS ARIDAS**

**EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL GEL Y JUGO DE LA HOJA DE
SÁBILA (*A. barbadensis* M.) EN DIFERENTES
PRÁCTICAS DE MANEJO**

TESIS

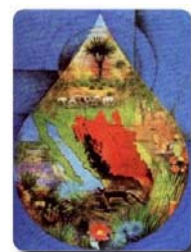
**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES
Y MEDIO AMBIENTE EN ZONAS ARIDAS**

PRESENTA:

ALMA MIREYA CALZADA RIVERA

NOVIEMBRE 2008 BERMEJILLO, DURANGO.



**EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL GEL Y JUGO DE LA HOJA DE SÁBILA
(*A. barbadensis* M.) EN DIFERENTES PRÁCTICAS DE MANEJO**

Tesis realizada por **Alma Mireya Calzada Rivera** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES
Y MEDIO AMBIENTE EN ZONAS ÁRIDAS.**

Director:



Dr. Aurelio Pedroza Sandoval

Asesor:



Dr. Ricardo Trejo Calzada

Asesor:



Dr. José Alfredo Samaniego Gaxiola

Asesor:



Dr. Arnoldo Flores Hernández

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Aurelio Pedroza Sandoval quien dirigió esta investigación; siendo un especialista en el cultivo de la sábila, por las facilidades brindadas para la culminación de esta investigación.

A los profesores – investigadores de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas: Doctor Rafael Castro Franco, Ricardo Trejo Calzada y la Mc Josefina G. Rodríguez Directora de la Facultad de Ciencias Químicas de la UA de C Unidad Torreón quienes participaron como asesores de esta investigación brindando sus conocimientos. Al personal que labora en el laboratorio de esta Institución Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas.

Al Doctor Cueto Wong Director del laboratorio de suelo del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) en Gómez Palacio, Dgo. , y a los técnicos del laboratorio de suelos, por su valiosa colaboración en una de las fases de esta evaluación.

Al programa Universitario de Investigación y Servicio en Recursos Bióticos de Zonas Áridas (REBIZA) de la Universidad Autónoma de Chapingo por el apoyo financiero y de investigación para la realización de esta investigación.

A la Coordinación de Posgrado de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma de Chapingo por las facilidades para realizar mis estudios de Maestría y la presente investigación.

DEDICATORIA

A mi esposo:

Ing. Marco Antonio Iglesias Contreras, por el apoyo que siempre me ha brindado y por seguir superándonos juntos.

A mi hija:

Bremia Jazmín Iglesias Calzada, que es el constante motivo de mi superación.

A mis padres:

Sra. Angélica A. Rivera Gutiérrez (Q.E.P.D) y Manuel Calzada Esquivel (Q.E.P.D.), por quienes soy lo que soy.

A mis hermanos:

Humberto, Raymundo, Sanjuana, Rocío, Juan Manuel, Sergio, Eric, por el apoyo que siempre me han brindado. Junto con mis sobrinos por los momentos de alegría que me hacen pasar, GRACIAS.

**EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DEL GEL Y JUGO DE LA HOJA DE SÁBILA
(*A. barbadensis* M.) EN DIFERENTES PRÁCTICAS DE MANEJO
PHYSICAL AND CHEMICAL EVALUATION OF THE GEL AND JUICE OF
ALOE LEAF (*A. barbadensis* M.) IN DIFFERENT MANAGEMENT
PRACTICES**

Alma Mireya Calzada Rivera¹, Dr. Aurelio Pedroza Sandoval ²

**Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria de Zonas
Áridas**

RESUMEN

Las zonas áridas y en particular la Comarca Lagunera tiene ciertas limitantes que son adversas para la producción agrícola, haciendo necesario el diseño de tecnología para la explotación de especies con alto potencial productivo, como la sábila. El objetivo de este trabajo fue evaluar diferentes sistemas de plantación (SP) (surco y cama), tres frecuencias de riego (FR) (cada 15, 30 y 45 días) y tres dosis de materia orgánica (MO) (0, 60 y 120 ton ha⁻¹) y su impacto en la calidad físico-química del gel y jugo de la hoja de sábila. Se obtuvo que no hubo efecto por separado de los factores de variación introducidos en este estudio para las variables físico-químicas del gel de sábila, aunque se identificó un efecto de interacción que entre los sistemas de plantación, la frecuencia de riego y las dosis de estiércol bovino. Se identificaron fechas claves que son determinantes para definir las fechas de corte, así como épocas de fertilización, lo cual permitirá impulsar el cultivo de la sábila *A. barbadensis* como una alternativa en la región ya que presenta características de adaptabilidad a las condiciones agro climáticas de la región.

Palabras clave: Manejo integrado, Aloe, Prácticas de manejo, Determinaciones Físico-químicas.

¹ Tesista

² Director

SUMMARY

Arid zones as the Comarca Lagunera, have a different limited factors in the area and then it is necessary to design a strategy for best management of the crop species that it have high productive potential as the aloe. The objective of this survey was to evaluate different plantation systems (PS) (furrow an bed), three irrigation time (IT) (each 15, 30 and 45 days), and three mater organic dosages (MO) (0, 60, and 120 ton ha⁻¹) .and its impact in the physico-chemical quality of the gel and juice of aloe leaf. It was obtained that there was no effect separately from the introduced factors of variation in this study for the variable physical chemistries of aloe gel, although an interaction effect was identified among the systems of plantation, the frequency of irrigation and the doses of bovine dung. Keys that are determining to define the dates of cuts, as well as times were identified fertilization date, which will permit to impulse the aloe harvest like an alternative in the region since it presents/displays characteristics of adaptability to the climatic conditions in the valley.

Key words: Integrate management, Aloe, Management practices, Physical and Chemical determinations.

CONTENIDO

	Página
Resumen	vi
Contenido	vii
Índice de cuadros	x
Índice de Figuras	xii
Cuadros del Anexo	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
Planteamiento de la problemática	4
II. Objetivo e Hipótesis	5
2.1 Objetivos generales	5
2.2 Objetivos específicos	5
2.2 Hipótesis	5
III. REVISIÓN DE LITERATURA	6
3.1 Origen	6
3.2 Taxonomía	6
3.3 Descripción de la planta	7
3.4 Requerimientos de la planta	8
3.4.1 Ecología	8
3.4.2 Clima	8
3.4.3 Suelo	9
3.4.4 Crecimiento	10
3.4.5 Floración	10
3.4.6 Propagación	10
3.5 Localización geográfica del genero <i>Aloe</i> en México	11
3.6 Requerimientos de la calidad del <i>Aloe</i>	16

3.7 Calidad del gel de la sábila en base al contenido de sólidos precipitables en metanol (sppm)	17
3.8 Composición fisicoquímica del Aloe	18
3.8.1 Especificaciones y características de los subproductos . .	20
3.8.2 Especificaciones técnicas de los productos según el laboratorio SABESA	20
3.8.3 Composición química del acíbar o jugo de sábila	23
3.9 Otros usos dados a la sábila <i>A. barbadensis</i>	25
3.10 Oferta	25
IV. PRACTICAS AGRÍCOLAS EN EL MANEJO DE LA SÁBILA	
(<i>A. barbadensis</i>)	26
4.1 Importancia de las prácticas agrícolas de manejo en sábila (<i>A. barbadensis</i>)	26
4.2 Efecto de la materia orgánica en el suelo y su importancia en las plantas	29
4.3 Aplicación de materia orgánica	32
4.3.1 Papel de la materia orgánica en el suelo y su importancia en la planta	32
4.4 Riego	35
4.5 Sistema y densidad de plantación (surco o cama)	36
V. MATERIALES Y MÉTODOS	39
5.1 Localización Geográfica	39
5.2 Clima	40
5.3. Suelo	40
5.4 Preparación del terreno	41
5.5 Diseño experimental	42
5.6 Unidad experimental	44

5.7 Plantación	44
5.8 Riego	44
5.9 Aplicación de estiércol	45
5.10 Deshierbes	45
5.11 Plagas y enfermedades	45
5.12 Variables	46
5.13 Análisis estadístico	56
VI. RESULTADOS Y DISCUSION	57
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
VIII. LITERATURA CITADA	78
IX. ANEXO	87

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la sábila <i>A. barbadensis</i>	7
Cuadro 2. Principales países productores de sábila para 1999	11
Cuadro 3. Principales Estados productores de sábila para 1999	13
Cuadro 4. Evolución de la superficie sembrada con sábila <i>A. barbadensis</i> en México	14
Cuadro 5. Componentes esenciales generalizados en el gel de sábila <i>Aloe barbadensis</i> Miller reportados por la High Products, Inc (1988) ...	19
Cuadro 6. Especificaciones técnicas según el laboratorio SABESA del gel estabilizado	21
Cuadro 7. Especificaciones técnicas del gel concentrado	21
Cuadro 8. Contenido de algunos compuestos químicos del gel de <i>A. barbadensis</i>	24
Cuadro 9. Contenido de algunos minerales en el gel de <i>Aloe</i>	24
Cuadro 10. Datos para la curva de calibración de carbohidratos del gel de sábila <i>A. barbadensis</i>	55
Cuadro 11. Efecto diferentes sistemas de plantación en el pH del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i> Miller) en Bermejillo, Dgo. 2004	57
Cuadro 12. Efecto de diferentes sistemas de siembra porcentaje de contenido de agua del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en. Bermejillo, Dgo. 2004	59
Cuadro 13. Efecto frecuencia de riego en el porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>). Bermejillo, Dgo. 2004	60

Cuadro 14. Efecto de diferentes sistemas de plantación en el porcentaje de sólidos solubles de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en. Bermejillo, Dgo. 2004	62
Cuadro 15. Concentración de datos obtenidos del ANOVA	63
Cuadro 16 Análisis de bloques a través del tiempo de algunas variables físicas del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo. 2004	64
Cuadro 17. Concentración de datos del análisis de varianza general de las variables químicas de micro elementos del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>). Bermejillo, Dgo. 2004	65
Cuadro 18. Concentración de datos del análisis de varianza general de las variables químicas de macroelementos del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>). Bermejillo, Dgo. 2004	66
Cuadro 19. Efecto de la frecuencia de riego en el contenido de Carbohidratos del gel de sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes Frecuencias de Riego. Bermejillo, Dgo. 2004	68
Cuadro 20. Porcentaje de contenido de carbohidratos en gel de sábila <i>A. barbadensis</i> en diferentes fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo, 2004 ..	68
Cuadro 21. Concentración de variables de crecimiento en gel de sábila <i>A. barbadensis</i> en diferentes fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo, 2004	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Croquis de localización del lote experimental	39
Figura 2. Croquis de ubicación de tratamientos de sábila (<i>A. barbadensis</i>) en el área experimental de la URUZA –UACH, Bermejillo, Dgo	43
Figura 3. Curva de calibración de carbohidratos de gel de sábila <i>A. barbadensis</i>	56
Figura 4. Comportamiento del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes frecuencias de riego. Bermejillo, Dgo. 2004	60
Figura 5. Comportamiento de la concentración de carbohidratos en las cuatro fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo., 2004.	69

CUADROS DEL ANEXO

	Página
Cuadro 22. Análisis de Varianza (ANOVA) del pH del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	87
Cuadro 23.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de contenido de agua del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	87
Cuadro 24.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	88
Cuadro 25-. Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de contenido sólidos solubles del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	88

Cuadro 26.- Análisis de Varianza (ANOVA) del PH del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes Sistemas de Plantación (SP), Frecuencias de Riego (FR), Dosis de Materia Orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo. Dgo. 2004	89
Cuadro 27.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de contenido de agua del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	89
Cuadro 28.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	90
Cuadro 29.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos solubles del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	90
Cuadro 30.- Análisis de Varianza (ANOVA) del pH del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	91

Cuadro 31.- Análisis de Varianza (ANOVA) del contenido de agua del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	91
Cuadro 32.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	92
Cuadro 33.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos solubles del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	92
Cuadro 34.- Análisis de Varianza (ANOVA) del PH del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	93
Cuadro 35.- Análisis de Varianza (ANOVA) del contenido de agua del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	93

Cuadro 36.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	94
Cuadro 37.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos solubles del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	94
Cuadro 38.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	95
Cuadro 39.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	95
Cuadro 40.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	96

Cuadro 41.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	96
Cuadro 42.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer fecha de muestreo del 11 de diciembre de 2003.. Bermejillo, Dgo. 2004	97
Cuadro 43.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer fecha de muestreo del 11 de diciembre de 2003.. Bermejillo, Dgo. 2004	97
Cuadro 44.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer fecha de muestreo del 11 de diciembre de 2003.. Bermejillo, Dgo. 2004	98

Cuadro 45.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fierro Fe del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	98
Cuadro 46.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganeso Mn del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	99
Cuadro 47.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	99
Cuadro 48.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	100

Cuadro 49- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	100
Cuadro 50.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004	101
Cuadro 51.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	101
Cuadro 52.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	102

Cuadro 53.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio Ca del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	102
Cuadro 54.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fierro Fe del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	103
Cuadro 55.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganeso Mn del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	103
Cuadro 56.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	104

Cuadro 57.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	104
Cuadro 58.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	105
Cuadro 59.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Nitrógeno N del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	105
Cuadro 60.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	106

61.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	106
Cuadro 62.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	107
Cuadro 63.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha). en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	107
Cuadro 64.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fierro Fe del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	108

Cuadro 65.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganeso Mn del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	108
Cuadro 66.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	109
Cuadro 67.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	109
Cuadro 68.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	110

Cuadro 69- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Nitrógeno N del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004.Bermejillo, Dgo. 2004	110
Cuadro 70.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004.Bermejillo, Dgo. 2004	111
Cuadro 71.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	111
Cuadro 72.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (<i>A. barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	112

Cuadro 73.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	112
Cuadro 74.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fierro Fe del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	113
Cuadro 75.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganeso Mn del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha)en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004	113
Cuadro 76.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha)en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004	114

Cuadro 77.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004	114
Cuadro 78.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004	115
Cuadro 79.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Nitrógeno N del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004	115
Cuadro 80.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (<i>A.barbadensis</i>) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004	116

I. INTRODUCCIÓN

La sábila (*Aloe barbadensis* Miller), ha adquirido gran importancia comercial en los últimos años debido al amplio uso que tiene en la elaboración de productos medicinales, alimenticios y cosmetológicos, lo cual ha provocado una gran demanda de esta planta convirtiéndose en un cultivo con grandes perspectivas para su comercialización.

En México, aún no se encuentran empresas importantes que industrialicen la sábila (*A. barbadensis*); existen campos experimentales donde se está ensayando con el manejo agronómico del cultivo y pequeñas industrias o procesadoras distribuidas en algunas ciudades y estados del país, como: La Paz Baja California, Matehuala, SLP, Oaxaca, Chiapas, Veracruz, Zacatecas, Distrito Federal, México, Yucatán y Coahuila, donde se dieron los primeros avances en la explotación de esta planta.

La sábila es un cultivo de gran perspectiva en la Comarca Lagunera: es un cultivo con gran capacidad productiva; representa una opción de diversificación agrícola al sistema de monocultivo y; es un cultivo de alto valor remunerativo en base a la importancia comercial de los subproductos obtenidos de la hoja (gel, jugo y polvo), los cuales se utilizan en la industria alimenticia, farmacéutica y cosmetológica.

Las estadísticas del cultivo de la sábila, en el ámbito nacional publicadas por la Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA, 1992) indican que en 1991 se tenían en el país 1,979 ha, de las cuales Tamaulipas aportó el 68.9 % y 20,487

ton que representaron el 73.1% de la producción nacional, lo cual se ubico en el primer lugar nacional en producción de sábila; y en cuanto a rendimiento en quinto lugar ligeramente arriba de la media nacional (14 ton/ha/corte) con 15 ton/ha/corte, superado en productividad por Yucatán, Chiapas, Guanajuato, Nuevo León y Zacatecas. Sin embargo en 1997 Tamaulipas logró el primer lugar en superficie y producción, al contar con 2,380 ha y obtener una cosecha de 18 ton/ha/corte (López *et al.*, 1999).

Para tratar de conocer la situación actual de la demanda, es necesario mencionar que la producción de sábila de los Estados Unidos se concentra en un 99 % en el estado de Texas. Esta producción es constantemente afectada por las condiciones climáticas adversas de la región, principalmente por las heladas, lo que obliga a que las industrias procesadoras incrementen su volumen de materia prima importada en la época de muy baja producción que es en el invierno norteamericano.

De acuerdo con Álvarez (1987), en el estado de Texas se ubica el 58 % de las industrias estadounidenses que utilizan como insumo principal el gel de sábila en sus distintas presentaciones. Las importaciones de gel y de hoja cubren en parte el déficit, pero la fuerte demanda de los productos finales provoca que se exporte en gran parte a Japón, Corea, Hong Kong y la Unión Europea a precios bastante atractivos.

Al igual que la demanda, la oferta de los productos derivados de la sábila en sus distintas presentaciones se ha incrementado notablemente en los últimos años como una reacción natural. Tanto ofertantes como demandantes, estiman que el mercado seguirá desarrollándose puesto que se trabaja con un producto que tiene amplias opciones de industrialización con una diversidad de usos y mercados. Por lo anterior, existe una demanda insatisfecha que se manifiesta en la constante búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento de materia prima que realiza las campañas a través de corresponsalías, enviados especiales, Institutos de Comercio Internacional, etc.

Actualmente en la Comarca Lagunera presenta ciertas limitantes para la producción agrícola, las principales son: carencia de paquetes tecnológicos para el manejo integral agronómico; desconocimiento de un proceso industrial eficiente que garantice las normas de calidad requeridas en el mercado internacional y; falta de un mercado local, nacional e internacional estable y seguro; impacto negativo de algunos factores naturales (la escasez de agua, altas temperaturas, suelos salinos, plagas y enfermedades). Por ello es necesario generar una tecnología para la explotación de especies con alto potencial productivo, que es lo que actualmente esta ocupando un lugar importante en la investigación.

A finales de 1996 se inició un proyecto de manejo integral sobre el cultivo de la sábila, financiado en su primera etapa por el CONACYT-SIVILLA. El principal objetivo de esta primera etapa fue el de integrar un paquete tecnológico en lo agronómico para este cultivo, lo cual produjo varias publicaciones a nivel de tesis, publicaciones técnicas y científicas, que culminó finalmente en la publicación de un libro que actualmente está disponible en el mercado. En el 2000-2001, se inició una segunda etapa para enfatizar estudios más específicos sobre la fitosanidad e iniciar las evaluaciones fisicoquímicas de los subproductos como el jugo concentrado y el gel, con el objeto de valorar el potencial de mercado de dichos productos. En esta tercera etapa se pretende complementar la evaluación fisicoquímica.

En la Comarca Lagunera se han efectuado estudios preliminares sobre la adaptabilidad del cultivo a diferentes condiciones de manejo del cultivo, con énfasis en la medición de variables en la cantidad de la producción y la caracterización del crecimiento y desarrollo de la planta, pero pocos estudios han sido dirigidos en forma sistemática para conocer el impacto de algunas prácticas de manejo sobre las características químicas y físicas de los productos de la sábila como lo es la penca, principalmente en lo que se refiere al gel y al jugo.

II. OBJETIVOS E HIPOTESIS

1.1.- Objetivo general:

Determinar la relación de diferentes prácticas agronómicas con las características cuantitativas y cualitativas de la producción de la hoja de sábila (*A. barbadensis*).

1.2.- Objetivos específicos:

- Identificar un conjunto de características fisicoquímicas comerciales de calidad para el comercio nacional e internacional de los productos derivados de la sábila (*A. barbadensis*).
- Relacionar los sistemas de plantación, frecuencia de riegos y dosis de estiércol bovino con las características fisicoquímicas deseables que potencien la comercialización de los productos derivados de la sábila (*A. barbadensis*).

1.3.- Hipótesis

Las prácticas agrícolas probadas en este estudio no influyen en las características fisicoquímicas de los productos gel y jugo derivados de la sábila (*A. barbadensis*).

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Origen

EL género *Aloe*, tiene su centro origen en Sudáfrica, fue introducida por los españoles a diferentes lugares de América. Su hábitat típico son las zonas áridas y desérticas, exponiéndose al sol o a media sombra. El termino *Aloe* proviene de la palabra árabe “*Alloeh*” que significa “sustancia brillante amargosa”. En latín, *Aloe vera* significa “el *Aloe verdadero*” que era considerado antiguamente como símbolo de inmortalidad. En griego “*Als*” o “*Alos*” significa sal, teniendo relación con el sabor acre que presenta el zumo que se extrae de esta planta (acíbar).

3.2. Taxonomía

La clasificación taxonómica del *Aloe vera* L. aceptada es la propuesta por el **ITIS (Integrated Taxonomic Information System)** (USDA, 2002), aunque en algunos textos anteriores a esta fecha se le clasificaba como se indica en el Cuadro 1. Es decir que el **ITIS** de la Universidad de Wisconsin considera que el *Aloe barbadensis* Miller. es sinónimo de *Aloe vera* L.

La familia *Aloeaceae* comprende 5 géneros y aproximadamente 700 especies; a esta familia pertenece el género *Aloe* (con 350 especies que incluye *Aloinella*, *Chamaeloe*, *Guillauminia* y *Leptaloe*); *Gasteria* (70 especies); *Haworthia* (200 especies, incluyendo *Astroloba*, *Poellnitzia*, *Chortolirion*); *Lomatophyllum* (15

especies) y Kniphofia (70 especies incluyendo *Notosceptrum*) según Secretariado de Nuevas Tecnologías y Recursos Virtuales (2002) y Universidad de Wisconsin (2003).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la sábila *A. barbadensis* Miller.

