

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**



**“Efectos de Inductores de Resistencia en el Contenido Nutricional del Agave
Mezcalero (*Agave durangensis*)”**

Presentada por:

ENOC BARRERA AGUILAR

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México

DICIEMBRE DE 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**



**DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y ALIMENTOS**

**“Efectos de Inductores de Resistencia en el Contenido Nutricional del Agave
Mezcalero (*Agave durangensis*)”**

Presentada por:

ENOC BARRERA AGUILAR

TESIS

**Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador
Como requisito parcial para obtener el título de:**

INGENIERO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