Clasificación propuesta por Miller	Clasificación propuesta por el ITIS
Reino: Vegetal	Reino: Plantae--plantas
División: Fanerógamas	Subreino: Tracheobionta
Subdivisión: Angiospermas	División: Magnoliophyta--angiospermas
Clase: Monocotiledoneae	Clase: Liliopsida--monocotiledonea
	Subclase: Liliidae
Familia: <i>Liliaceae</i>	Orden: Liliales
Género: <i>Aloe</i>	Familia: <i>Aloeaceae</i>
Especie: <i>barbadensis</i> , Miller.	Genero: <i>Aloe</i>
	Especie: <i>vera</i> L.

Fuente: Universidad de Wisconsin, (2003).

3.3. Descripción de la planta

Las plantas del género *Aloe* son parecidas a un maguey pequeño, con tronco muy corto o arborescente; son perennes, con rizomas largo y estolonífero; hojas gruesas carnosas, basilares, caulinares que están acomodadas en forma de rosetas (más o menos 20) y son de color intenso, carnosas, delgadas, largas y sutiles, con bordes espinosos o dentados presentando diferentes tonalidades de verde; a menudo están maculadas, estriadas y difuminadas en blanco amarfilado. La inflorescencia superior, la mitad inferior plana y convexa y en la mitad superior cóncava o acanalada con un a longitud de 50 a 60 cm y con una anchura de base de 8 a 10 cm. el raquis de 1 a 1.35 m; desnuda y lisa con

una o dos ramificaciones laterales, la mitad de su longitud finalizada por racimos-espigas; flores amarillas con listas verdosas; la floración ocurre en diferentes épocas dependiendo de la especie, puede realizarse desde el final del invierno hasta el verano (Reiche, 1975).

3.4. Requerimientos de la planta

3.4.1. Ecología. La sábila presenta un amplio rango de adaptabilidad a diferentes condiciones ambientales. El Consejo Internacional del *Aloe* señala que se desarrollan generalmente en áreas entre 15 ° norte y sur del Ecuador, no obstante, puede encontrarse en un espectro climático bastante amplio. Los climas en que se desarrolla van de tropicales y subtropicales a desérticos.

3.4.2. Clima. Álvarez (1987), en investigaciones anteriores reporta que todo el género *Aloe* se desarrolla mejor en lugares en donde las precipitaciones (lluvia) van de desde 590 a 4,030 mm, con las sequías se tornan de color pardo recobrando su color verde luego de la presencia de las primeras lluvias, al igual que el agave tiene estomas que cierran durante el día y abren durante la noche. Se le puede encontrar en un rango amplio de climas que van de tropicales a desérticos; extremosos (Tamaulipas), en áreas con climas semicálidos (Valle del Río Grande Texas) con lluvias en invierno, así como en la zona del trópico húmedo (Aruba, Venezuela, Sudáfrica). Además es susceptible a las bajas

temperaturas menores a los 5 °C, que dañan la parte de la superficie pero se recupera en un lapso menor a un año. La planta se hiela a los –2 °C y según la duración puede perderse hasta tres cortes, pues no muere totalmente. La sábila precisa de la luz intensa del sol de forma directa, ésta es una característica de todas las especies de *Aloe* que tienen espinas, las especies que no presentan espinas se desarrollan bajo luz solar indirecta (Álvarez, 1987).

3.4.3. Suelo. Se desarrolla en suelos de rocas de origen sedimentarios, principalmente en calizas y conglomerados; puede crecer en suelos someros, pedregosos y pocos profundos, escasos en materia orgánica, bien drenados, con pH que va de alcalino a neutro o ligeramente ácido y con diferente clases de texturas. Aunque puede establecer y sobrevivir en suelos pobres, los suelos ideales para sábila en cultivo son profundos, con buen drenaje, de textura media, preferentemente franco arenosa y pH ligeramente alcalino.

El tipo de suelo que es ideal para la planta de la sábila es profundo con buen drenaje, con textura media, con tendencia arenosa. También se desarrolla bien en cualquier tipo de suelo incluso en zonas costeras y es resistente al agua de mar, así como en áreas que tengan bastante pedregosidad y suelos con pH fuertemente alcalino. En Tamaulipas predominan suelos con pH alcalino lo que ha arrojado muy buenos resultados en términos comerciales, además de tener resistencia a la salinidad.

3.4.4. Crecimiento. Generalmente las plantas crecen en forma de colonias, la planta central es la planta madre y llega a producir a más de 100 hijuelos. Con un cultivo de riego con agua rodada, las pencas llegan a medir hasta 80 cm de largo y su peso es de 500 a 700 g. Una importante característica de la planta es su longevidad, la enorme capacidad reproductora, lo que permite establecer un cultivo de gran productividad.

3.4.5. Floración. La floración depende de la especie y florecen tanto en invierno como en primavera en sus respectivos hábitats. La floración puede presentarse en los meses de octubre y abril, pero esto depende del lugar donde estén localizadas las plantas, pues también se pueden presentar de octubre a diciembre en algunos lugares en zonas más cálidas de marzo a mayo.

3.4.6. Propagación. La sábila tiene dos formas de propagación: sexual y asexual. La forma rápida y fácil se realiza en forma vegetativa (reproducción asexual) con retoños que se desarrollan alrededor de la planta y los cuales pueden ser transplantados directamente en el terreno. Para llevar a cabo la plantación se utiliza la propagación por retoños, los cuales puede ser recolectados de plantaciones silvestres o bien ser reproducidos en viveros; también se pueden propagar por medio de semillas (reproducción sexual).

3.5. Localización geográfica del genero *Aloe* en México. En las regiones del sur y sureste del país, es común observar plantas aisladas de *Aloe* desde las selvas bajas en Yucatán y el Istmo de Tehuantepec. En el estado de Hidalgo se localiza en altitudes desde los 100 hasta los 200 msnm (Granados y Castañedas, 1988).

Con respecto a superficie establecida de *Aloe* en el ámbito mundial, para 1999 los principales países fueron Kenia, Camerún y Nigeria que en conjunto, representaron un 39 % de la superficie cultivada con 22,000 ha; por otra parte, México participa con una superficie total de 9 % (4,790 ha), como se indica en el Cuadro 2 (López *et al.*, 1999).

Cuadro 2. Principales países productores de sábila.

País	Porcentaje	Hectáreas
Kenia, Camerún y Nigeria	39 %	22,000
Taiwán, Corea y Malasia	24 %	13,750
Estados Unidos	9 %	5,100
México	9 %	4,790
Republica Dominicana	6 %	3,600
Guatemala	5 %	2,500
Costa Rica	4 %	2,000
Venezuela	4 %	2,000
Total	100 %	55,740

Fuente: López *et al.*, 1999

En México, la sábila puede ser encontrada en casi todo el país, como de ornato en los jardines domésticos y en algunos lugares como plantas silvestres. Hernández y Villanueva (1992, citados por Granados y Castañeda, 1988), mencionan al respecto: " se le encuentra alrededor de antiguas haciendas y con el tiempo se han establecido en forma ruderal formando parte de algunas comunidades vegetales, se multiplica por hijuelos y tiene una alta capacidad de expansión periférica para ocupar espacios, por lo menos donde existen otras plantas herbáceas que le puedan competir."

En las regiones centro, sur y sureste del país, es común observar plantas aisladas de *Aloe* desde las selvas bajas en Yucatán y el Istmo de Tehuantepec, hasta los cardonales y tetecheras del Valle de Tehuacan o las cordilleras con *Quercus glaucoides* y *Pinus pinceana* en el estado de Hidalgo. Se localizan en altitudes desde los 10 hasta los 2000 msnm.

Por su facilidad de adaptación y sus propiedades la sábila ha despertado el interés como cultivo, en 1992 se establecieron plantaciones en 1,752 ha del país, de las cuales 780 (44.5%) son de temporal y las restantes 972 (55.5 %) comprenden cultivos de riego. La distribución de la sábila en cultivo esta dado como se indica en el cuadro 3 (CONAZA, 1992).

Cuadro 3. Principales Estados productores de sábila para 1999.

Estado	Porcentaje	Hectáreas
Tamaulipas	52 %	2,500
Yucatán	22 %	1,000
Coahuila	8 %	400
Nuevo León	6 %	300
Guerrero	5 %	240
Veracruz	4 %	200
Puebla	3 %	150
Total	100 %	4,790

Fuente: López *et al.*, 1999

De acuerdo a los datos oficiales de la SAGARPA, para el año 2002 solamente seis estados registraron siembras de sábila con un total de 2,846 ha, siendo los principales; Tamaulipas con 1,798 ha y Yucatán con 862 ha, San Luis Potosí con 159, Durango con 13, Quintana Roo con 10 y Zacatecas con solamente 4 ha. En el Cuadro 4, se observa que aunque a nivel nacional ha disminuido la superficie sembrada con sábila, en promedio la superficie manifiesta un crecimiento anual del 37.45% (ASERCA, 2002). De esta forma se tiene que solamente Tamaulipas para el año 2001 tuvo una superficie sembrada de 2,140 ha en cuatro municipios, siendo el municipio de González el que mayor superficie registró (972 ha) (ASERCA, 2002).

Se establecen preferentemente en área con temperaturas medias anuales de 18 a 25 °C una precipitación media anual de 400 a 800 mm, encontrándose en sitios hasta de 200 mm al año, donde su desarrollo es más lento. En México crece en áreas con precipitación pluvial anual entre los 200 y 800 mm, soporta temperaturas extremas de – 5 ° C durante el invierno y en verano hasta 42 °C.

Cuadro 4. Evolución de la superficie sembrada con sábila *A. barbadensis* en México.

Año	Riego (ha)	Temporal (ha)	Total (ha)
1986	15		15
1987	20		20
1988	18		18
1989	18	20	38
1990	16	70	86
1991	258	33	291
1992	251	833	1084
1993	275	961	1236
1994	292	1808	2100
1995	563	1889	2452
1996	604	3843	4447
1997	618	2463	3081
1998	586	2603	3189
1999	814	2304	3118
2000	814	2032	2846

Fuente: ASERCA, 2002

Los Productores de Sábila del Sur de Zacatecas, S.P.R. de R.L., pretenden invertir 47 millones de pesos en establecer 500 ha de sábila (*Aloe vera*, L.), para beneficiar a 150 productores primarios donde participan siete Municipios del Sur del Estado de Zacatecas (Cañón de Juchipila). Se pretende que el financiamiento sea auto liquidable a 5 años, rentable al 100 % y de alto impacto social (López *et al.*, 1999).

Existe una demanda insatisfecha y creciente en el mundo en países de alto nivel de compra. En 1999 se producían cerca de 5 millones de toneladas de hoja de sábila cada año en el ámbito mundial, en 55,740 ha establecidas. De este volumen producido, Estados Unidos, consume el 36 % es decir 1,800,000 toneladas al año. La demanda proyectada para los próximos cinco años es de 3,500,000 toneladas más, es decir se requiere un 70 % más de superficie (López *et al.*, 1999).

Los productores y procesadores australianos de *Aloe* anunciaron que planean un programa para una mayor expansión. La compañía más grande de productores y fabricantes de *Aloe* en el hemisferio sur esperaba duplicar la producción de hojas a 20 mil toneladas al final de 2003. La compañía menciona que la expansión es necesaria para satisfacer el mayor crecimiento en la demanda por el uso del *Aloe* en el mercado de bebidas nutricionales, farmacéuticas y energéticas, así como en los cosméticos, en donde el *Aloe* es el principal y único ingrediente (Ernest y Young, 2002).

El valor de los extractos fitoterapéuticos de plantas medicinales en el mercado mundial, se estima en aproximadamente 14 billones de dólares al año, además se tiene un cálculo aproximado de que se utilizan pocas plantas medicinales de más de 10,000 que existen plantas; las principales plantas utilizadas por 11 laboratorios de productos naturales son: sábila, ortiga (*Urtica dioica* L.), manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.), romero (*Rosmarinus officinalis*), saúco

Sambucus nigra L.), ajo (*Allium sativum* L.), valeriana *Valeriana officinalis* L.), alcachofa (*Cynara scolymus* L.), caléndula (*Calendula officinalis*), boldo (*Peumus boldus*), uña de gato (*Unicari tormentosa*), eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill), hinojo (*Foeniculum vulgare* Miller), cáscara sagrada (*Rhamnus prusiana*), cidrón (*Hierba luisalippia tripilla kuntze*), castaño de indias (*Aesculus hippocastanum* L.) y ruibarbo (*Rheum officinale baillon*) (Vélez, 2003). (Citados por Macias, 2005).

3.6. Requerimientos de calidad del Aloe

En los últimos años ha crecido enormemente el interés por los productos derivados de este cultivo, razón por la cual Estados Unidos, pionero en la industrialización de esta planta, no satisface su materia prima y recurre a México, principalmente a Tamaulipas (Valle de Río Grande) y otras áreas (Martínez, 1985). Para los Estados Unidos el hecho de incrementar la superficie comercial de sábila se ve seriamente limitado por las temperaturas invernales que afectan la producción de este cultivo. Las posibles limitantes en el aumento de la oferta son en primer lugar el desarrollo de la técnica agrícola, ya que el proceso industrial que no es complicado puede ampliarse tanto como se desee, lo que no ocurre con la técnica agrícola de producción. La segunda limitante para el crecimiento de la oferta se refiere a la calidad del producto, ya que un producto que no reúne los requisitos mínimos de calidad se puede considerar como demanda nula. (Molina y Torres, 1993, citados por con Álvarez, 1987).

3.7. Calidad del gel de sábila en base al contenido de sólidos precipitables en metanol (sppm)

La calidad del gel de sábila, puede ser determinada por el contenido de sólidos precipitables en alcohol existentes en una muestra de gel. El Consejo Internacional de la Ciencia del Aloe (IASC), certifica las pruebas de evaluación permanente para proteger a los consumidores de los productos manufacturados y a los representantes de los productos de *Aloe* y así evitar fraude.

Esta prueba cuantitativa de polisacáridos del *Aloe* es utilizada por la industria de *aloe* para evitar los falsos etiquetados. Las pruebas de polisacáridos precipitables en alcohol son simples y económicas para determinar hexosas de *Aloe*. Para medir los polisacáridos se utilizan dos métodos: **una es la separación** y otra la **detección**.

Se lleva a cabo la sensibilidad óptima y específica, separación por precipitación en alcohol y detección por medidas de azúcar precipitada. La precipitación por alcohol es el método más antiguo de enriquecimiento de polisacáridos y fue el método más usado en la investigación clásica de los polisacáridos del Aloe. Desafortunadamente no todos los sólidos que precipitan en alcohol son azúcares. Existen varios compuestos químicos precipitables en alcohol, la deficiencias de especificidad de este medio de *Aloe* precipitable en alcohol puede contener proteínas, ácidos nucleicos, y una gran variedad de químicos simples. Por lo que los polisacáridos del *Aloe* son medidos más claramente

por medio de hexosas precipitables en alcohol. Sólo el 25% de los sólidos precipitables en alcohol son polisacáridos de hexosas, el resto es un complejo de cationes de metal (Ca^{++} y Mg^{++}) y ácidos orgánicos tales como málico, oxálico y cítrico.

3.8. Composición fisicoquímica del *Aloe*

La hoja de sábila tiene más de 200 constituyentes diferentes producidos en la corteza exterior, de los cuales 75 tienen actividad biológica. Moroni (1982). La composición química del gel del Aloe, reporta las siguientes sustancias: polisacáridos conteniendo glucosa, manosa, galactosa, xilosa, arabinosa, taninos, esteroides, ácidos glucorínicos, cítricos, succínico y málico; enzimas tales como: oxidasa, celulasa, catalasa, amilasa, etc. (Cuadro 5). Se reportan también en sábila algunos azúcares, principalmente glucosa, proteína, y así como estimuladores biogénicos, saponinas, magnesio, lactato y algunas vitaminas. Según reporte de investigadores japoneses, las aloctinas y lactinas están presentes y contienen propiedades anticancerígenos (Moroni, 1982).

Actualmente se sabe que la sábila contiene los aminoácidos esenciales, minerales, vitaminas, enzimas, proteínas, polisacáridos y estimulantes biológicos, también contiene vitamina B12. Está demostrado que consumir jugo de sábila ayuda al organismo a digerir completamente los alimentos, especialmente las proteínas en nutrientes que el organismo puede utilizar

rápida mente tanto externa como internamente; contiene 20 de los 22 aminoácidos conocidos que se requieren para una buena alimentación.

Una de las pruebas cuantitativas para determinar la calidad de gel de sábila y que es reconocida por el Consejo Internacional de la Ciencia del Aloe (IASC, por sus siglas en ingles) es la determinación del contenido de polisacáridos en el gel procesado. Esta determinación se puede efectuar mediante la técnica de sólidos precipitables en metanol. En promedio el 13 % del volumen de los sólidos del gel, son polisacáridos, aunque esta concentración puede variar, según las condiciones ecológicas y de manejo en que se desarrolle el cultivo de la sábila (Vivas, 1996).

Cuadro 5.- Componentes esenciales generalizados en el gel de sábila *A. barbadensis* reportados por la Natural High Products, Inc (1988).

Vitaminas	Minerales	Enzimas	Aminoácidos	Polisacáridos
B-1	Calcio	Lipasa	Lisina	Manosa
B-2	Magnesio	Celulasa	Hidroxiprolina	Glucosa
B-3	Cromo	Catalasa	Glutamina	Acidouronico
B-6	Cloruro	Creatina fosfoquinasa	Leucina	
B-12	Manganeso	Amilasa	Metionina	
Niacinamida	Zinc	Oxidasa glucosa	Serina	
B-5	Cobre	Bradiquinasa	Aspartico	
Tiamina	Hierro	Bradiquinasa	Cisterna	
Riboflavina			Fenilalanina	
Niacina			Treonina	
Colina				
Piridoxina				

Fuente Natural High Products, Inc (1988)

3.8.1. Especificaciones y características de los subproductos

Como se mencionó anteriormente las propiedades de la sábila son útiles como complemento alimenticio y también son utilizados para uso exterior. Es importante mencionar que de acuerdo con las especificaciones del cliente, no sólo en el aspecto del contenido de los subproductos, es de igual importancia las características comerciales de éste, para ofrecerlo al mercado o bien ajustarse a las peticiones del cliente.

Existe la producción del jugo de hoja entera procesado a diferentes concentraciones demandadas:

- 1X (1:1) (1% sólidos totales, mínimo)
- 2X (2:1) (2% sólidos totales, mínimo)
- 4X (4:1) (4% sólidos totales, mínimo)
- 8X (8:1) (8% sólidos totales, mínimo)

De tal forma que hay presentación en jugo, polvo y gel con sus diferentes grados de concentración.

3.8.2. Especificaciones técnicas de los productos según el laboratorio SABESA

Gel estabilizado de Aloe vera.- Es el jugo que ha sido estabilizado tanto para mantener el color como para permanecer libre de microorganismos. (Cuadro 6).

Cuadro 6.- Especificaciones técnicas según el laboratorio SABESA del gel estabilizado.

Consistencia	Ligeramente viscoso
Apariencia	Líquido
Color: Gardner	4 máximo
Olor	Vegetal
Peso específico	1.004 – 1.008
pH	4.0 – 4.3
Acidez	3.0 máximo
Índice de saponificación	1.5 máximo
Contenido de sólidos	1.0 máximo
Cuenta microbiana	< a 500/ gramo
Bacterias patógenas	Libre
Metales pesados	0.001 % máximo
Grados Brix	< 1

Fuente: Laboratorios SABESA de México.

Gel concentrado de *Aloe vera*: Es el jugo natural de sábila al cual se le ha removido parte de agua de su constitución hasta obtener una concentración de 1:10, 1:20 ò 1:40 según sea el caso (Cuadro 7).

Cuadro 7. Especificaciones técnicas del gel concentrado.

Consistencia	Muy viscosa
Olor	Sin aroma
Color	Cristalino a Crema
Peso específico	1.020 – 1.170
Cuenta microbiana	< de 500/g
Bacterias patógenas	Libre
pH	4.05 – 7.5
Metales pesados	Máximo 0.001 %

Fuente: Laboratorios SABESA de México.

En la comercialización de gel de sábila en sus distintas presentaciones se manejan tres grados de calidad alimenticia y calidad farmacéutica. Actualmente la certificación de la calidad de cualquiera de estos grados es otorgada por el Consejo Internacional de Ciencia del *Aloe* (1996), para lo cual existe un programa oficial de certificación.

La especie del género *Aloe* contiene una mezcla de glucósidos llamados aloína colectivamente, la cual es el principio activo de la planta. El contenido de aloína en la planta puede variar según la especie, la región y la época de recolección. El principal constituyente de la Aloína es la barbaloina, un glucósido amarillo pálido soluble en agua. Otros constituyentes son la emodina isobarbaloina, betabarbaloina y resinas. El olor es debido a trazas de un aceite esencial.

De manera general, la proporción de los compuestos anteriormente es la siguiente: dos resinas amarillo-brillantes, muy activas, posiblemente idénticas, solubles en bicarbonato de sodio, 30%, una resina muy activa soluble en bicarbonato de sodio 6,8%, aloína, ligeramente activa, 15.0%, emodina, ligeramente activa 1.5 a 1.8 %, sustancias hidrosolubles inactivas, 15.2 %, sustancias amorfas que producen alteraciones estomacales pero que no llegan al efecto purgativo, 5.1%.

3.8.3. Composición química del acíbar o jugo de sábila

El 13 % del volumen de los sólidos del gel de *Aloe barbadensis* consiste en polisacáridos. Ciertas formas del procesar el gel de Aloe significan decrecimiento en el contenido de polisacáridos, aunque el procesamiento usual de Aloe eleva el nivel de polisacáridos como se menciono anteriormente. Sin embargo cuando las hexosas se encuentran en más del 20 % de sólidos totales, se debe a polisacáridos extraños. (The International Aloe Science Council, Inc.1996).

El acíbar es el jugo o exudado de las hojas de la sábila cuando éstas sufren heridas o se les practican incisiones. Presenta una apariencia mucilaginosa, glutinosa y de color amarillo verdoso oscuro, tiene un fuerte olor y de sabor muy amargo.

La resina contenida varía de 40 al 80 % y se compone de un éster del ácido paracumárico y un alcohol resínico llamado aloeresinatanol. El contenido de aloína es, aproximadamente, del 20% y cuando se hidrolizan los pentósidos que contiene, se obtienen derivados de la antraquinona. Se menciona que el gel de *Aloe* contiene mono y polisacáridos entre 50 y 60% de sólidos solubles, aunque las concentraciones específicas aún no han sido determinadas con exactitud (Garuda, 1999), en los Cuadros 8 y 9 se indican algunos de los compuestos principales del gel de la sábila.

Cuadro 8. Contenido de algunos compuestos químicos del gel de *Aloe barbadensis*.

Aminoácidos (ppm)		Mono y polisacáridos	Vitaminas (mg por 100 ml)	
Lisina	5-6	Polihexanosas Arabinosa Hexanosa Galactosa Xilosa Glucosa	B1	6-7
Histidina	2.8-3		B2	6-7
Tirosina	2.8-3.3		B6	3-3.7
Arginina	4.5-5.5		C	47-61
Ácido aspártico	13-15		Niacianamida	30-37
Fenilalanina	4.3-4.5		Colina	9.5-11.2
Treonina	5-6		Otros componentes	
Serina	6-7		Proteína	0.11g/100g
Isoleucina	3.5-4		Cenizas	0.25
Ácido glutámico	13.5-15.5		Calorías	3.3/100g
Prolina	8-9		Grasa	0.09g/100g
Leucina	8.5-9.5		F. cruda	0.10%
Glicina	7-8		Enzimas (unidades/ 100 ml)	
Analina	1-1.5		Amilasa	1100-1600
Valina	6.5-7		Lipasa	600-800
Metionina	1.5-2.5			

Fuente: Garuda International, Inc. 1999.

Cuadro 9. Contenido de algunos minerales en el gel de *Aloe*.

Minerales	(ppm)
Calcio	450
Fósforo	20.1
Sodio	84.4
Cobre	0.11
Fierro	1.18
Magnesio	60.8
Potasio	747

Fuente: Garuda International, Inc. 1999.

3.9. Otros usos dados a la sábila *A. barbadensis*

En el área agronómica, el jugo de la sábila ha sido usado experimentalmente como repelente e insecticida contra larvas presentes en plantas tuberosas, obteniéndose muy buenos resultados. De igual manera se ha reportado la experimentación para el control de enfermedades virales en papa, presentándose una acción inhibitoria media en comparación con otros jugos vegetales (Alvidrez, 1994 citado por Santos, 1995).

En los Estados Unidos y otros países como Japón y Bélgica, se han efectuado análisis y estudios basados en pruebas desarrolladas por Universidades y Centros Biomédicos, que se han encargado de establecer las propiedades de la sábila como fuente curativa (INMEXSA- Industrializadota Mexicana de Sábila, S. A. de C. V., 2001).

3.10. Oferta

La sábila es un producto que se puede ofertar como hoja, en forma de jugo o gel, gel concentrado, en polvo o como producto final. Al igual que la demanda, la oferta de sábila en sus distintas presentaciones se ha incrementado notablemente en los últimos años como una reacción natural.

IV. PRACTICAS AGRICOLAS EN EL MANEJO DE LA SÁBILA (*A. barbadensis*)

4.1. Efecto de la materia orgánica en el suelo y su importancia en las plantas.

El estiércol es un abono de baja concentración de nutrientes y un mejorador de suelos. Su uso en la agricultura data de varios siglos atrás, era utilizado como única forma de incrementar la fertilidad del suelo. Sin embargo, la introducción de fertilizantes minerales frenó el interés para usar los estiércoles; de tal manera que en las ultimas décadas, poca tecnología se ha generado para utilizar apropiadamente este valiosos desecho de la ganadería y las avicultura (Castellanos, 1984).

Posiblemente el mayor impacto de los nutrientes que el estiércol proporciona al suelo, es el efecto que produce sobre las propiedades físicas del mismo. La materia orgánica reduce la densidad aparente del suelo al ocupar volumen de baja densidad y aumentar la proporción de poros medianos y promover la formación de agregados (Castellanos, 1984).

Martín (1971) y Lynch (1982), afirmaron que el contenido de materia orgánica del suelo incide sobre la estabilidad estructural debido a la producción de polisacáridos, microbianos y micelio de hongos. La materia orgánica también incrementa la capacidad de retención de humedad del suelo, debido al aumento de la porosidad y a la materia orgánica misma (Salter y Haworth, 1961).

Castellanos *et al*; (1984), evaluaron el efecto de diferentes dosis, así como la profundidad de incorporación de estiércol sobre varias características físicas y químicas del suelo, obteniendo un mejoramiento de las propiedades físicas, al aplicar estiércol y aumentando la eficiencia de utilización del agua en un 26 % mediante la dosis de 120 ton ha⁻¹.

Palacios (1983), estudio la interacción de fertilizante mineral y estiércol en asociación maíz – frijol, el reportó que los rendimientos más altos en grano y rastrojo de maíz se obtuvieron cuando se aplicaron en forma combinada el fertilizante químico y orgánico, siendo ligeramente mas elevados los rendimientos cuando se aplicaron 8 toneladas de estiércol. Sin embargo, no se pudo observar un efecto significativo de la interacción fertilizante inorgánico y orgánico.

La cantidad de nutrientes que aporta el estiércol y que puede ser aprovechado por la planta, se ve afectada por varios factores, entre los mas importantes: especie animal, edad animal, alimento del animal, naturaleza de la cama utilizada, manejo y almacenamiento (Larid y Núñez , 1963; Thamane y Motiramani, 1978; Baeyens, 1970, Guanos, 1977).

Nitrógeno: Normalmente más del 95 % del contenido de nitrógeno en el estiércol se encuentra en forma orgánica en el momento de su aplicación. Una vez que encuentra condiciones favorables de humedad en el suelo, continúa su proceso de mineralización.

Fósforo: En términos generales, se tiene que el 80 % del fósforo ($P_2 O_5$). Una dosis de 20 ton de estiércol de bovino en base seca contiene en promedio 234 kg de $P_2 O_5$, y 5 ton de gallinaza equivalen a 272 kg $P_2 O_5$. Normalmente con estas dosis el fósforo aplicado excede los requerimientos del cultivo y rara vez causa toxicidad. Cerca del 70 % del fósforo en el estiércol se encuentra en forma mineral.

Elementos menores: En suelos calcáreos la aplicación de estiércol ha reducido el problema de deficiencias de fierro y zinc. Esto se debe a que la materia orgánica favorece la formación de quelatos de Fe y Zn que son asimilables por la raíz (Castellanos, 1984).

El abonado puede hacerse aplicando estiércol de animal seco en una proporción de 2-3 kg planta⁻¹, enterrándose a un lado de ésta, sin que entre en contacto con las raíces. El abonado comúnmente se divide aplicando la mitad al momento de la plantación y la otra mitad restante durante la temporada de lluvias. El estiércol es un abonado de baja concentración y un mejorador de suelos, en las plantaciones de sábila (CONAZA, 1994).

De acuerdo con Cruz (1997), el grosor de las hojas y el porcentaje de hojas muertas es mayor con el uso de abono, a dosis de 60 y 120 ton ha⁻¹, también señala que hay un incremento en la salinidad del suelo, lo que repercute en forma negativa hacia el cultivo.

Fertilización: Algunos productores como los del Valle de Río Grande en Texas no fertilizan sus plantaciones, pero algunos de ellos han aplicado dosis variables de urea observando una respuesta favorable para este tratamiento, aumentando la longitud, el grosor y el peso de la hoja. Todas estas experiencias corresponden a la opinión de los productores, desconociéndose a la fecha la realización de una investigación formal para determinar el efecto de esta variable sobre el rendimiento (Álvarez, 1980, citado por Santos, 1995).

4.2. Estudios realizados en relación a la materia orgánica en otros cultivos

En el Valle de México, las aplicaciones de 100 toneladas de estiércol por hectárea cada 3 o 4 años logró incrementar ligeramente al 1 % la materia orgánica y nitrógeno del suelo y aplicaciones de 30 toneladas por hectárea cada 3 ó 4 años apenas logró mantener constante el porcentaje de materia orgánica y nitrógeno del suelo mientras que dosis menores a las anteriores sólo ayudaron a reducir la velocidad de descenso del porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno en el suelo.

Contenido de nutrientes en el suelo: Para mantener estable el contenido inicial de nutrientes en el suelo, es necesario mantener aplicaciones periódicas de estiércol, por lo menos cada tres años.

Propiedades físicas del suelo: El estiércol mejora la porosidad y el porcentaje de agregados del suelo, lo que se traduce en una mejor aireación y estructura especialmente en suelos pesados de mala estructura. Las aplicaciones también aumentan el porcentaje de humedad aprovechable del suelo.

Efecto sobre la erosión: Las aplicaciones de estiércol reducen la intensidad de la erosión mediante: 1).- aumento de la permeabilidad del suelo, lo que reduce el escurrimiento superficial; 2).- incremento en el desarrollo de la cubierta vegetal, que amortigua el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo y reduce también la velocidad de escurrimiento. (Laird, 1963, Citado por Delgado, N. V. H., 1988).

García (1982) menciona que debe aplicarse de 50 a 100 toneladas por hectárea de estiércol, mezclándose muy bien con los 25 cm superiores de suelo. Esto puede complementarse con la aplicación de la fórmula 120-100-00 por hectárea, dividido en dos aplicaciones a principios y a fines de la época de lluvias.

Ortiz (1990), menciona que la aplicación de estiércol es una práctica muy antigua. Este producto contiene en promedio 4.5 kg de N, 2.5 kg de $P_2 O_5$ y 4.5 kg de $K_2 O$ ton^{-1} . Una estercoladura de 25 $ton ha^{-1}$ incorporada al suelo proporciona 112 kg de N, 62 kg de $P_2 O_5$ y 112 kg de $K_2 O$, cantidades suficientes para un cultivo común, excepto en lo que se refiere al P, que es necesario reforzar. La cantidad de estiércol por aplicar depende también de la planta. A veces se necesitan esparcidos frecuentes, pero en dosis menores para aumentar la cohesión.

4.3. Aplicación de materia orgánica

4.3.1. Papel de la materia orgánica en el suelo y su importancia en la planta La materia orgánica tiene funciones muy importantes en el suelo y en general, en el desarrollo de una agricultura acorde con las necesidades de preservar el medio ambiente y a la vez, más productiva. Para ello es necesario partir del conocimiento de los procesos que tienen lugar en el suelo (ciclos de nutrientes) y de la actividad biológica del mismo, con el fin de establecer un control de la nutrición, del riego y del lavado de elementos potencialmente contaminantes. A modo indicativo, se citan a continuación los efectos de la materia orgánica sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo:

Características físicas: La materia orgánica disminuye la densidad aparente del suelo (por tener una menor densidad que la materia mineral), contribuye a la estabilidad de los agregados, mejora la tasa de infiltración y la capacidad de retención de agua. Existen numerosos estudios sobre la mejora de estas características tras el aporte de materia orgánica, aunque no queda bien claro qué estadio de la materia orgánica favorece qué proceso.

La materia orgánica tiene también efectos importantes sobre la temperatura del suelo. La materia orgánica tiene una conductividad térmica más baja que la materia mineral, mientras que las diferencias en la capacidad calorífica son

bajas porque dependen del contenido de humedad. Al tener una conductividad térmica baja, la materia orgánica mantiene las temperaturas constantes en el tiempo, reduciéndose las oscilaciones térmicas. Al tener un color más oscuro que el suelo mineral disminuye la radiación reflejada, calentándose más. (Infojadin @¹, 2004).

Características químicas: La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de micronutrientes (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) para las plantas así como en la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres. Muchos metales que precipitarían en suelos en condiciones normales, se encuentran mantenidos en la solución del suelo en forma quelatada. Es probable que estos micronutrientes sean transportados hacia las raíces de las plantas en forma de quelatos complejos solubles.

La materia orgánica mejora la nutrición de las plantas fertilizadas con fósforo, lo que es posible a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre los fosfatos. Es posible que la formación de complejos arcillo-húmicos o la quelatación contribuyan a solubilizar los fosfatos inorgánicos insolubles. Parece que las sustancias húmicas aumentan la liberación de potasio fijado a las arcillas (Terralia @², Octubre, 2003).

De acuerdo a la información de PMA, U.S. ORGANIC PRODUCE INDUSTRY DE 1998:

- 1.- El 60% de la población americana está interesada en comprar productos orgánicos.
- 2.- El 80% de los consumidores de productos orgánicos los compran en los supermercados convencionales
- 3.- Los productos orgánicos se venden en un 50% adicional del valor del mismo producto en el supermercado.
- 4.- Los consumidores prefieren consumir tres veces más las hortalizas orgánicas que las frutas orgánicas.
- 5.- En 1977 de los 2.1 millones de agricultores solamente 11,000 son orgánicos (0.52%).
- 6.- El 10% de la población americana es considerada como consumidores de productos orgánicos, la cual aumentaría hasta un 22% si los precios fueran más bajos.

La venta de productos orgánicos en tiendas naturistas o de la salud fue de 89 millones de dólares en 1997 (Ruiz, 1999).

4.4. Riego

Cuando se emplea el riego, se obtienen resultados en la calidad de la materia prima y durante todo el año, así como un menor contenido de acíbar (sustancia amarillenta de sabor amargo), lo que es mejor y más conveniente para la industria.

Los riegos dependen de la zona donde se establezca la plantación; el primer riego debe aplicarse poco después de la plantación, cuando empieza anotarse el crecimiento de las plantas por la coloración que toman en los extremos de las hojas, la primera lámina de riego a aplicar es de 5 cm. El rendimiento de plantaciones con riego varia dependiendo del grado de tecnificación y la densidad utilizada, habiéndose reportado rendimientos desde 20 hasta 180 ton/ha.

Los riegos posteriores se dan con una frecuencia de 3 o 4 semanas, procurando que se apliquen aproximadamente una o dos semanas antes de cada corte. Con los riegos antes de los cortes la planta adquirirá mayor turgencia, aumento de peso y un mayor rendimiento en jugo. La lámina de estos riegos es de 10 cm, aunque por condiciones específicas de suelo y clima de cada sitio puede variar la lámina y la frecuencia del riego (CONAZA, 1992).

El riego en sábila es una práctica que todavía no se generaliza, pero que indudablemente influye al acelerar el desarrollo de la planta y en la obtención de mayores rendimientos. La industria resulta beneficiada de la realización de los riegos, pues cuando se aplican estos se obtiene mayor materia prima y de mejor calidad durante todo el año, lo cual es conveniente para la industria (Rodríguez, 1992).

Algunas veces se recomienda que los riegos sean abundantes desde el inicio de la primavera hasta finales del verano, y en invierno se deben reducir, aunque se recomienda que se humedezca la tierra cada 15 a 20 días (CONAZA, 1994).

Cruz (1997), indica que con un frecuencia de riego de cada 15 días, con una lámina de riego de 10 cm (240 cm/año) el porcentaje de hojas vivas por planta así como el incremento de longitud de hojas es mayor cuando se riega cada 30 y/o 45 días con la misma lámina de riego durante todo el año.

4.5. Sistema y densidad de plantación (Surco o Cama)

Esta fase incluye actividades que van desde la adquisición del material vegetativo, su transportación, una segunda selección de vástagos o chupones, la apertura de cepas y la plantación (CONAZA, 1994).

En áreas de riego, la plantación se hace en seco, enterrando la planta hasta la base de las hojas inferiores, con una separación entre los surcos de 0.8 as 1.0

m. Las plantas se colocan en el surco, se entierran las raíces y se apisonan para fijar la planta al piso. La fecha óptima para plantar es de marzo a abril, para que la planta tenga un lapso de adaptación al suelo y pueda establecer raíces antes de la época calurosa, aunque también puede plantarse hasta agosto ya que puede enraizar antes de las primeras heladas, las cuales para el caso de la Laguna son a partir de la segunda semana de noviembre (CONAZA, 1994).

La distancia entre plantas deberá ser de 0.8 m para permitir las maniobras de la cosecha; cada 16 surcos se traza un camino de 2.5 m de ancho como corredor, para facilitar el manejo de la plantación. La densidad de esta plantación es de 10,000 a 12,500 plantas por hectárea (Santos, 1995).

Portilla, (1993), recomienda densidades de plantación de 10,000 plantas por hectárea. Si el establecimiento es bajo riego de bombeo todo el año; se recomienda plantar 12,500 plantas por hectárea si es bajo condiciones de riego con agua de río y; 14,500 o más si es bajo condiciones de temporal. En ambas condiciones se hace la plantación a una profundidad de 15 a 20 cm.

Para la Comarca Lagunera se recomienda una densidad de plantación de 10,000 plantas por hectárea, con una distancia de 1 m entre plantas y de 1 m entre surcos, pudiéndose dejar un espacio de 3 m entre surcos cada 18 surcos, para el uso del carro colector (CONAZA, 1994).

Rodríguez (1992), menciona que cuando la sábila se va a establecer como cultivo único se recomienda el diseño de 75 cm entre hileras y plantas, a doble hilera, y 125 cm de calle, con el cual se pueden obtener densidades cercanas a 600 plantas por mecate (15,000 por hectárea). También es común el trazo de 100 cm entre hileras y plantas, con el que se obtienen densidades de 10,000 plantas por hectárea.

V. MATERIALES Y METODOS

5.1. Localización Geográfica

Este trabajo se llevó acabo en una plantación establecida en el campo experimental de la Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas de la Universidad Autónoma Chapingo (URUZA-UACH), en Bermejillo, Dgo. Sus coordenadas geográficas son $23^{\circ} 54'$ latitud Norte y $103^{\circ} 37'$ de longitud Oeste, con una altitud de 1130 m.s.n.m. Figura 1.

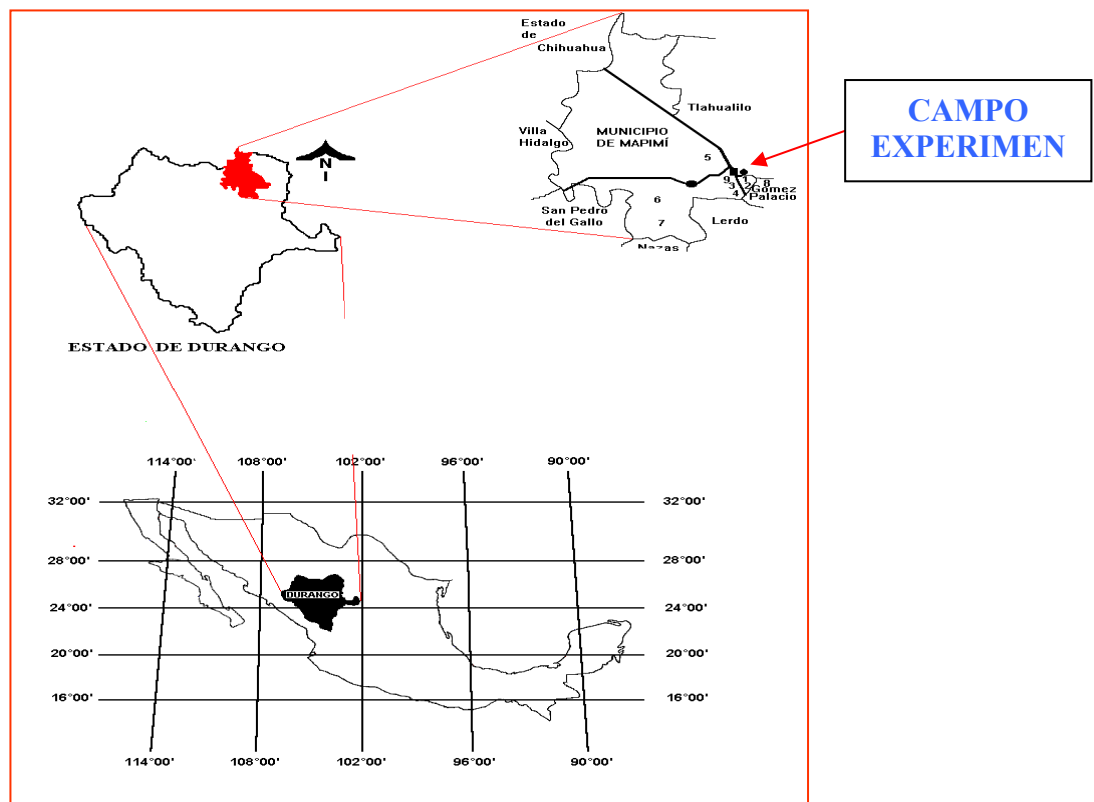


Figura 1.- Croquis localización del lote experimental.

5.2. Clima

Esta región tiene el clima BW h W" (e), muy seco con lluvias en verano, una precipitación media anual de 239 mm, un porcentaje de lluvias invernal menor al 5%, con una oscilación térmica que varía de 7 a 17 ° C de acuerdo a la modificación de García (1973) hecha a la clasificación climática de Köppen (1936).

5.3. Suelos

Los suelos son de naturaleza aluvial y predominan los xerosoles cálcicos y lúvicos, así como los yermosoles de los mismos tipos, los cuales son característicos de zonas áridas y semiáridas. La textura en los 30 cm superficiales es de mediana a fina; son suelos con más de 100 de profundidad que presentan horizontes A-ócrico y B-argílico bien definidos, con estructura moderadamente desarrollada en forma de bloques y bloques subangulares.

Presentan además buen drenaje interno, son ligeramente salinos con una conductividad eléctrica menor a los 2.0 milimhos por centímetro y un pH de 7.9. Su contenido de materia orgánica es de 0.8 % y su capacidad de intercambio catiónico total de 12.8 miliequivalentes por cada 100 gramos de suelo (Romo 1987, citado por Pedroza, 1995).

5.4. La preparación del terreno

Barbecho. Se realizó con un arado de discos reversible a una profundidad mayor a 20 cm, con el objetivo de eliminar malas hierbas, ayudar al control de insectos y favorecer la aireación del suelo.

Rastreo. Este se realizó con una rastra de discos de levante, posterior al barbecho, para mullir los terrones y tener la tierra más manejable.

Nivelación. Se llevó acabo con equipo láser, con el fin de asegurar un a buena distribución de riego.

Delimitación del área experimental. Esta se llevó acabo con tránsito y cinta, con el fin de tener las parcelas con las dimensiones correctas.

Preparación de camas y surcos. Se llevaron a cabo con la ayuda de una zanjeadora y una bordeadora, la distancia entre centro de camas y entre surcos fue de 1.0 m.

Trazo de riego. Se trazó un canal lateral en forma perpendicular al canal principal, para poder derivar el agua proveniente del pozo y guiarla por el lado poniente del área experimental, de donde se trazó una regadera central, la cual además de distribuir el agua a los diferentes tratamientos de frecuencia de riego

(15, 30 y 45 días), también sirvió para dividir los bloques en dos parcelas grandes en sistemas de plantación en surco y cama.

5.5.- Diseño experimental

El diseño experimental usado fue el de bloques al azar con tres repeticiones en un arreglo de parcelas subdivididas (Steal y Torrie, 1985). Las parcelas grandes corresponden al sistema de plantación (surco y cama); las parcelas medianas corresponden a las frecuencias de riego (15, 30 y 45 días); las parcelas chicas a las dosis de estiércol bovino (0, 60 y 120 ton/ha). Teniéndose un total de 18 tratamientos por repetición producto del factorial 2x3x3. Figura 2.



CANAL DE RIEGO PRINCIPAL

R E L G A D E R A L	2133	2122	2113	1223	1232	1211	3121	3112	3131
	2132	2123	2111	1221	1233	1212	3123	3111	3133
	3121	2121	2112	1222	1231	1213	3122	3113	3132

REGADERA CENTRAL

2222	2213	2232	1113	1131	1122	3231	3212	3222
2223	2211	2231	1111	1132	1123	3232	3213	3221
2221	2212	2233	1112	1133	1121	3233	3211	3223

Primer dígito= Bloques(1, 2, 3).

Segundo dígito= Sistema de plantación (1= surco, 2= cama).

Tercer dígito= Frecuencia de riego (1= 15 días, 2= 30 días, 3= 45 días).

Cuarto dígito= Dosis de abono bovino (1= testigo, 2= 60 ton/ha, 3= 120 ton/ha).

Figura 2. Croquis de ubicación de tratamientos de sábila (*A. barbadensis*) en el área experimental de la URUZA –UACH, BERMEJILLO, DGO, 2004.

5.6. Unidad experimental

La unidad experimental constó de 6 surcos de 10 metros de longitud cada uno y una distancia de 1 metro entre surcos o camas. Los cuatro surcos medios correspondieron a la parcela útil, en la cual se seleccionaron al azar 6 plantas en competencia completa, es decir, una planta en cada uno de los cuatro surcos.

5.7. Plantación

Para la plantación de la sábila fue necesario marcar con cal la distancia entre plantas con el fin de tener un buen control respecto a la densidad de población de 10 000 plantas por hectárea, que de acuerdo a Portilla (1993) es la más adecuada.

5.8. Riego

Inmediatamente después de la plantación se realizó un riego pesado. Posteriormente en abril, mayo y junio se aplicó un riego mensual para ayudar al prendimiento de los hijuelos. A partir del día 7 de julio de 1996 los riegos se realizaron de acuerdo a las tres diferentes frecuencias de riegos evaluadas (cada 15, 30 y 45 días). En cada riego se aplicó una lámina aproximada de 10 cm.

5.9. Aplicación de estiércol

Se utilizó estiércol pulverizado y seco de bovino, el cual se distribuyó manualmente con ayuda de pala, y se incorporó con un paso ligero de rastra, la operación se realizó del 8 al 15 de febrero de 1997, aproximadamente un mes antes de establecer la plantación. Las dosis aplicadas fueron 0, 60 y 120 ton/ha.

5.10. Deshierbes

Se realizaron de manera manual con ayuda de azadón, procurando tener siempre libre de malezas al cultivo. La maleza más común fue el quelite (*Amaranthus* sp.) y en menor proporción algunos zacates anuales. Además se auxilió del apoyo de pasos de cultivadora de tracción animal en las primeras etapas del cultivo. La maleza fue un problema en el sentido de que fue necesario realizar deshierbes mensualmente.

5.11. Plagas y enfermedades

No se presentaron problemas por la presencia de alguna plaga o en todo caso el daño de las pencas fue inapreciable. El único problema fitosanitario que se presentó fue una enfermedad que se caracterizó por una pudrición del cogollo de la planta de sábila (*Erewinia chrysanthemi* Burkholder et al).

5.12. Variables

Durante la evaluación se programaron cuatro muestreos: el 11 de diciembre de 2003, el 02 de abril de 2004, el 06 julio de 2004, y el 15 de octubre de 2004; donde en cada lote experimental se seleccionaron 6 plantas de las cuales se cortó una hoja por planta, en las cuatro fechas de muestreo en diferente época del año, las hojas obtenidas del muestreo fueron procesadas en el laboratorio para hacer las siguientes determinaciones:

Variables de la evaluación física:

- 1.- Contenido de agua.
- 2.- pH.
- 3,. Contenido de sólidos totales. (%).
- 4,. Contenido de sólidos solubles. (%).
- 5.- Contenido de sólidos precipitables en metanol (%).
- 6.- Grados Brix.

Metodología usada para la evaluación física.

Las técnicas para la realización de los análisis, fisicoquímicos están basados principalmente en las reportadas por Wang y Strong (1995).

1. Preparación de la muestra:

Las hojas recolectadas primeramente se pesaron y se midieron, posteriormente se lavaron con un cepillo, agua y jabón. Se cortaron los extremos, así como los

bordes laterales que tienen espinas. La longitud de la hoja (Lh) se tomó desde la base de la hoja hasta la punta, haciéndose uso de la cinta métrica y la lectura se expresó en cm.

Por la parte interna de la hoja se hizo una incisión con una espátula para levantar la corteza de la hoja, separando la pulpa de la parte inferior con cuidado para evitar la contaminación del gel con el acíbar. Al filete obtenido se le determinó su peso.

2. Homogenización de la muestra:

La pulpa de las dos hojas se colocó en un homogenizador común (licuadora) agregando aproximadamente 0.1 mg de celulasa 4000 con la finalidad de disminuir la viscosidad aparente del gel. Se registró el volumen total de muestra obtenido.

pH del gel. Se realizó utilizando las tiras reactivas de ph; se efectuó la lectura de la muestra inmediatamente después de ser homogenizada y se registró el pH.

Determinación de grados Brix del gel. Se calibró el refractrómetro a cero con agua destilada. Se tomó una muestra del gel con una pipeta y se colocó una gota en el refractómetro, el cual registró directamente la lectura en grados Brix.

Contenido de sólidos totales. En una caja petri previamente destarada, se colocaron 5 ml de muestra homogenizada y se pesaron con exactitud, se secó

en la estufa a 105 ° C durante 24 horas, se pesó y se determinó el peso seco.

Con estos valores se calculó el porcentaje de sólidos totales.

Sólidos solubles (SST). Para medir esta variable se usó el refractómetro de Abbe, para lo cual solamente se extrajo un poco de jugo del gel para hacer la lectura, en este caso se usó una gota (0.05 ml). Esta lectura se expresó en grados Brix

3. Filtración de la muestra.

La muestra homogenizada se filtró al vacío a través de papel filtro Whattman no. 4 o equivalente (tamaño de poro 20-25 μm). Luego se midió el volumen de filtrado obtenido.

Contenido de sólidos solubles: En una caja petri previamente destarada se colocó 5 ml de muestra filtrada y se peso con exactitud, se secó en la estufa a 105 °C durante 24 horas, se pesó y determinó el peso seco. Se calculo % de sólidos solubles

Sólidos precipitables en metanol: El tamaño de la muestra se determinó considerando los sólidos totales (ST):

- a). Cuando los ST fueron menores al 5 % se usó una alícuota de 100 ml.
- b). Cuando los ST estuvieron entre 5 y 10 % se usó una alícuota de 75 ml.
- c). Cuando los ST estuvieron entre 10 y 15 % se usó una alícuota de 50 ml.
- d). Cuando los ST fueron mayores al 15 % se usó una alícuota de 25 ml.

Se añadió cinco volúmenes de metanol al 99 % por cada alícuota. Luego se agitó durante 30 minutos a temperatura ambiente y se dejó reposar toda la noche. Se centrífugo y se lavó el precipitado tres veces con metanol. El precipitado obtenido se puso a secar en un tubo, previamente tarado, a una temperatura de 45-60 °C por 24 horas. Se pasó a un desecador hasta que alcanzó una temperatura ambiente. Finalmente se pesó en una balanza analítica para reportar en ppm.

Variables de la evaluación química:

Macro y micro elementos: Por Absorción Atómica (AA):

- 1.- Por espectrofotómetro de luz visible P, K, Mg, Ca, Na, Co, Mn, Fe, Zn, Bo.
- 2.- Determinación de Nitrógeno total.

En lo que respecta a la parte química de la evaluación del gel de sábila se hicieron las siguientes pruebas para determinar minerales por el método de colorimetría y elementos menores y mayores como Ca, Mg, Na, entre otros, por medio del espectrofotómetro de luz infrarroja. También se determinó Nitrógeno total al material vegetal. Estas pruebas fueron realizadas en el laboratorio de suelos del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera (CENID-RASPA) en Gómez Palacio, Dgo., donde facilitaron el equipo necesario para la realización de esta parte de la evaluación.

Determinación De Boro por el método de la Azometina-H.

Principio: El método empleó Azometina-H como reactivo para formar un complejo coloreado de ácido bórico en medio acuoso. La extracción del Boro se hizo con una solución de cloruro de Calcio 1.0 M ya que debido a la acción floculante del Calcio sobre los componentes de la muestra de suelo o vegetal no se presenta turbidez en los extractos.

Reactivos: Solución amortiguadora: disolver 250 g de acetato de amonio y 15 g de EDTA di sódica en 400 ml de agua destilada. Se añadió lentamente 125 ml de ácido acético glacial.

Azometina-H: Se disolvió 0.45 g de Azometina -H y 1 g de ácido ascórbico en un matraz aforado de 100 ml, se aforó el volumen. Esta solución guardada en el refrigerador puede durar hasta 15 días sin alterarse.

Solución estándar de Boro. Se disolvió 0.114 g de ácido bórico en agua destilada y aforar a 1 litro. (1 ppm). Series estándar de Boro. Tomar 10, 20, 30, 40 y 50 ml de la solución patrón en matraces aforados de 100 ml se llevó a volumen con agua destilada. Estas soluciones se mantuvieron a una concentración de 2, 4, 6, 8 y 10 mg L⁻¹ = ppm. Solución extractora de cloruro de calcio 1 M. Disolver 110 g de cloruro de calcio anhidro y aforar a 1 litro.

Material y equipo: Material común de laboratorio, fotocolorímetro, parrilla eléctrica.

Procedimiento: Se pesaron 15 gr de la muestra en un matraz Herlenmeyer de 125 ml y se agregó 30 ml de la solución extractora. Se puso en la parrilla eléctrica y se dejó hervir durante 5 minutos. El tiempo va a depender del sistema de la parrilla que se tenga disponible. Se filtró para obtener un extracto claro. Se tomó 1 ml del extracto en un tubo de ensaye. Se agregó 2 ml de la solución amortiguadora y 1 ml de la solución de Azometina – H. Se agitó y se dejó reposar aproximadamente 1 hora. Se hizo la lectura en el fotocolorímetro a 415 – 420 nm. Se hizo el mismo procedimiento para obtener la curva de calibración. Cuando las lecturas de las muestras se encuentran fuera del rango de la curva de calibración se hace una dilución.

CALCULOS: mg L^{-1} de la solución X el factor de la dilución.

mg Kg^{-1} B = Peso de la muestra (g)

DONDE: Factor de dilución = 4 X 30 :

4 = Relación de volumen donde se desarrollo color.

30 = ml de solución extractora.

Método para Macro y Micro elementos

Se pesó exactamente 5 g de muestra, se añadió 12 ml de ácido nítrico perclórico, se colocó en la parrilla a temperatura elevada para digerir la muestra, se obtuvo un liquido transparente aproximadamente de 2 a 3 ml y se dejó enfriar, se pasó la muestra obtenida a un matraz de 50 ml, se lavó perfectamente el matraz y se aforó con agua destilada, se filtró la muestra en el

matraz inicial, se procedió a leer directo en el espectrofotómetro. La lectura indico el porcentaje de los diferentes elementos que contiene la muestra de sábila.

Metodología para determinar Nitrógeno Total

Se pesaron exactamente 5 g de muestra, se agregaron 5 ml de ácido sulfúrico y se puso en la parrilla para iniciar la digestión por un tiempo de 30 minutos, se agregaron 7 ml de peróxido de hidrógeno y se volvió a poner en la parrilla por 30 minutos, se dejaron enfriar las muestras y se lavaron los matraces con agua destilada al pasar la muestra al matraz de 500 ml para destilar.

DESTILACIÓN: en un matraz de 500 ml ya con la muestra, se añadió 25 ml de ácido bórico, se agregaron 2 gotas de rojo de Toshiro, en un matraz de 1 litro se aforó a 400 ml con agua destilada, se añadió 2 o 3 gotas de fenolftaleina, se agregó 25 ml de sosa 10 N, se tapó inmediatamente y se puso en la parrilla, se retiró hasta que se destiló una cantidad de 250 ml en el matraz receptor.

TITULACION: este procedimiento se hace con H_2SO_4 (Acido sulfúrico) y las lecturas del gasto de la muestra es el factor que se toma para integrarlo a la formula para determinar el porcentaje de nitrógeno total.

FORMULA PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE NITRÓGENO TOTAL
LECTURA DE LA MUESTRA – BLANCO * N * 0.014 * 100 / PESO DE MUESTRA

Donde: BLANCO = 0.58

N = 0.0096

Ejemplo: $2.92 - 0.58 * 0.0096 * 0.014 * 100 / 4.9917 = \mathbf{0.0063}$

Determinación de Fósforo por el método de colorimetría

Se tomo 5 ml de la muestra filtrada y se introdujo en un tubo de ensayo, se añadió 5 ml de la solución mixta y se agito, se dejo reposar por 15 a 20 minutos y se procedió a la lectura de onda a 490 nm.

El factor de dilución 1 = $50 ((\text{aforo}) / 5 \text{ g (muestra)}) = 100$

El factor de dilución 2 = $10 / 5 = 2$

Entonces: $100/2 = 200 \% / 10,000 = \text{ppm (partes por millón)}$.

Determinación de carbohidratos (Azúcares)

Determinación Cuantitativa de carbohidratos por el método de la antrona

La reacción de la antrona constituye la base de un método rápido y conveniente para la determinación de hexosas, aldopentosas y ácidos hexurónicos, bien sea que estén libres o formando parte de los polisacáridos. La solución azul verdosa muestra una absorción máxima de 620 nm, aunque algunos carbohidratos pueden dar otros colores. Esta reacción no es adecuada si en la muestra también se hallan presentes proteínas que contengan grandes cantidades de triptofano, puesto que en este caso se obtiene una coloración roja. La extinción depende del compuesto investigado, pero es constante para una molécula dada.

Materiales: Reactivo de antrona (2 g / l en H_2SO_4 concentrado), glucosa (0.1 g / l), glicógeno (0.1 g / l), otros carbohidratos con la misma concentración si se requiere.

Metodología: A 1 ml de una solución de carbohidratos agregar 4 ml del reactivo de antrona libre de proteína y mezclar rápidamente. (*Precaución: Ácido fuerte*). Colocar los tubos en un baño de agua hirviendo durante 10 minutos tapándolos con una bola de vidrio para prevenir pérdidas de agua por evaporación. Enfriar y leer a 620 nm contra un blanco (*Testigo*).

Se prepararon las curvas patrones para las soluciones de glucosa y glicógeno y se compararon entre si. La glucosa se encuentra en el glicógeno como glicosido ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$) y su peso mol es de 162 y no 180.

Metodología para la curva de calibración:

Preparación de la solución: se prepara una solución con 0.1 g de Glucosa en 500 ml de agua destilada, se hacen las diluciones: en el primer tubo se ponen 1 ml de agua destilada y 1 ml de la solución preparada con glucosa, en el segundo tubo de ensaye se pone 1 ml de agua destilada mas 1 ml de solución del primer tubo, así sucesivamente hasta llegar al ultimo tubo, se prepara un testigo solo con agua destilada y antrona, a cada tubo se le agregan 4 ml de antrona. Figura 3.

Preparación del Ácido de Antrona en 100 ml de H_2SO_4 concentrado y se le agrega 0.2 g de ANTRONA, se colocan los tubos a baño María por 10 minutos perfectamente bien tapados; se dejan enfriar y se leen en el Colorímetro a 620 nm.

Cuadro 10. Datos para la curva de calibración de carbohidratos de gel de sábila *A. barbadensis* Miller.

Tubo	Transmitancia	Absorbancia	Concentración	
			g / lto	mg / lto
A	10	0.90	0.2	200
B	20.5	0.60	0.1	100
C	49	0.31	0.05	50
D	66	0.18	0.025	25
E	76	0.12	0.0125	12.5
F	82	0.059	0.00625	6.25
G	88	0.051	0.00312	3.12
H	97	0.01	0.00039	0.39
I	100	0.0		

NOTA: La primera muestra es la de mayor concentración.

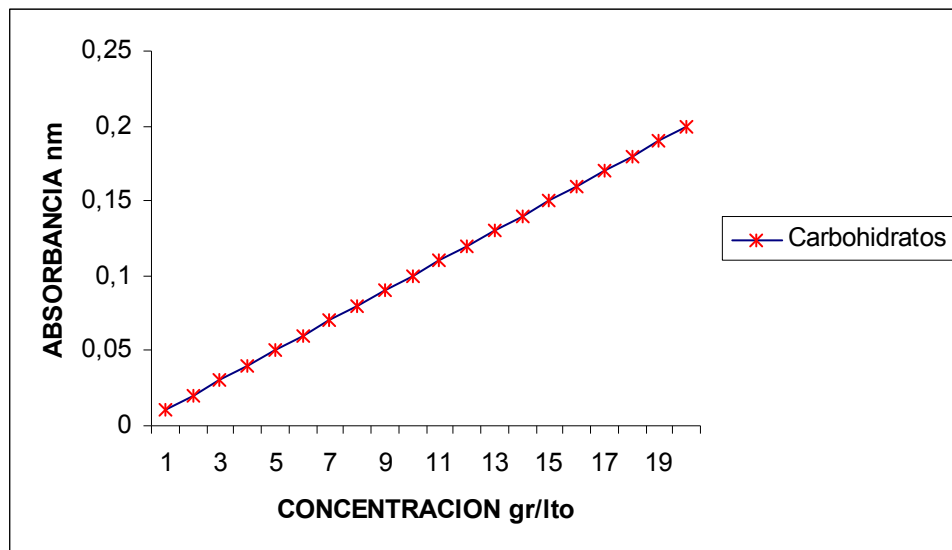


Figura 3. Curva de calibración de carbohidratos de gel de sábila *A. barbadensis*.

Variables de crecimiento

- 1.- Longitud de la hoja en cm.
- 2.- Peso de la hoja en gr.
- 3.- Peso total de gel en gr.
- 4.- Volumen total del gel ml.

5.13- Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS Versión 9.0 (Institute Inc,. Cary NC, USA, 2002),

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Variables físicas del gel de sábila

6.1.1. pH

De acuerdo al análisis varianza general entre las prácticas de manejo cuando el factor de sistema de plantación fue en cama o en surco, la frecuencia de riego (15, 30, 45 días) y materia orgánica (0, 60, 120 ton/ha) por sí solos no produjeron ningún efecto en la variación del pH, tampoco se encontró diferencia significativa en el análisis por fecha de muestreo realizadas ($P > 0.05$), aunque esta variable se incrementó en la última fecha de muestreo realizada el 15 de octubre de 2004 en el bloque donde se regó cada 15 días, esto indica que el porcentaje de contenido de agua del gel de la sábila propiciado por riegos frecuentes afecta directamente al pH del gel, ya que en las primeras dos fechas se mantuvo alrededor de 4.5 de pH y en la última fecha se incrementa a 5.8 de pH como valor máximo (Cuadro 11).

Cuadro 11.- Efecto diferentes sistemas de plantación en el pH del gel de la sábila (*A. barbadensis* Miller) en Bermejillo, Dgo. 2004.

Sistema de plantación	11-Dic.-2003	02 –Abr.-2004	06-Jul.-2004	15-Oct.-2004
cama	4.22 a	4.14 a	4.96 a	5.85 a
surco	4.37 a	4.29 a	4.96 a	5.74 a

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

Ya que los valores reportados para esta variable se mantuvieron dentro de los rangos de calidad que establecen según el Consejo Internacional de la Ciencia de Aloe (IASC por sus siglas en inglés), la cual tiene su sede en Estados Unidos de Norteamérica, es la dependencia oficial para certificar la calidad de los todos los productos manufacturados que se obtienen de la planta a través de pruebas de evaluación permanente, donde marca como mínimo que el pH sea de 4.0 a 4.3 y los valores encontrados en la evaluación del gel fueron de 4.5 en las primeras fecha de muestreo realizadas en diciembre de 2003 a julio de 2004 y de 5.8 en la ultima fecha de muestreo que se hizo en octubre de 2004, manteniéndose dentro de los rango de calidad establecidos ya que el incremento del pH en la ultima fecha de muestreo fue por causas que en esta época se presentaron en la región lluvias constante aunado a los riegos frecuentes dados al lote experimental.

6.1.2. Contenido de agua

En relación al contenido de agua en el gel de sábila no se encontró diferencia estadísticamente significativa; ya que en las cuatro fechas de muestreo analizadas se encontraron dentro del mismo rango; la fecha que propició menor porcentaje de contenido de agua en el gel fue la tercer fecha de muestreo del sistema de plantación en cama, que fue el 6 de julio de 2004 (Cuadro 12) y el que mayor porcentaje de agua presentó fue en la segunda fecha de muestreo con un 97.55 % correspondiente al 2 de abril del mismo año.

Cuadro 12.- Efecto de diferentes sistemas de siembra porcentaje de contenido de agua del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en. Bermejillo, Dgo. 2004.

Sistema de plantación	11-Dic:-2003	02 –Abr.- 2004	06-Jul.-2004	15-Oct.-2004
cama	96.48 a	97.14 a	96.40 a	95.77 a
surco	97.48 a	97.55 a	96.77 a	97.29 a

Prueba de Tukey ($P = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

Los resultados anteriores indican que el gel de la hoja de *A. barbadensis* contiene en su composición un grado de contenido de agua muy alto, esto es que las hojas tienen poca materia seca.

6.1.3. Sólidos precipitables en metanol

Para esta variable física los resultados analizados no mostraron diferencias estadísticamente significativas en las cuatro fechas de muestreo analizadas, aunque en la segunda fecha de muestreo hubo un aumento en el porcentaje de sólidos precipitables en metanol ya que en la fechas restantes la menor fue de 2.03 % en la última fecha realizada el 15 de octubre de 2004, hasta 2.69 % en la tercer fecha realizada el 6 de julio de 2004 y aunque como ya se mencionó estadísticamente no hay diferencia, los valores arrojados por la evaluación contrastan en esta fecha que son de 4.49 % en sistema de plantación en cama y 4.13 % en sistema de plantación en surco. El análisis estadístico marco diferencia sólo en la tercer fecha de muestreo donde se disminuyó la concentración de sólidos precipitables en metanol en comparación con las

demás fechas de muestreo, ya que los valores registrados con la frecuencia de riego cada 30 días es claramente diferente de las otras dos frecuencias de riego (Cuadro 13). Esta tendencia se muestra en la Figura 4.

Cuadro 13.- Efecto frecuencia de riego en el porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (*A. barbadensis*). Bermejillo, Dgo. 2004.

Frecuencia de Riego	11-Dic.-2003	02 –Abr.-2004	06-Jul.-2004	15-Oct.-2004
15 días	2.59 a	4.50 a	2.50 ab	2.77 a
30 días	2.64 a	4.25 a	1.91 b	1.56 a
45 días	2.64 a	4.19 a	3.08 a	2.56 a

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

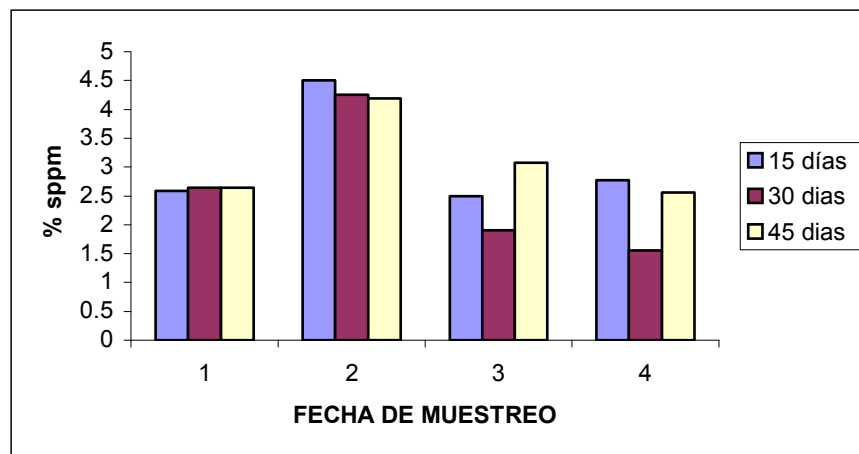


Figura 4. Comportamiento del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes frecuencias de riego. Bermejillo, Dgo. 2004.

Se menciona que el gel de *A. barbadensis* contiene mono y polisacáridos entre 50 y 60% de sólidos solubles, aunque las concentraciones específicas aún no han sido determinadas con exactitud (Garuda, 1999), en los Cuadros 8 y 9 se indican algunos de los compuestos principales, los sólidos solubles totales, son importantes desde el punto de vista organoléptico, ya que proporciona la dulzura de los productos que contengan *Aloe*. En este caso se observó que en la parte basal de la hoja donde se realizó el corte, secretan jugo o acíbar amarillo que a los pocos minutos de estar en contacto con el aire se torna de color violeta intenso, lo que puede suponerse que influye ese líquido en el contenido de sólidos solubles totales, esto podría influir sobre todo en la elaboración de jugos a base de *Aloe* estos datos tienen relación con lo mencionado por Waller, et al., (1978) de acuerdo a los diferentes tipos de azúcares encontrados en la hoja de *Aloe*.

Duran (2000), menciona que existe una correlación significativa pero negativa entre los sólidos solubles totales y las variables longitud, grosor basal y peso de hoja. Esto se relaciona con el efecto de dilución, en este caso al tener mayores dimensiones en la hoja la tendencia es a que la concentración de sólidos solubles totales se verá disminuida.

6.1.4. Sólidos solubles

En la variable del porcentaje de contenido de sólidos solubles del gel en los resultados que se obtuvieron se puede ver claro que aunque en las tres primeras fechas de muestreo no hay una diferencia estadística, hay una tendencia de que en el sistema de plantación en cama hay mayor porcentaje de concentración de sólidos solubles en el gel de sábila ya que en la cuarta fecha se obtuvieron valores de 4.22 % en cama contra un 2.73 % en surco (Cuadro 14).

Cuadro 14.- Efecto de diferentes sistemas de plantación en el porcentaje de sólidos solubles de la sábila (*A. barbadensis* Miller) en. Bermejillo, Dgo. 2004.

Sistema de plantación	11-Dic.-2003	02 –Abr.-2004	06-Jul.-2004	15-Oct.-2004
Cama	3.44 a	2.85 a	3.59 a	4.22 a
Surco	2.51 a	2.44 a	3.22 a	2.73 a

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

De acuerdo al ANOVA general, no se encontró efecto por factores de variación separados, excepto para la frecuencia de riego. Y si en cambio, hay efecto de interacción en las dobles y triple interacción, para la mayoría de las variables físicas del gel (Cuadro 15).

Cuadro 15.- Concentración de datos obtenidos del ANOVA.

FACTOR/VARIABLE	pH	Contenido de agua	Sólidos precipitables en metanol	Sólidos solubles
BLOQUE	NS	NS	NS	NS
SP	NS	NS	NS	*
BLOQUE*SP	NS	NS	*	*
FR	*	*	*	*
SP*FR	NS	*	NS	NS
BLOQUE*FR(SP)	NS	NS	*	NS
MO	NS	NS	NS	NS
SP*MO	*	*	NS	*
FR*MO	NS	NS	NS	NS
SP*FR*MO	NS	*	*	*

NS = No Significancia

* = Significancia al 0.05 de probabilidad.

Finalmente, en un ANOVA general promediando las 4 fechas de muestreo, no se encontró ningún efecto ni por factor de variación, ni la interacción entre éstos.

Análisis de bloques en parcelas divididas en el tiempo

Otro de los análisis realizados a los datos obtenidos de la evaluación fue la prueba de bloques parcelas divididas en el tiempo, esto se hace con el fin de comparar las medias por tratamiento para tratar de encontrar alguna diferencia entre los tratamientos establecidos, ya que en los análisis anteriores no se encontró diferencia significativa. Se encontró que en las variables de pH y sólidos precipitables en metanol hubo diferencia significativa al hacer la comparación de los bloques en las distintas fechas de muestreo, esto es que el

pH aumento en la ultima fecha de muestreo del 15 de octubre de 2004 con un valor registrado de 5.7 contra 4.2 de las dos primeras fecha de muestreo. La variable de sólidos precipitables en metanol mostró una diferencia en la segunda fecha de muestreo del 2 de abril, ya que hubo mayor porcentaje de sólidos precipitables en metanol en comparación con las fechas restantes que se mantuvieron dentro de un rango estándar entre ellas (Cuadro 16).

Cuadro 16.- Análisis de bloques a través del tiempo de algunas variables físicas del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes fecha de muestreo. Bermejillo, Dgo. 2004.

Fecha de Muestreo	pH	Contenido de agua	Sólidos precipitables en metanol	Sólidos solubles
11-Dic.-2003	4.29 c	96.98 a	2.62 b	2.98 a
02-Abr.-2004	4.22 c	97.35 a	4.31 a	2.64 a
06-Jul.-2004	4.96 b	96.59 a	2.50 b	3.40 a
15-Oct.-2004	5.79 a	96.46 a	2.31 b	3.49 a

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

6.2. Variables químicas del gel de sábila

6.2.1. Micro elementos

Se tiene que en el análisis de microelementos por fecha, el 11 de septiembre destaca por la mayor concentración de Cobre; después hasta el 16 de julio con el incremento significativo de casi todos los microelementos (Fe, Mn, Zn y Bo) para, finalmente en el mes de Octubre solo quedar con alta concentración en Fe (Cuadro 17). Lo anterior es importante para programar las fechas más adecuadas de corte, con alto contenido nutrimental y que parecería ser el mes de julio.

Cuadro 17.- Concentración de datos del análisis de varianza general de las variables químicas de micro elementos del gel de la sábila (*A. barbadensis*). Bermejillo, Dgo. 2004.

Fecha de muestreo	Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Bo (ppm)
11-Dic.-2003	2,32 b	0.80 b	0.79 c	2,10 a	2,08 c
02-Abr.-2004	1,84 c	0.88 b	0.66 c	0.67 d	1,84 c
06-Jul.-2004	2,80 a	1,66 a	2,84 a	1,45 b	10,46 a
15-Oct.-2004	3,24 a	0.89 b	1,35 b	1,06 c	3,09 b

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

La materia orgánica tiene un papel importante en la mejora de la disponibilidad de micro nutriente (principalmente hierro, manganeso, zinc y cobre) para las plantas así como en la reducción de los efectos tóxicos de los cationes libres. Muchos metales que precipitarían en suelos en condiciones normales, se encuentran mantenidos en la solución del suelo en forma quelatada. Es

probable que estos micro nutrientes sean transportados hacia las raíces de las plantas en forma de quelatos complejos solubles.

6.2.2. Macro elementos

En un análisis de los macroelementos por fechas, destaca el mes de diciembre en la concentración de K y Ca, Abril en N y Octubre en Mg y Na (Cuadro 18), también para tomarse en cuenta con fines de fertilización y corte de hoja.

Cuadro 18.- Concentración de datos del análisis de varianza general de las variables químicas de macroelementos del gel de la sábila (*A. barbadensis*). Bermejillo, Dgo. 2004.

Fecha de muestreo	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	N (%)	Na (%)
11-Dic.2003	0.109 a	0.096 a	0.020 b	0.0030 b	0.053 b
02-Abr.-2004	0.044 c	0.039 c	0.008 c	0.005 a	0.030 c
06-Jul.2004	0.055 bc	0.051 b	0.013 c	0.004 b	0.029 c
15-Oct.2004	0.074 b	0.044 bc	0.038 a	0.004 b	0.059 a

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

El suministro de nitrógeno se relaciona con la utilización de los hidratos de carbono. Cuando las cantidades de nitrógeno son insuficientes, los hidratos de carbono se depositan en las células vegetativas causando un adelgazamiento de las mismas. Cuando el nitrógeno esta en cantidades adecuadas, las condiciones son favorables para el crecimiento, formándose proteínas a partir de los hidratos. Al depositarse menos hidratos de carbono en la parte vegetativa, se forma mas protoplasma y las consecuencia de que le

protoplasma este altamente hidratado es mayor la succulencia de las plantas (Tisdale, 1977),

La materia orgánica mejora la nutrición en fósforo, es posible que a través de favorecer el desarrollo de microorganismos que actúan sobre los fosfatos. Es posible que la formación de complejos arcillo-húmicos o la quelatación contribuyan a solubilizar los fosfatos inorgánicos insolubles. terralia@terralia.com.2003.

En la parte química solo hubo diferencia significativa en la fecha de muestreo 1 realizado el 11 de diciembre de 2003 en el tratamiento de sistema de plantación con en el sistema de plantación en cama ya que se incrementó la concentración de Ca, al igual que el Nitrogeno N y el Sodio Na.

6.3. Determinación de carbohidratos

6.3.1. Determinación cuantitativa de carbohidratos

En relación a la determinación cuantitativa se tiene que la concentración de carbohidratos en el gel de la sábila no es afectado por la diferentes prácticas de manejo, como las probadas en este estudio, ya que no se encontró diferencia significativa; solo se encontró diferencia en el tratamiento de diferentes frecuencias de riego cuando se regó cada 30 días se elevó la concentración de carbohidratos en la segunda fecha de muestreo del 2 de abril del 2004 y en la tercer fecha de muestreo del 6 de julio de 2004 (Cuadro 19).

Cuadro 19.- Efecto de la frecuencia de riego en el contenido de Carbohidratos del gel de sábila (*A. barbadensis*) en diferentes Frecuencias de Riego. Bermejillo, Dgo. 2004.

Frecuencias de Riego	Fecha 1	Fecha 2	Fecha 3	Fecha 4
1	0.21 a	0.30 a	0.27 a	0.22 a
2	0.26 a	0.38 ab	0.39 ab	0.21 a
3	0.28 a	0.45 a	0.44 a	0.27 a

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales. Fecha de muestreo: Fecha 1 = 11 de Diciembre de 2003, Fecha 2 = 02 de Abril de 2004, Fecha 3 = 6 de Julio de 2004, Fecha 4 = 15 de Octubre 2004.

En un análisis general por fechas, abril y julio fueron las dos fechas con los más altos contenidos de carbohidratos (Cuadro 20).

Cuadro 20. Porcentaje de contenido de carbohidratos en gel de sábila *A. barbadensis* en diferentes fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo, 2004.

FECHA DE MUESTREO	PORCENTAJE DE CARBOHIDRATOS
11 – DIC- 2003	0.25 b
02 – ABR- 2004	0.38 a
06 – JUL- 2004	0.37 a
15 –OCT- 2004	0.23 b

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

En la determinación de carbohidratos cualitativa se logró identificar la presencia de sacarosa y galactosa que son azúcares muy comunes en el gel de sábila, ya que diferentes autores lo reportan en estudios realizados en este cultivo por lo que es corroborado en esta investigación.

En relación a la determinación de carbohidratos cuantitativa y cualitativa se obtuvo la siguiente información en el análisis de comparación de medias de tratamientos: en la segunda fecha de muestreo que fue el 02 de abril de 2004 se encontró una diferencia significativa en la concentración de carbohidratos ya que en esta fecha se incrementó considerablemente en comparación con las demás fechas (Figura 5). Esta información podría ser la base para determinar fechas de corte en este cultivo ya que a mayor concentración de carbohidratos es mayor la cantidad de sólidos totales lo que se traduce en mayor calidad del gel según los estándares de calidad que marca el Consejo Internacional del Aloe. A continuación se dan los resultados encontrados en este análisis.

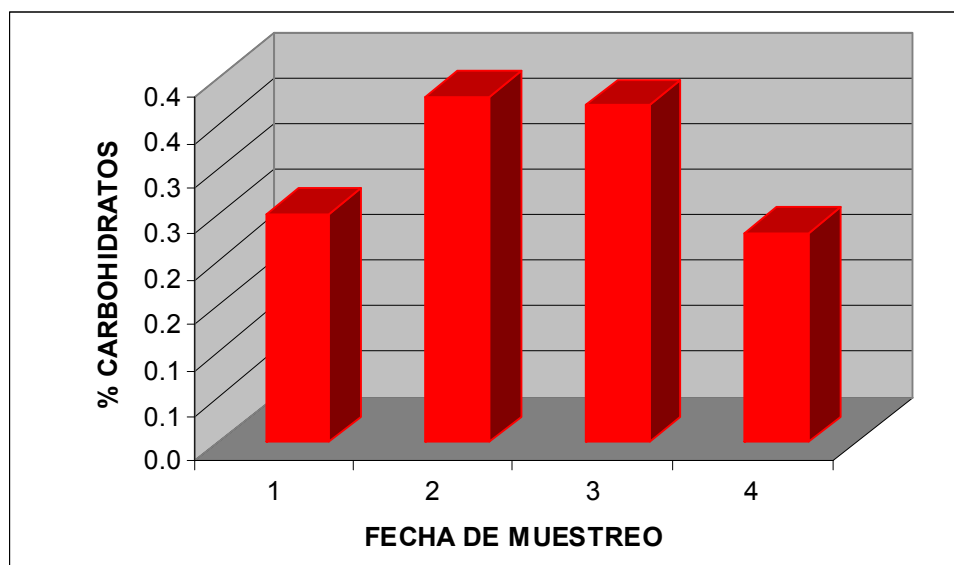


Figura 5- Comportamiento de la concentración de carbohidratos en las cuatro fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo., 2004.

6.4.2. Determinación cualitativa de carbohidratos

El efecto de diferentes prácticas agrícolas de manejo sobre el contenido de carbohidratos en el gel de sábila no fue significativo. En la determinación cualitativa de carbohidratos se encontró que el carbohidrato presente en el gel de sábila es glucosa que son los azúcares más comunes que se encuentran en la sábila.

En resumen tenemos que el 13 % del volumen de los sólidos del gel de *Aloe barbadensis* consiste en polisacáridos. Ciertas formas de procesamiento del gel de *Aloe* significan decrecimiento en el contenido de polisacáridos, aunque el procesamiento usual de *Aloe* eleva el nivel de polisacáridos como se mencionó anteriormente. Sin embargo cuando las hexosas son mayor del 20 % de sólidos totales, esta elevación se debe a polisacáridos extraños. (The International Aloe Science Council, Inc., 1996).

Otros investigadores reportan las siguientes sustancias: polisacáridos conteniendo glucosa, manosa, galactosa, xilosa, arabinosa, taninos, esteroides, ácidos glucorínicos, cítricos, succínico y málico; enzimas tales como: oxidasa, celulasa, catalasa, amilasa, etc. Se reportan también algunos azúcares, principalmente glucosa, proteína, así como estimuladores biogénicos, saponinas, magnesio, lactato y algunas vitaminas. Según reporte de investigadores japoneses, las aloctinas y lactinas están presentes y contienen propiedades anticancerígenas (Moroni, 1982).

6.5. Variables de crecimiento

En lo que respecta a las variables de crecimiento evaluadas con el ANOVA, se encontró que las prácticas de manejo probadas en este estudio no afectaron a las variables de crecimiento ya que los datos registrados de peso de la hoja, longitud de hoja, peso total del gel, volumen total del gel.

De acuerdo con lo reportado por Rodríguez (1992) las hojas deben tener un peso de 400 a 450 g esto es importante ya que se deben de tomar en cuenta para la conversión de hoja fresca a gel, dado que se reporta que el índice de conversión debe ser entre 40 a 50 % para que sea redituable su industrialización. Los datos registrados estuvieron dentro de un mismo rango ya que el de mayor peso registrado de hoja fue de 521.55 g en la primer fecha de muestreo y el menor de 332.33 g de la tercer fecha de muestreo

Las características físicas agronómicas es donde se debe enfocar un mayor manejo en relación al desarrollo de las hojas, esto esta muy ligado al volumen de las hojas ya que este es un indicador muy importante para el rendimiento de la planta (Hernández-Cruz *et al.*, 2002).

Con el objeto de identificar el efecto de las variables de crecimiento y desarrollo de la sábila a través del tiempo, se realizó un análisis de bloques en parcelas divididas en el tiempo (Cuadro 21).

Cuadro 21. Concentración de variables de crecimiento en gel de sábila *A. barbadensis* en diferentes fechas de muestreo. Bermejillo, Dgo, 2004.

FECHA DE MUESTREO	Peso de hoja	Longitud de hoja	Peso total de gel	Volumen total de gel
11 – DIC- 2003	427.03 b	52.28 c	911.70 a	963.82 a
02 – ABR- 2004	474.09 a	52.78 c	464.50 c	523.41 c
06 – JUL- 2004	388.98 c	55.98 b	718.69 b	776.50 b
15 –OCT- 2004	403.28 bc	58.81 a	749.39 b	800.06 b

Prueba de Tukey ($p = 0.05$), cifras con las mismas letras dentro de una misma columna, son estadísticamente iguales.

En el cuadro 25 se puede observar que al hacer el análisis por fechas comparando los resultados, se obtuvo un mayor peso de hojas en la primer fecha de muestreo realizada el 11 de diciembre de 2003 con un peso promedio de 427.03 g por hoja y en la fecha que menos peso se tuvo en las hojas fue en la tercer fecha de muestreo del 6 de julio de 2004 con un promedio de 388.98 g por hoja.

En lo que respecta a la longitud de hoja en la ultima fecha de muestreo del 15 de octubre de 2004 se tuvo el mayor promedio de longitud de hoja con 58.81 cm de longitud contra 52.28 cm de la primer fecha de muestreo, diferenciándose claramente las cuatro fechas.

Para la variable de peso total del gel se encontró que se obtuvo una mayor producción del gel por tratamiento en la primer fecha de muestreo con 911.70 g de gel contra 464.50 g de la tercer fecha de muestreo. Al igual con el volumen

total del gel obteniendo un 963.82 ml del gel en la primer fecha de muestreo y 523.41 ml en la segunda fecha de muestreo.

Ortiz (1990), menciona que para obtener altos rendimientos de cultivos, se requiere fertilizante que suministre los nutrientes que son limitantes en el suelo, principalmente el Nitrógeno. Al aplicar en dosis correctas los nutrimentos aportados por los fertilizantes, el cultivo se desarrolla mejor en todo lo relativo a ello, crece con mas rapidez y mas alto, y es que los fertilizantes aseguran un aprovechamiento mas eficaz de agua y de la tierra. Esto es importante cuando se trata de zonas en las cuales llueve poco o donde los cultivos tienen que realizarse por riego rodado o algún otro tipo de riego.

De acuerdo con Cruz (1997), el grosor de las hojas y el porcentaje de hojas muertas es mayor con el uso de abono, a dosis de 60 y 120 ton/ha, también señala que hay un incremento en la salinidad del suelo, lo que repercute en forma negativa.

Se ha reportado que el uso de composta orgánica definitivamente incrementa la altura de las plantas en todos lo tratamientos ya que es fuente directa de otros elementos como P, S, Bo y Mo. La descomposición de composta orgánica libera CO_2 que ayuda en la solubilizacion de varios nutrimentos como Fe, Mn y Zn. Además durante su descomposición se estimula la formación de gránulos de alta estabilidad en el suelo, efecto estrechamente relacionado con la velocidad de descomposición de esos minerales.

Con respecto a la eficiencia de conversión de hoja a gel, el *Aloe barbadensis* Miller, presenta ligeramente mejores valores en la fecha uno del 11 de diciembre de 2003 (963.72 ml), con respecto a la fecha 3 del 2 de abril de 2004 (523.41 ml), pero en general en todas las fechas de muestreo hubo una conversión de hoja a gel de 45 a 65%. Con los datos obtenidos de este punto es viable la estimación del rendimiento del gel, como lo menciona Santos (1995).

En relación a la dosificación de materia orgánica es importante mencionar que aún sin la aplicación de esta práctica es posible obtener buenos rendimientos, como lo menciona Cruz (1997) pero manteniendo un buen riego.

Como lo menciona Duran (2000), al parecer es posible incrementar los rendimientos de hoja mediante algunas técnicas de cultivo, sin embargo cabe destacar que los mayores rendimientos de hoja se obtienen cuando no se aplica fertilización. Es importante mencionar que al tener una buena calidad de hojas es posible determinar o estimar el rendimiento de gel, ya que si se tiene un mayor calidad en las hojas se puede esperar un buen producto.

VII. CONCLUSIONES

- No hubo efecto por separado de los factores de variación introducidos en este estudio para las variables físico-químicas del gel de sábila, aunque se identificó un efecto de interacción que entre los sistemas de plantación, la frecuencia de riego y las dosis de estiércol bovino.
- De Diciembre a Octubre se registró un incremento en el pH del gel de sábila cuando se regó cada 15 días, en comparación a los riegos proporcionados cada 30 y 45 días. El pH se incrementó significativamente durante el Otoño (Octubre).
- El sistema de plantación en cama favorece el mayor contenido de agua en el gel, en comparación a cuando la sábila se plantó en surco; en tanto que la frecuencia de riego y la dosis de materia orgánica, no influyeron en esta variable.
- El alto contenido de agua en las hojas de sábila, independientemente del tratamiento, repercute en una baja concentración de sólidos totales, el cual es una variable importante de comercialización.
- Durante la Primavera (Abril), se incrementó significativamente la concentración de sólidos precipitables en metanol, en relación con las otras épocas del año, con valores de 4.3 % y un promedio de 2.4 %, respectivamente.

- En los meses de julio a octubre se incrementó la concentración de Fe, Mn, Zn, Mg, Bo y Na, en tanto que en los meses de diciembre y abril aumentó la concentración de K, Ca, y N, lo cual es importante para determinar fechas de corte de hoja de sábila acorde a los fines en que se desee utilizar el gel como subproducto comercial.
- En la determinación cuantitativa de carbohidratos del gel se encontró que éstos se incrementaron en los meses de abril a julio, lo que se traduce en mayor concentración de sólidos totales. Esto es importante para la calidad del gel y determinar también fechas de corte de hoja de sábila.
- Al realizarla determinación cualitativa de carbohidratos del gel de hoja de sábila se identificó que los carbohidratos presentes más comunes son la sacarosa y galactosa.
- Durante el mes de Abril, se registró el mayor peso de hoja, así como peso y volumen total del gel de sábila; en tanto que la longitud de hoja fue mayor hacia el mes de Octubre. Esta última variable tiene una tendencia de mejor efecto cuando la sábila se plantó en cama.

RECOMENDACIONES

- Impulsar el cultivo de la sábila *A.barbadensis* como una alternativa en la región ya que presenta características de adaptabilidad a las condiciones agro climáticas de la región.
- Crear programas de asesoría sobre el manejo de este cultivo en la región para conscientizar a los productores sobre las bondades de este cultivo.
- Establecer prácticas de manejo adecuadas para este cultivo ya que no existe tecnología específica para su manejo.

VIII. LITERATURA CITADA

Álvarez, M. G. 1987. Estudio de viabilidad técnica y financiera del cultivo de sábila (*Aloe vera* L.) en la zona centro de Tamaulipas. Tesis de Maestría en Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Cd. Victoria, Tamps. 142 p.

ASERCA. 2002. La sábila una planta milenaria de la salud. Claridades Agropecuarias. Número 106/Junio 2002. pp. 22-37.

Baeyens, J. 1970. Nutrición de las plantas de cultivo, fisiología aplicada a las plantas de cultivo. Madrid, España.

Castellanos, J. Z.; 1984. Evaluación de los estiércoles de bovino y gallinaza como fuentes de fósforo en el cultivo de alfalfa. Informe de investigación de CAELALA. CIAN-INIA. SARH. Matamoros, Coah.

CONAZA. 1992 Datos básicos para la Estrategia Nacional de Mediano Plazo (1992-1999) De Desarrollo y Promoción de Exportación de Sábila (Mimeografiado) Saltillo, Coah. México.

CONAZA. 1994. Sábila Aloe vera (L) Burm. Cultivo alternativo para las zonas áridas y semiáridas de México. Ed. CONAZA-INE, México, D. F. 29

Cruz, G. J. 1997. Análisis de crecimiento del cultivo de sábila Aloe barbadensis Miller en diferentes prácticas de manejo en la comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx.

Curso de Botánica Sistemática. 2003. Universidad de Wisconsin (http://botit.botany.wisc.edu/courses/systematics/family_index/Family_Pages/Aloeaceae.html) consulta: Septiembre del 2004.

Delgado N.V.H., 1988. Prueba de cuatro colectas de nopal verdura con diferentes aplicaciones de estiércol, fertilización mineral y laminas de riego. Tesis Ingeniero Agrónomo Especialista en Zonas Áridas. URUZA-UACH. Bermejillo, Durango, Mex.

Durán, B. S. 2000. Efecto del acolchado plástico, fuente de fertilización nitrogenada y dosis de composta orgánica en el crecimiento y desarrollo de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) con riego por goteo automatizado. Tesis de licenciatura. Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx. P.4-8,39, 10-12.

Ernest, and Young Food and Agribusiness. 2002. Crops. N° 341 Week Ending 25 january 2002.

http://www.infarmation.com.au/common/comodities/erestandyoung/agri_News_341.pdf

García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. Mex., D.F. 246 p.

García, V.A., 1982. Cultivo nopal de verdura. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Mex.

Garuda International, Inc. 1999. Typical composition of Aloe vera, gel. Garuda International, Inc. Lemon Cove, CA. U.S.A.

<http://www.cowcium.com/dtyalogl.htm>. Consulta Agosto del 2004.

Granados, S. D. y Castañeda, P. A. D. 1988. Sábila: Planta agroindustrial (medicinal) del desierto. Universidad Autónoma Chapingo, Dirección de Difusión Cultural. Chapingo, Méx.

Guanos y fertilizantes de México, S. A., (1977-1976). Apuntes del curso de fertilización tomo I a IV.

Hernández-Cruz, L. R., Rodríguez –García, R., Jasso, de R. D. and Ángulo-Sánchez, J. L. 2002. Aloe response to plastic mulch and nitrogen. Trends in new crops and new uses. J. Jamick and A. Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria, VA. pp. 570-574.

INIFAP, 2004. Red de Monitoreo Agroclimático Zacatecas. INMEXSA-Industrializadota Mexicana de Sábila, S. A. de C. V., 2001) <http://www.inifapzac.sagarpa.gob.mx/postgres2.php> Consulta Julio de 2004
ITIS (Integrated Taxonomic Information System) Universidad de Wisconsin.

USDA. 2002. USDA, NRCS. 2002. The PLANTS Database, Version 3.5 (<http://plants.usda.gov>). National Plant Data Center, Baton Rouge, LA 70874-4490 USA.

Infojardin @¹:<http://www.infojardin.com/articulos/suelos-ideales-plantas.htm>
Consulta Octubre de 2004.

INMEXSA- Industrializadota Mexicana de Sábila, S. A. de C. V., 2001)

Larid, H. Y Núñez E. R. 1963. Fertilidad de suelos. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.

López, J. 1999. Anteproyecto financiero social para Productores de Sábila del Sur de Zacatecas S.P.R de R.I. Jalpa, Zac. Despacho de Asesoría Financiera y Empresarial López Jasso y Asociados, León, Gto. 53 p.

Lynch, J. M. 1982. Efecto de las aplicaciones de estiércol sobre la microbiología del suelo en : la utilización de los estiércoles en la agricultura. México, Ed. J. Z. Castellanos y J. L. Reyes IATEM, A. C. Publicación especial. Apdo. postal 973. Torreón, Coah.

Macias Rdez., 2004. Caracterización de dos biotipos de sábila (*Aloe* spp) mediante caracteres morfometricos y patrones electroforeticos del DNA.

Martín, J. P. 1971. Decomposition and binding action of polysaccharides in soils. Soils Biol. Biochem.

Martínez, E. J. L. 1985. Sábila (Aloe vera L) Monografía Ing. Esp. En Fitotecnia .
UAAAN. Saltillo, Coah., Mex.

Moroni, P. 1982. Aloe in cosmetic formulations. Terry Corporation. 3270 Pineda
avenue. Melbourne, Fl. 32935

Natural High Products, Inc (1988).

Ortiz, V. B., Ortiz, S. C. A., 1990. Edafología. Universidad Autónoma Chapingo.
Departamento de Suelos. México.

Palacios, M. L. 1983. Evaluación agronómica de estiércol y su interacción con
fertilizante mineral en asociación maíz-frijol en el Valle de Huamantla. Tesis,
Ing. Agrónomo Esp. Zonas Áridas UACH Chapingo, Mex.

Pedroza, S. A.1995. Proyecto: Manejo integral del cultivo de la sábila Aloe
barbadensis Miller en la Comarca Lagunera, Unidad Regional Universitaria de
Zonas Áridas, UACH, Bermejillo, Dgo.

Portilla, M. G., 1993. Estudio de la factibilidad técnica y financiera del cultivo de la sábila Aloe vera M. en la zona centro de Tamaulipas. Tesis de Maestro en Ciencias, Fac. de Medicina Veterinaria y Zootecnia, U: A: T: Cd. Victoria. Tamps.

PMA, U.S. ORGANIC PRODUCE INDUSTRY DE 1998.

Plummer D. 1981. Bioquímica practica. Ed. McGraw Hill Lationoamericana, S.A., Bogota, Colombia.

Reiche, C. 1975. Flora excursoria en el Valle Central de México. Instituto Politécnico Nacional, Consejo Editorial Politécnico.

Regulador de Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo.
Laboratorios SABESA SA de CV. De México. 1999.

Ruiz Figueroa J. F. 1999. Tópicos sobre Agricultura Orgánica. Edit. Consejo Nacional.

SAGARPA. 2002. Información del cultivo de sábila promovido en el municipio de Jalpa, Zac. Distrito de Desarrollo Rural N° 8.

Salter, P. J. and Haworth, F. 1961. The available water capacity of a sandy loam soil. II The effects of farmyard manure and different primary cultivations. J. Soil Sci.

Sánchez, de L. C. J. M. 2003. Árboles ornamentales. México.

Santos, L. E. 1995. Aprovechamiento actual de la sábila (*Aloe barbadensis*, Miller) y aplicación del análisis dimensional en la evaluación de algunas características morfológicas. Tesis de licenciatura. Unidad Regional de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Méx.

Steel and Torrie, 1985. Estadística.

Secretariado de Nuevas Tecnologías y Recursos Virtuales. 2002.

Tamayo, C. J. Fco., 1982. Cultivo del Fríjol. Tesis Ingeniero Agrónomo en Suelos, Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. México.

Terralia @²- terralia@terralia.com . Consulta Octubre de 2004.

Thamane, R. O., y Motiramani D. P., 1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. Editorial Diana, D. F., México.

The International Aloe Science Council, Inc.,1996). Consejo Internacional de la Ciencia del Aloe (IASC, por sus siglas en ingles).

Vélez, M. A. 2003. Perspectivas del mercado de plantas medicinales y fitoterapéuticos. Biocomercio Sostenible Instituto Alexander Von Humboldt. <http://www.redpfnm.cl/PERSPECTIVAS%20DEL%MERCADO%20DE%20PLANTAS%MEDICINALES%20Y%20FITOTERAPEUTICOS.PDF> Consulta: Agosto de 2004.

Vivas E. M. L., 1996. Prácticas del cultivo de sábila (*Aloe barbadensis* Miller) y algunos factores edafológicos que podrían influir en la calidad del gel Tesis Ing. Agr. Esp. En Zonas Áridas UACH. Dpto. de Zonas Áridas Bermejillo, Dgo.

Waller, G. R., Mangiafico, S. and Ritchey, C. R. 1978. A chemical investigation of *Aloe barbadensis* Miller. Proc. Okla. Acad. Sci. 58: pp. 69-76.

Wang, Y. and Strong, K. 1995. A two-year study monitoring several physical and chemical properties of field-grown *Aloe barabdensis* Miller leaves. Subtropical Plant Science.

IX. ANEXO

Cuadro 22.- Análisis de Varianza (ANOVA) del pH del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PROB DE F
BLOQUE	2	0.70370	0.35185	2.53	0.1004 NS
SP	1	0.29629	0.29629	2.13	0.1571 NS
BLOQUE*SP	2	0.70370	0.35185	2.53	0.1004 NS
FR	2	1.14814	0.57407	4.13	0.0287 *
FR*SP	2	0.48148	0.24074	1.73	0.1981 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	3.25925	0.40740	2.93	0.0195 NS
MO	2	0.14814	0.07407	0.53	0.5964 NS
SP*MO	2	0.14814	0.07407	0.53	0.5964 NS
FR*MO	4	0.29629	0.07407	0.53	0.7125 NS
SP*FR*MO	4	0.74074	0.18518	1.33	0.2863 NS

CV = 8.6744

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 23.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de contenido de agua del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PROB DE F
BLOQUE	2	17.37037037	8.68518519	2.41	0.1117 NS
SP	1	11.57407407	11.57407407	3.21	0.0860 NS
BLOQUE*SP	2	27.81481481	13.90740741	3.85	0.0354 NS
FR	2	13.81481481	6.90740741	1.91	0.1695 NS
SP*FR	2	17.59259259	8.79629630	2.44	0.1089 *
BLOQUE*FR(SP)	8	30.14814815	3.76851852	1.04	0.4325 NS
MO	2	0.25925926	0.12962963	0.04	0.9648 NS
SP*MO	2	1.14814815	0.57407407	0.16	0.8539 NS
FR*MO	4	9.07407407	2.26851852	0.63	0.6470 NS
SP*FR*MO	4	39.51851852	9.87962963	2.74	0.0524 *

CV = 1.95

NS = No Significancia.

• = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 24.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y

cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PROB DE F
BLOQUE	2	1.39083269	0.69541635	4.10	0.0307 NS
SP	1	0.04717693	0.04717693	0.28	0.6032 NS
BLOQUE*SP	2	1.33674569	0.66837284	3.94	0.0345 *
FR	2	0.04361615	0.02180807	0.13	0.8800 NS
SP*FR	2	0.30764864	0.15382432	0.9	0.4183 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	4.32597093	0.54074637	3.19	0.0148 *
MO	2	0.97220100	0.48610050	2.87	0.0783 NS
SP*MO	2	0.34766112	0.17383056	1.02	0.3754 NS
FR*MO	4	1.48046681	0.37011670	2.18	0.1045 NS
SP*FR*MO	4	0.67885996	0.16971499	1.00	0.4283 NS

CV = 15.67

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 25.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de contenido sólidos solubles del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR DE F	PROB DE F
BLOQUE	2	17.37037037	8.68518519	2.41	0.1117 NS
SP	1	11.57407407	11.57407407	3.21	0.0860 *
BLOQUE*SP	2	27.81481481	13.90740741	3.85	0.0354 *
FR	2	13.81481481	6.90740741	1.91	0.1695 NS
SP*FR	2	17.59259259	8.79629630	2.44	0.1089 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	30.14814815	3.76851852	1.04	0.4325 NS
MO	2	0.25925926	0.12962963	0.04	0.9648 NS
SP*MO	2	1.14814815	0.57407407	0.16	0.8539 NS
FR*MO	4	9.07407407	2.26851852	0.63	0.6470 NS
SP*FR*MO	4	39.51851852	9.87962963	2.74	0.0524 *

CV = 63.73

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 26.- Análisis de Varianza (ANOVA) del PH del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes Sistemas de Plantación (SP), Frecuencias de Riego (FR), Dosis de Materia Orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo. Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
--------	----	-------------------	------------------	---------	--------

BLOQUE	2	0.11111111	0.05555556	0.38	0.6912	NS
SP	1	0.29629630	0.29629630	2.00	0.1701	NS
BLOQUE*SP	2	0.25925926	0.12962963	0.88	0.4297	NS
FR	2	0.33333333	0.16666667	1.13	0.3412	NS
SP*FR	2	0.25925926	0.12962963	0.88	0.4297	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	2.07407407	0.25925926	1.75	0.1378	NS
MO	2	0.11111111	0.05555556	0.38	0.6912	NS
SP*MO	2	0.48148148	0.24074074	1.63	0.2178	NS
FR*MO	4	0.88888889	0.22222222	1.50	0.2336	NS
SP*FR*MO	4	0.96296296	0.24074074	1.63	0.2005	NS

CV = 9.11

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 27.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de contenido de agua del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBF
BLOQUE	2	7.37037037	3.68518519	2.69	0.0883 NS
SP	1	2.24074074	2.24074074	1.64	0.2132 NS
BLOQUE*SP	2	7.37037037	3.68518519	2.69	0.0883 NS
FR	2	11.25925926	5.62962963	4.11	0.0292 *
SP*FR	2	1.03703704	0.51851852	0.38	0.6890 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	19.70370370	2.46296296	1.80	0.1273 NS
MO	2	3.81481481	1.90740741	1.39	0.2680 NS
SP*MO	2	12.03703704	6.01851852	4.39	0.0237 *
FR*MO	4	12.40740741	3.10185185	2.26	0.0920 NS
SP*FR*MO	4	4.18518519	1.04629630	0.76	0.5593 NS

CV = 9.11

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 28.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	294363333	1.47181667	1.49	0.2458 NS
SP	1	1.72091852	1.72091852	1.74	0.1995 NS
BLOQUE*SP	2	0.52340370	0.26170185	0.26	0.7696 NS

FR	2	0.98564444	0.49282222	0.50	0.6136	NS
SP*FR	2	4.88250370	2.44125185	2.47	0.1059	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	20.06022963	2.50752870	2.54	0.0371	NS
MO	2	1.10667778	0.55333889	0.56	0.5787	NS
SP*MO	2	2.04760370	1.02380185	1.04	0.3703	NS
FR*MO	4	6.39411111	1.59852778	1.62	0.2025	NS
SP*FR*MO	4	2.76134074	0.69033519	0.70	0.6007	NS

CV = 23.03

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 29.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos solubles del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F	
BLOQUE	2	7.37037037	3.68518519	2.69	0.0883	NS
SP	1	2.24074074	2.24074074	1.64	0.2132	NS
BLOQUE*SP	2	7.37037037	3.68518519	2.69	0.0883	NS
FR	2	11.25925926	5.62962963	4.11	0.0292	*
SP*FR	2	1.03703704	0.51851852	0.38	0.6890	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	19.70370370	2.46296296	1.80	0.1273	NS
MO	2	3.81481481	1.90740741	1.39	0.2680	NS
SP*MO	2	12.03703704	6.01851852	4.39	0.0237	*
FR*MO	4	12.40740741	3.10185185	2.26	0.0920	NS
SP*FR*MO	4	4.18518519	1.04629630	0.76	0.5593	NS

CV = 44.20

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 30.- Análisis de Varianza (ANOVA) del pH del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F	
BLOQUE	2	0.48148148	0.24074074	0.62	0.5468	NS
SP	1	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000	NS
BLOQUE*SP	2	0.77777778	0.38888889	1.00	0.3827	NS
FR	2	1.92592593	0.96296296	2.48	0.1053	NS
SP*FR	2	1.33333333	0.66666667	1.71	0.2014	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	5.40740741	0.67592593	1.74	0.1406	NS
MO	2	0.59259259	0.29629630	0.76	0.4777	NS

SP*MO	2	0.44444444	0.22222222	0.57	0.5722	NS
FR*MO	4	3.40740741	0.85185185	2.19	0.1005	NS
SP*FR*MO	4	0.22222222	0.05555556	0.14	0.9644	NS

CV = 12.56

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 31.- Análisis de Varianza (ANOVA) del contenido de agua del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F	
BLOQUE	2	2.25925926	1.12962963	0.30	0.7405	NS
SP	1	1.85185185	1.85185185	0.50	0.4868	NS
BLOQUE*SP	2	17.81481481	8.90740741	2.40	0.1122	NS
FR	2	2.48148148	1.24074074	0.33	0.7192	NS
SP*FR	2	21.81481481	10.90740741	2.94	0.0722	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	27.48148148	3.43518519	0.93	0.5137	NS
MO	2	8.92592593	4.46296296	1.20	0.3181	NS
SP*MO	2	32.92592593	16.46296296	4.43	0.0230	*
FR*MO	4	12.29629630	3.07407407	0.83	0.5205	NS
SP*FR*MO	4	18.07407407	4.51851852	1.22	0.3297	NS

CV = 1.99

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 32.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F	
BLOQUE	2	14.56335926	7.28167963	3.72	0.0392	NS
SP	1	1.95700741	1.95700741	1.00	0.3275	NS
BLOQUE*SP	2	1.34627037	0.67313519	0.34	0.7126	NS
FR	2	12.44924815	6.22462407	3.18	0.0596	*
SP*FR	2	1.67335926	0.83667963	0.43	0.6572	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	8.76759259	1.09594907	0.56	0.7999	NS
MO	2	4.48072593	2.24036296	1.14	0.3353	NS
SP*MO	2	8.01085926	4.00542963	2.05	0.1513	NS
FR*MO	4	11.61329630	2.90332407	1.48	0.2387	NS
SP*FR*MO	4	0.88514074	0.22128519	0.11	0.9767	NS

CV = 55.96

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 33.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos solubles del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación, frecuencias de riego, dosis de materia orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	2.25925926	1.12962963	0.30	0.7405 NS
SP	1	1.85185185	1.85185185	0.50	0.4868 NS
BLOQUE*SP	2	17.81481481	8.90740741	2.40	0.1122 NS
FR	2	2.48148148	1.24074074	0.33	0.7192 NS
SP*FR	2	21.81481481	10.90740741	2.94	0.0722 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	27.48148148	3.43518519	0.93	0.5137 NS
MO	2	8.92592593	4.46296296	1.20	0.3181 NS
SP*MO	2	32.92592593	16.46296296	4.43	0.0230 *
FR*MO	4	12.29629630	3.07407407	0.83	0.5205 NS
SP*FR*MO	4	18.07407407	4.51851852	1.22	0.3297 NS

CV = 56.55

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 34.- Análisis de Varianza (ANOVA) del PH del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROBF
BLOQUE	2	1.03703704	0.51851852	5.09	0.0144 NS
SP	1	0.16666667	0.16666667	1.64	0.2131 NS
BLOQUE*SP	2	0.44444444	0.22222222	2.18	0.1347 NS
FR	2	0.25925926	0.12962963	1.27	0.2983 NS
SP*FR	2	0.11111111	0.05555556	0.55	0.5866 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	2.07407407	0.25925926	2.55	0.0365 NS
MO	2	0.25925926	0.12962963	1.27	0.2983 NS
SP*MO	2	0.77777778	0.38888889	3.82	0.0363 *
FR*MO	4	0.74074074	0.18518519	1.82	0.1582 NS
SP*FR*MO	4	0.44444444	0.11111111	1.09	0.3834 NS

CV = 5.50

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 35.- Análisis de Varianza (ANOVA) del contenido de agua del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F	
BLOQUE	2	30.25925926	15.12962963	1.30	0.2905	NS
SP	1	31.12962963	31.12962963	2.68	0.1147	NS
BLOQUE*SP	2	14.92592593	7.46296296	0.64	0.5349	NS
FR	2	8.25925926	4.12962963	0.36	0.7045	NS
SP*FR	2	48.25925926	24.12962963	2.08	0.1473	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	65.25925926	8.15740741	0.70	0.6868	NS
MO	2	9.14814815	4.57407407	0.39	0.6789	NS
SP*MO	2	20.25925926	10.12962963	0.87	0.4311	NS
FR*MO	4	32.18518519	8.04629630	0.69	0.6045	NS
SP*FR*MO	4	22.85185185	5.71296296	0.49	0.7419	NS

CV = 3.53

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 36.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos precipitables en metanol del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	3.11888721	1.55944360	0.45	0.6452 NS
SP	1	4.24033883	4.24033883	1.21	0.2819 NS
BLOQUE*SP	2	3.60700300	1.80350150	0.52	0.6034 NS
FR	2	15.63341944	7.81670972	2.24	0.1293 NS
SP*FR	2	4.45290985	2.22645492	0.64	0.5376 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	23.63137626	2.95392203	0.85	0.5732 NS
MO	2	4.12706993	2.06353497	0.59	0.5620 NS
SP*MO	2	3.78000784	1.89000392	0.54	0.5892 NS
FR*MO	4	21.09139266	5.27284816	1.51	0.2322 NS
SP*FR*MO	4	37.99799623	9.49949906	2.72	0.0545 *

CV =80.68

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 37.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de sólidos solubles del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (Ton/ha). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	33.30737452	16.65368726	1.39	0.2699 NS
SP	1	28.21235294	28.21235294	2.35	0.1389 NS
BLOQUE*SP	2	16.62833333	8.31416667	0.69	0.5104 NS
FR	2	8.85446860	4.42723430	0.37	0.6956 NS
SP*FR	2	47.36901625	23.68450812	1.97	0.1619 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	64.20707071	8.02588384	0.67	0.7136 NS
MO	2	11.09150327	5.54575163	0.46	0.6358 NS
SP*MO	2	17.21405229	8.60702614	0.72	0.4988 NS
FR*MO	4	31.57539683	7.89384921	0.66	0.6276 NS
SP*FR*MO	4	24.67460317	6.16865079	0.51	0.7262 NS

CV = 99.26

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 38.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB. F
BLOQUE	2	0.04118781	0.02059391	2.46	0.1066 NS
SP	1	0.01095113	0.01095113	1.31	0.2639 NS
BLOQUE*SP	2	0.03599004	0.01799502	2.15	0.1383 NS
FR	2	0.05046337	0.02523169	3.02	0.0679 *
SP*FR	2	0.03062559	0.01531280	1.83	0.1821 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.08704681	0.01088085	1.30	0.2900 NS
MO	2	0.01223670	0.00611835	0.73	0.4918 NS
SP*MO	2	0.01055559	0.00527780	0.63	0.5408 NS
FR*MO	4	0.02510452	0.00627613	0.75	0.5677 NS
SP*FR*MO	4	0.03646452	0.00911613	1.09	0.3841 NS

CV = 35.71539

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 39.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB. F
BLOQUE	2	0.11984815	0.05992407	11.14	0.0004 *
SP	1	0.00002963	0.00002963	0.01	0.9415 NS
BLOQUE*SP	2	0.01367037	0.00683519	1.27	0.2988 NS
FR	2	0.19662593	0.09831296	18.28	<.0001 *
SP*FR	2	0.11400370	0.05700185	10.60	0.0005 *
BLOQUE*FR(SP)	8	0.14572593	0.01821574	3.39	0.0096 NS
MO	2	0.00791481	0.00395741	0.74	0.4896 NS
SP*MO	2	0.00060370	0.00030185	0.06	0.9455 NS
FR*MO	4	0.03246296	0.00811574	1.51	0.2311 NS
SP*FR*MO	4	0.02099630	0.00524907	0.98	0.4391 NS

CV = 19.26236

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 40.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB. F
BLOQUE	2	0.25868148	0.12934074	11.85	0.0003 NS
SP	1	0.00060000	0.00060000	0.05	0.8166 NS
BLOQUE*SP	2	0.01897778	0.00948889	0.87	0.4321 NS
FR	2	0.29055926	0.14527963	13.31	0.0001 *
SP*FR	2	0.02823333	0.01411667	1.29	0.2929 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.19245185	0.02405648	2.20	0.0643 NS
MO	2	0.00880370	0.00440185	0.40	0.6726 NS
SP*MO	2	0.05481111	0.02740556	2.51	0.1023 NSFR*MO
4	0.03700741	0.00925185	0.85	0.5091 NS	
SP*FR*MO	4	0.05048889	0.01262222	1.16	0.3547 NS

CV = 28.04331

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 41.- Análisis de Varianza (ANOVA) Contenido de carbohidratos del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes Sistemas de Plantación, Frecuencias de Riego, Dosis de Materia Orgánica (MO). 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB. F
BLOQUE	2	0.01406737	0.00703369	1.17	0.3273 NS
SP	1	0.01408119	0.01408119	2.34	0.1389 NS
BLOQUE*SP	2	0.05419848	0.02709924	4.51	0.0217 *
FR	2	0.03331404	0.01665702	2.77	0.0826 NS
SP*FR	2	0.05844959	0.02922480	4.86	0.0169 *
BLOQUE*FR(SP)	8	0.17635726	0.02204466	3.67	0.0063 *
MO	2	0.02638181	0.01319091	2.20	0.1332 NS
SP*MO	2	0.05724626	0.02862313	4.76	0.0181 *
FR*MO	4	0.02625974	0.00656494	1.09	0.3827 NS
SP*FR*MO	4	0.05960863	0.01490216	2.48	0.0710 NS

CV = 32.65690

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 42.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer fecha de muestreo del 11 de diciembre de 2003.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00003600	0.00001800	121.50	<.0001 NS
SP	1	0.00002141	0.00002141	144.50	<.0001 NS
BLOQUE*SP	2	0.00005081	0.00002541	171.50	<.0001 NS
FR	2	0.00002311	0.00001156	78.00	<.0001 NS
SP*FR	2	0.00001837	0.00000919	62.00	<.0001 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00013896	0.00001737	117.25	<.0001 NS
MO	2	0.00000000	0.00000000	0.00	1.0000 NS
SP*MO	2	0.00000059	0.00000030	2.00	0.1573 NS
FR*MO	4	0.00000089	0.00000022	1.50	0.2336 NS
SP*FR*MO	4	0.00000030	0.00000007	0.50	0.7360 NS

CV = 38.49

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 43.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer fecha de muestreo del 11 de diciembre de 2003.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00165926	0.00082963	74.67	<.0001 NS
SP	1	0.00462963	0.00462963	416.67	<.0001 NS
BLOQUE*SP	2	0.00330370	0.00165185	148.67	<.0001 NS
FR	2	0.00054815	0.00027407	24.67	<.0001 NS
SP*FR	2	0.00134815	0.00067407	60.67	<.0001 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00810370	0.00101296	91.17	<.0001 NS
MO	2	0.00001481	0.00000741	0.67	0.5227 NS
SP*MO	2	0.00001481	0.00000741	0.67	0.5227 NS
FR*MO	4	0.00002963	0.00000741	0.67	0.6213 NS
SP*FR*MO	4	0.00007407	0.00001852	1.67	0.1905 NS

CV = 3.04

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 44.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer fecha de muestreo del 11 de diciembre de 2003.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00151481	0.00075741	74.36	<.0001 NS
SP	1	0.00011852	0.00011852	11.64	0.0023 *
BLOQUE*SP	2	0.00000370	0.00000185	0.18	0.8349 NS
FR	2	0.00072593	0.00036296	35.64	<.0001 *
SP*FR	2	0.00019259	0.00009630	9.45	0.0009 *
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00210370	0.00026296	25.82	<.0001 *
MO	2	0.00001481	0.00000741	0.73	0.4936 NS
SP*MO	2	0.00001481	0.00000741	0.73	0.4936 NS
FR*MO	4	0.00011852	0.00002963	2.91	0.0428 NS
SP*FR*MO	4	0.00000741	0.00000185	0.18	0.9456 NS

CV = 3.31

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 45.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fierro Fe del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	7.31370370	3.65685185	512.91	<.0001 NS
SP	1	0.15574074	0.15574074	21.84	<.0001 NS
BLOQUE*SP	2	1.18037037	0.59018519	82.78	<.0001 *
FR	2	0.01148148	0.00574074	0.81	0.4587 NS
SP*FR	2	0.12481481	0.06240741	8.75	0.0014 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	2.45481481	0.30685185	43.04	<.0001 NS
MO	2	0.00592593	0.00296296	0.42	0.6646 NS
SP*MO	2	0.01037037	0.00518519	0.73	0.4936 NS
FR*MO	4	0.01851852	0.00462963	0.65	0.6328 NS
SP*FR*MO	4	0.04074074	0.01018519	1.43	0.2550 NS

CV = 3.63

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 46.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganese Mn del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	9.65444444	4.82722222	232.74	<.0001 NS
SP	1	0.46296296	0.46296296	22.32	<.0001 NS
BLOQUE*SP	2	1.28259259	0.64129630	30.92	<.0001 NS
FR	2	1.01333333	0.50666667	24.43	<.0001 NS
SP*FR	2	1.00148148	0.50074074	24.14	<.0001 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	8.11851852	1.01481481	48.93	<.0001 *
MO	2	0.05444444	0.02722222	1.31	0.2878 NS
SP*MO	2	0.02925926	0.01462963	0.71	0.5039 NS
FR*MO	4	0.08888889	0.02222222	1.07	0.3924 NS
SP*FR*MO	4	0.07629630	0.01907407	0.92	0.4687 NS

CV = 18.02

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 47.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.06703704	0.03351852	45.25	<.0001 NS
SP	1	0.06685185	0.06685185	90.25	<.0001 *
BLOQUE*SP	2	0.13370370	0.06685185	90.25	<.0001 NS
FR	2	0.00703704	0.00351852	4.75	0.0183 NS
SP*FR	2	0.00703704	0.00351852	4.75	0.0183 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.14148148	0.01768519	23.87	<.0001 NS
MO	2	0.00148148	0.00074074	1.00	0.3827 NS
SP*MO	2	0.00148148	0.00074074	1.00	0.3827 NS
FR*MO	4	0.00296296	0.00074074	1.00	0.4269 NS
SP*FR*MO	4	0.00296296	0.00074074	1.00	0.4269 NS

CV = 3.40

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 48.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	2.01444444	1.00722222	108.78	<.0001 NS
SP	1	0.06685185	0.06685185	7.22	0.0129 *
BLOQUE*SP	2	0.09592593	0.04796296	5.18	0.0135 NS
FR	2	0.30333333	0.15166667	16.38	<.0001 NS
SP*FR	2	0.04703704	0.02351852	2.54	0.0999 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	1.48740741	0.18592593	20.08	<.0001 *
MO	2	0.01333333	0.00666667	0.72	0.4970 NS
SP*MO	2	0.02370370	0.01185185	1.28	0.2963 NS
FR*MO	4	0.02666667	0.00666667	0.72	0.5867 NS
SP*FR*MO	4	0.04740741	0.01185185	1.28	0.3055 NS

CV = 4.57

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 49- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.39148148	0.19574074	16.26	<.0001 NS
SP	1	0.00666667	0.00666667	0.55	0.4640 NS
BLOQUE*SP	2	0.00777778	0.00388889	0.32	0.7270 NS
FR	2	0.12925926	0.06462963	5.37	0.0118 NS
SP*FR	2	0.13444444	0.06722222	5.58	0.0102 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.19851852	0.02481481	2.06	0.0816 NS
MO	2	0.02703704	0.01351852	1.12	0.3418 NS
SP*MO	2	0.00777778	0.00388889	0.32	0.7270 NS
FR*MO	4	0.04851852	0.01212963	1.01	0.4230 NS
SP*FR*MO	4	0.04111111	0.01027778	0.85	0.5054 NS

CV = 5.27

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 50.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la primer de muestreo del 11 de diciembre de 2003. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00047778	0.00023889	43.00	<.0001 NS
SP	1	0.00006667	0.00006667	12.00	0.0020 *
BLOQUE*SP	2	0.00007778	0.00003889	7.00	0.0040 NS
FR	2	0.00003333	0.00001667	3.00	0.0687 NS
SP*FR	2	0.00003333	0.00001667	3.00	0.0687 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00031111	0.00003889	7.00	<.0001 *
MO	2	0.00001111	0.00000556	1.00	0.3827 NS
SP*MO	2	0.00001111	0.00000556	1.00	0.3827 NS
FR*MO	4	0.00002222	0.00000556	1.00	0.4269 NS
SP*FR*MO	4	0.00002222	0.00000556	1.00	0.4269 NS

CV = 4.41

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 51.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00000723	0.00000361	1.31	0.2872
SP	1	0.00000007	0.00000007	0.02	0.8774
BLOQUE*SP	2	0.00000647	0.00000323	1.18	0.3256
FR	2	0.00000182	0.00000091	0.33	0.7211
SP*FR	2	0.00000793	0.00000396	1.44	0.2561
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00001120	0.00000140	0.51	0.8375
MO	2	0.00000450	0.00000225	0.82	0.4528
SP*MO	2	0.00000024	0.00000012	0.04	0.9565
FR*MO	4	0.00000874	0.00000218	0.79	0.5403
SP*FR*MO	4	0.00001287	0.00000322	1.17	0.3484

CV = 155.16

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 52.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00017495	0.00008747	0.42	0.6589 NS
SP	1	0.00018593	0.00018593	0.90	0.3516 NS
BLOQUE*SP	2	0.00022612	0.00011306	0.55	0.5848 NS
FR	2	0.00080275	0.00040137	1.95	0.1644 NS
SP*FR	2	0.00003523	0.00001761	0.09	0.918 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00133893	0.00016737	0.81	0.5988 NS
MO	2	0.00010507	0.00005253	0.25	0.7770 NS
SP*MO	2	0.00001667	0.00000834	0.04	0.9604 NS
FR*MO	4	0.00010893	0.00002723	0.13	0.9691 NS
SP*FR*MO	4	0.00066870	0.00016718	0.81	0.5303 NS

CV = 32.42

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 53.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio Ca del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00002422	0.00001211	0.23	0.7952 NS
SP	1	0.00000031	0.00000031	0.01	0.9392 NS
BLOQUE*SP	2	0.00018021	0.00009011	1.72	0.2001 NS
FR	2	0.00013896	0.00006948	1.33	0.2838 NS
SP*FR	2	0.00010953	0.00005476	1.05	0.3666 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00034349	0.00004294	0.82	0.5924 NS
MO	2	0.00004423	0.00002212	0.42	0.6601 NS
SP*MO	2	0.00005903	0.00002952	0.56	0.5763 NS
FR*MO	4	0.00021048	0.00005262	1.01	0.4241 NS
SP*FR*MO	4	0.00031771	0.00007943	1.52	0.2286 NS

CV = 18.18

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 54.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Hierro Fe del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.99148148	0.49574074	0.52	0.6008 NS
SP	1	0.37500000	0.37500000	0.39	0.5363 NS
BLOQUE*SP	2	2.80777778	1.40388889	1.47	0.2490 NS
FR	2	2.20037037	1.10018519	1.16	0.3319 NS
SP*FR	2	1.92111111	0.96055556	1.01	0.3797 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	7.17629630	0.89703704	0.94	0.5017 NS
MO	2	0.04925926	0.02462963	0.03	0.9745 NS
SP*MO	2	3.32111111	1.66055556	1.74	0.1963 NS
FR*MO	4	2.66740741	0.66685185	0.70	0.5994 NS
SP*FR*MO	4	3.48444444	0.87111111	0.91	0.4714 NS

CV = 52.96

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 55.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganese Mn del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.52000000	0.26000000	2.68	0.0889 NS
SP	1	0.01851852	0.01851852	0.19	0.6660 NS
BLOQUE*SP	2	0.64148148	0.32074074	3.31	0.0538 NS
FR	2	0.23111111	0.11555556	1.19	0.3210 NS
SP*FR	2	0.19703704	0.09851852	1.02	0.3770 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.51185185	0.06398148	0.66	0.7206 NS
MO	2	0.09000000	0.04500000	0.46	0.6342 NS
SP*MO	2	0.16259259	0.08129630	0.84	0.4446 NS
FR*MO	4	0.35222222	0.08805556	0.91	0.4749 NS
SP*FR*MO	4	0.30185185	0.07546296	0.78	0.5502 NS

CV = 35.02

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 56.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.74777778	0.37388889	6.52	0.0055 NS
SP	1	0.26740741	0.26740741	4.67	0.0410 NS
BLOQUE*SP	2	0.12481481	0.06240741	1.09	0.3527 NS
FR	2	0.17444444	0.08722222	1.52	0.2386 NS
SP*FR	2	0.98037037	0.49018519	8.55	0.0016 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.52518519	0.06564815	1.15	0.3704 NS
MO	2	0.01000000	0.00500000	0.09	0.9167 NS
SP*MO	2	0.01814815	0.00907407	0.16	0.8545 NS
FR*MO	4	0.06888889	0.01722222	0.30	0.8747 NS
SP*FR*MO	4	0.20740741	0.05185185	0.90	0.4769 NS

V = 35.91

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 57.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	1.01777778	0.50888889	8.24	0.0019 NS
SP	1	0.58074074	0.58074074	9.40	0.0053 *
BLOQUE*SP	2	0.39703704	0.19851852	3.21	0.0580 NS
FR	2	0.58777778	0.29388889	4.76	0.0182 NS
SP*FR	2	0.07370370	0.03685185	0.60	0.5586 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	2.83629630	0.35453704	5.74	0.0004 NS
MO	2	0.20333333	0.10166667	1.65	0.2138 NS
SP*MO	2	0.00925926	0.00462963	0.07	0.9280 NS
FR*MO	4	0.17555556	0.04388889	0.71	0.5927 NS
SP*FR*MO	4	0.04962963	0.01240741	0.20	0.9354 NS

V = 36.66

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 58.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.72148148	0.36074074	4.59	0.0204 NS
SP	1	0.07407407	0.07407407	0.94	0.3411 NS
BLOQUE*SP	2	1.00148148	0.50074074	6.38	0.0060 NS
FR	2	0.81925926	0.40962963	5.22	0.0131 NS
SP*FR	2	0.25925926	0.12962963	1.65	0.2129 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	1.87259259	0.23407407	2.98	0.0181 NS
MO	2	0.05592593	0.02796296	0.36	0.7040 NS
SP*MO	2	0.14925926	0.07462963	0.95	0.4006 NS
FR*MO	4	0.39629630	0.09907407	1.26	0.3123 NS
SP*FR*MO	4	0.14074074	0.03518519	0.45	0.7727 NS

CV = 15.16

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 59.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Nitrógeno N del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	1.5633333E-6	7.8166667E-7	1.70	0.2032 NS
SP	1	1.1851852E-8	1.1851852E-8	0.03	0.8736 NS
BLOQUE*SP	2	3.2403704E-6	1.6201852E-6	3.53	0.0452 NS
FR	2	8.6333333E-7	4.3166667E-7	0.94	0.4041 NS
SP*FR	2	4.2181481E-6	2.1090741E-6	4.60	0.0204 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	8.502963E-6	1.0628704E-6	2.32	0.0532 NS
MO	2	1.4077778E-6	7.0388889E-7	1.53	0.2359 NS
SP*MO	2	2.7559259E-6	1.377963E-6	3.00	0.0685 NS
FR*MO	4	1.2322222E-6	3.0805556E-7	0.67	0.6180 NS
SP*FR*MO	4	1.1774074E-6	2.9435185E-7	0.64	0.6379 NS

CV = 11.34

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 60.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la segunda fecha de muestreo del 02 de abril de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00005244	0.00002622	0.44	0.6490 NS
SP	1	0.00000913	0.00000913	0.15	0.6989 NS
BLOQUE*SP	2	0.00005475	0.00002737	0.46	0.6370 NS
FR	2	0.00005645	0.00002822	0.47	0.6284 NS
SP*FR	2	0.00000569	0.00000285	0.05	0.9534 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00062481	0.00007810	1.31	0.2850 NS
MO	2	0.00011151	0.00005576	0.94	0.4061 NS
SP*MO	2	0.00004087	0.00002044	0.34	0.7130 NS
FR*MO	4	0.00011525	0.00002881	0.48	0.7475 NS
SP*FR*MO	4	0.00007753	0.00001938	0.33	0.8582 NS

V = 24.97

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

61.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00000478	0.00000239	2.12	0.1421
SP	1	0.00000071	0.00000071	0.63	0.4349
BLOQUE*SP	2	0.00001154	0.00000577	5.11	0.0142
FR	2	0.00000087	0.00000044	0.39	0.6836
SP*FR	2	0.00000210	0.00000105	0.93	0.4084
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00001181	0.00000148	1.31	0.2865
MO	2	0.00000294	0.00000147	1.30	0.2906
SP*MO	2	0.00000402	0.00000201	1.78	0.1898
FR*MO	4	0.00000812	0.00000203	1.80	0.1622
SP*FR*MO	4	0.00000292	0.00000073	0.65	0.6349

CV = 102.09

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 62.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00015208	0.00007604	0.57	0.5706 NS
SP	1	0.00098389	0.00098389	7.43	0.0118 NS
BLOQUE*SP	2	0.00012179	0.00006089	0.46	0.6367 NS
FR	2	0.00072394	0.00036197	2.73	0.0852 NS
SP*FR	2	0.00057884	0.00028942	2.19	0.1342 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00404789	0.00050599	3.82	0.0050 NS
MO	2	0.00027532	0.00013766	1.04	0.3689 NS
SP*MO	2	0.00024275	0.00012137	0.92	0.4133 NS
FR*MO	4	0.00160404	0.00040101	3.03	0.0373 NS
SP*FR*MO	4	0.00005760	0.00001440	0.11	0.9783 NS

CV = 20.86

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 63.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha). en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00487737	0.00243869	2.61	0.0946 NS
SP	1	0.00000294	0.00000294	0.00	0.9558 NS
BLOQUE*SP	2	0.00020022	0.00010011	0.11	0.8990 NS
FR	2	0.00352294	0.00176147	1.88	0.1740 NS
SP*FR	2	0.00295161	0.00147581	1.58	0.2272 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.01065612	0.00133202	1.42	0.2373 NS
MO	2	0.00058621	0.00029311	0.31	0.7340 NS
SP*MO	2	0.00126145	0.00063073	0.67	0.5190 NS
FR*MO	4	0.00088077	0.00022019	0.24	0.9157 NS
SP*FR*MO	4	0.00413147	0.00103287	1.10	0.3775 NS

CV = 58.87

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 64.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fierro Fe del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	99.54703704	49.77351852	207.07	<.0001 NS
SP	1	15.14740741	15.14740741	63.02	<.0001 *
BLOQUE*SP	2	2.92259259	1.46129630	6.08	0.0073 NS
FR	2	0.35592593	0.17796296	0.74	0.4875 NS
SP*FR	2	4.25592593	2.12796296	8.85	0.0013 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.59481481	0.07435185	0.31	0.9550 NS
MO	2	0.71259259	0.35629630	1.48	0.2472 NS
SP*MO	2	1.09481481	0.54740741	2.28	0.1243 NS
FR*MO	4	0.44185185	0.11046296	0.46	0.7646 NS
SP*FR*MO	4	2.05518519	0.51379630	2.14	0.1072 NS

CV = 17.46

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 65.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganeseo Mn del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.49000000	0.24500000	1.38	0.2711 NS
SP	1	0.05351852	0.05351852	0.30	0.5882 NS
BLOQUE*SP	2	1.11370370	0.55685185	3.13	0.0618 NS
FR	2	0.19000000	0.09500000	0.53	0.5927 NS
SP*FR	2	0.42925926	0.21462963	1.21	0.3163 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	1.57851852	0.19731481	1.11	0.3909 NS
MO	2	0.31444444	0.15722222	0.88	0.4258 NS
SP*MO	2	0.35148148	0.17574074	0.99	0.3866 NS
FR*MO	4	0.45888889	0.11472222	0.65	0.6353 NS
SP*FR*MO	4	0.22407407	0.05601852	0.32	0.8649 NS

CV = 25.37

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 66.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	3.52259259	1.76129630	3.69	0.0400 NS
SP	1	0.01185185	0.01185185	0.02	0.8761 NS

BLOQUE*SP	2	5.86037037	2.93018519	6.14	0.0070	NS
FR	2	0.84037037	0.42018519	0.88	0.4276	NS
SP*FR	2	0.12481481	0.06240741	0.13	0.8780	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	4.45703704	0.55712963	1.17	0.3580	NS
MO	2	0.17148148	0.08574074	0.18	0.8367	NS
SP*MO	2	3.13814815	1.56907407	3.29	0.0547	NS
FR*MO	4	0.25185185	0.06296296	0.13	0.9692	NS
SP*FR*MO	4	1.15851852	0.28962963	0.61	0.6615	NS

CV = 24.31

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 67.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.08259259	0.04129630	0.79	0.4643 NS
SP	1	0.12518519	0.12518519	2.40	0.1343 NS
BLOQUE*SP	2	0.00259259	0.00129630	0.02	0.9755 NS
FR	2	0.05148148	0.02574074	0.49	0.6164 NS
SP*FR	2	0.08925926	0.04462963	0.86	0.4374 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.32370370	0.04046296	0.78	0.6273 NS
MO	2	0.11592593	0.05796296	1.11	0.3453 NS
SP*MO	2	0.06259259	0.03129630	0.60	0.5566 NS
FR*MO	4	0.29740741	0.07435185	1.43	0.2557 NS
SP*FR*MO	4	0.49296296	0.12324074	2.36	0.0815 NS

CV = 15.72

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 68.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	7.60333333	3.80166667	6.42	0.0058 NS
SP	1	0.22685185	0.22685185	0.38	0.5418 NS
BLOQUE*SP	2	7.22703704	3.61351852	6.10	0.0072 NS
FR	2	5.25444444	2.62722222	4.44	0.0229 NS
SP*FR	2	1.57370370	0.78685185	1.33	0.2836 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	10.42296296	1.30287037	2.20	0.0647 NS
MO	2	0.16333333	0.08166667	0.14	0.8719 NS

SP*MO	2	0.66703704	0.33351852	0.56	0.5767	NS
FR*MO	4	3.11888889	0.77972222	1.32	0.2922	NS
SP*FR*MO	4	4.29740741	1.07435185	1.81	0.1590	NS

CV = 7.35

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 69- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Nitrógeno N del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00002883	0.00001441	0.78	0.4689 NS
SP	1	0.00002618	0.00002618	1.42	0.2451 NS
BLOQUE*SP	2	0.00001793	0.00000896	0.49	0.6209 NS
FR	2	0.00003989	0.00001994	1.08	0.3550 NS
SP*FR	2	0.00002067	0.00001034	0.56	0.5782 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00017413	0.00002177	1.18	0.3507 NS
MO	2	0.00004126	0.00002063	1.12	0.3431 NS
SP*MO	2	0.00003333	0.00001667	0.90	0.4183 NS
FR*MO	4	0.00005912	0.00001478	0.80	0.5361 NS
SP*FR*MO	4	0.00007853	0.00001963	1.06	0.3955 NS

CV = 104.16

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 70.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la tercer fecha de muestreo del 06 de julio de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00007189	0.00003595	1.88	0.1743 NS
SP	1	0.00000134	0.00000134	0.07	0.7936 NS
BLOQUE*SP	2	0.00006362	0.00003181	1.66	0.2105 NS
FR	2	0.00002634	0.00001317	0.69	0.5117 NS
SP*FR	2	0.00007112	0.00003556	1.86	0.1773 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00034307	0.00004288	2.24	0.0602 NS
MO	2	0.00001819	0.00000909	0.48	0.6271 NS
SP*MO	2	0.00014311	0.00007155	3.74	0.0385 NS
FR*MO	4	0.00006817	0.00001704	0.89	0.4841 NS
SP*FR*MO	4	0.00007813	0.00001953	1.02	0.4160 NS

CV = 14.79

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 71.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Fósforo P del gel de la sábila (*A. barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00000114	0.00000057	0.36	0.7041
SP	1	0.00000052	0.00000052	0.32	0.5740
BLOQUE*SP	2	0.00000068	0.00000034	0.21	0.8095
FR	2	0.00000056	0.00000028	0.18	0.8404
SP*FR	2	0.00000191	0.00000096	0.60	0.5585
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00001198	0.00000150	0.94	0.5065
MO	2	0.00000168	0.00000084	0.52	0.5990
SP*MO	2	0.00000038	0.00000019	0.12	0.8893
FR*MO	4	0.00001027	0.00000257	1.60	0.2058
SP*FR*MO	4	0.00000139	0.00000035	0.22	0.9266

CV = 132.98

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 72.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Potasio K del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.01615487	0.00807743	1.14	0.3364 NS
SP	1	0.01033350	0.01033350	1.46	0.2389 NS
BLOQUE*SP	2	0.02334060	0.01167030	1.65	0.2136 NS
FR	2	0.02678428	0.01339214	1.89	0.1728 NS
SP*FR	2	0.00973061	0.00486531	0.69	0.5128 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.04180351	0.00522544	0.74	0.6580 NS
MO	2	0.00719412	0.00359706	0.51	0.6081 NS
SP*MO	2	0.01157735	0.00578868	0.82	0.4536 NS
FR*MO	4	0.03622733	0.00905683	1.28	0.3060 NS
SP*FR*MO	4	0.02996537	0.00749134	1.06	0.3989 NS

CV = 112.91

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 73.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Calcio del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.02164737	0.01082369	162.33	<.0001 NS
SP	1	0.00002141	0.00002141	0.32	0.5762 NS
BLOQUE*SP	2	0.00014115	0.00007057	1.06	0.3626 NS
FR	2	0.00021081	0.00010541	1.58	0.2265 NS
SP*FR	2	0.00018859	0.00009430	1.41	0.2627 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00043859	0.00005482	0.82	0.5911 NS
MO	2	0.00005359	0.00002680	0.40	0.6735 NS
SP*MO	2	0.00014537	0.00007269	1.09	0.3522 NS
FR*MO	4	0.00008319	0.00002080	0.31	0.8672 NS
SP*FR*MO	4	0.00003630	0.00000907	0.14	0.9674 NS

CV = 18.40

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 74.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Hierro Fe del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego

(15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la cuarta fecha de muestreo del 15 de octubre de 2004. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.98777778	0.49388889	2.50	0.1032 NS
SP	1	0.08962963	0.08962963	0.45	0.5070 NS
BLOQUE*SP	2	0.38259259	0.19129630	0.97	0.3940 NS
FR	2	0.68777778	0.34388889	1.74	0.1967 NS
SP*FR	2	0.02259259	0.01129630	0.06	0.9445 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	1.20296296	0.15037037	0.76	0.6391 NS
MO	2	0.05444444	0.02722222	0.14	0.8719 NS
SP*MO	2	0.12703704	0.06351852	0.32	0.7281 NS
FR*MO	4	0.87444444	0.21861111	1.11	0.3762 NS
SP*FR*MO	4	0.26407407	0.06601852	0.33	0.8521 NS

CV = 13.69

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 75.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Manganeseo Mn del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.44925926	0.22462963	3.02	0.0676 NS
SP	1	0.00296296	0.00296296	0.04	0.8435 NS
BLOQUE*SP	2	0.00259259	0.00129630	0.02	0.9827 NS
FR	2	0.26259259	0.13129630	1.77	0.1925 NS
SP*FR	2	0.04925926	0.02462963	0.33	0.7213 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.23037037	0.02879630	0.39	0.9168 NS
MO	2	0.04925926	0.02462963	0.33	0.7213 NS
SP*MO	2	0.06481481	0.03240741	0.44	0.6517 NS
FR*MO	4	0.13185185	0.03296296	0.44	0.7761 NS
SP*FR*MO	4	0.30962963	0.07740741	1.04	0.4067 NS

CV = 30.54

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 76.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Zinc Zn del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
--------	----	-------------------	------------------	---------	--------

BLOQUE	2	0.10259259	0.05129630	1.28	0.2973	NS
SP	1	0.00666667	0.00666667	0.17	0.6874	NS
BLOQUE*SP	2	0.19444444	0.09722222	2.42	0.1104	NS
FR	2	0.13481481	0.06740741	1.68	0.2080	NS
SP*FR	2	0.12444444	0.06222222	1.55	0.2331	NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.73185185	0.09148148	2.28	0.0570	NS
MO	2	0.36037037	0.18018519	4.48	0.0222	NS
SP*MO	2	0.02333333	0.01166667	0.29	0.7506	NS
FR*MO	4	0.29962963	0.07490741	1.86	0.1496	NS
SP*FR*MO	4	0.49222222	0.12305556	3.06	0.0359	NS

CV = 14.82

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 77.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Cobre Cu del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.01037037	0.00518519	0.09	0.9149 NS
SP	1	0.28166667	0.28166667	4.85	0.0375 *
BLOQUE*SP	2	0.01777778	0.00888889	0.15	0.8589 NS
FR	2	0.14037037	0.07018519	1.21	0.3161 NS
SP*FR	2	0.52111111	0.26055556	4.49	0.0221 *
BLOQUE*FR(SP)	8	0.75851852	0.09481481	1.63	0.1676 NS
MO	2	0.21814815	0.10907407	1.88	0.1746 NS
SP*MO	2	0.08777778	0.04388889	0.76	0.4804 NS
FR*MO	4	0.19962963	0.04990741	0.86	0.5021 NS
SP*FR*MO	4	0.11444444	0.02861111	0.49	0.7410 NS

CV = 22.62

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 78.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Boro Bo del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	285.8625926	142.9312963	539.74	<.0001 NS
SP	1	0.0312963	0.0312963	0.12	0.7340 NS
BLOQUE*SP	2	3.3514815	1.6757407	6.33	0.0062 *
FR	2	16.5181481	8.2590741	31.19	<.0001 *
SP*FR	2	17.2714815	8.6357407	32.61	<.0001 *
BLOQUE*FR(SP)	8	66.1170370	8.2646296	31.21	<.0001 *
MO	2	0.5159259	0.2579630	0.97	0.3920 NS
SP*MO	2	1.1181481	0.5590741	2.11	0.1430 NS
FR*MO	4	2.2696296	0.5674074	2.14	0.1065 NS
SP*FR*MO	4	1.2940741	0.3235185	1.22	0.3278 NS

CV = 16.64

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 79.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Nitrógeno N del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004..

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00000460	0.00000230	1.21	0.3157 NS
SP	1	0.00000468	0.00000468	2.46	0.1298 NS
BLOQUE*SP	2	0.00000027	0.00000014	0.07	0.9306 NS
FR	2	0.00000859	0.00000430	2.26	0.1263 NS
SP*FR	2	0.00000720	0.00000360	1.89	0.1725 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00001733	0.00000217	1.14	0.3745 NS
MO	2	0.00000451	0.00000225	1.19	0.3230 NS
SP*MO	2	0.00000375	0.00000188	0.99	0.3874 NS
FR*MO	4	0.00002227	0.00000557	2.93	0.0420 NS
SP*FR*MO	4	0.00000614	0.00000154	0.81	0.5329 NS

CV = 34.08

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

Cuadro 80.- Análisis de Varianza (ANOVA) del porcentaje de Sodio Na del gel de la sábila (*A.barbadensis*) en diferentes sistemas de plantación (surco y cama), frecuencias de riego (15, 30, 45 días) y dosis de materia orgánica (ton/ha) en la fecha cuatro de muestreo del 15 de octubre de 2004.. Bermejillo, Dgo. 2004.

FUENTE	GL	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	VALOR F	PROB F
BLOQUE	2	0.00030470	0.00015235	1.40	0.2666 NS
SP	1	0.00067557	0.00067557	6.20	0.0201 NS
BLOQUE*SP	2	0.00000115	0.00000057	0.01	0.9947 NS
FR	2	0.00011304	0.00005652	0.52	0.6019 NS
SP*FR	2	0.00000459	0.00000230	0.02	0.9792 NS
BLOQUE*FR(SP)	8	0.00092993	0.00011624	1.07	0.4180 NS
MO	2	0.00028937	0.00014469	1.33	0.2840 NS
SP*MO	2	0.00034359	0.00017180	1.58	0.2275 NS
FR*MO	4	0.00096407	0.00024102	2.21	0.0981 NS
SP*FR*MO	4	0.00068274	0.00017069	1.57	0.2156 NS

CV = 17.69

NS = No Significancia.

* = Significancia al 0.05 de Probabilidad.

**EFFECTO DE LA PODA SOBRE EL POTENCIAL PRODUCTIVO
DE MEZQUITALES NATIVOS (*Prosopis glandulosa* Torr. var
glandulosa) EN LA COMARCA LAGUNERA.**

Tesis realizada por **Rafael Carrillo Flores** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN RECURSOS NATURALES
Y MEDIO AMBIENTE EN ZONAS ARIDAS**

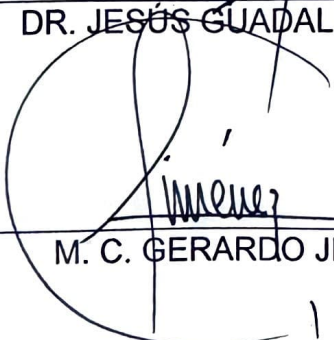
DIRECTOR:


M. C. FEDERICO GÓMEZ LORENCE

ASESOR:


DR. JESÚS GUADALUPE ARREOLA ÁVILA

ASESOR:

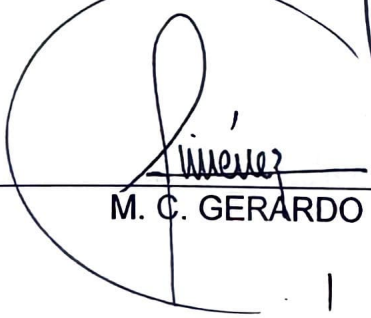

M. C. GERARDO JIMÉNEZ GONZÁLEZ

**EFFECTO DE LA PODA SOBRE EL POTENCIAL PRODUCTIVO
DE MEZQUITALES NATIVOS (*Prosopis glandulosa* Torr. var
glandulosa) EN LA COMARCA LAGUNERA.**

El jurado que revisó y aprobó el examen de grado de **Rafael Carrillo Flores**, autor de la presente tesis de Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Medio Ambiente en Zonas Áridas estuvo constituido por:

PRESIDENTE: 
M. C. FEDERICO GÓMEZ LORENCE

ASESOR: 
DR. JESÚS GUADALUPE ARREOLA ÁVILA

ASESOR: 
M. C. GERARDO JIMÉNEZ GONZÁLEZ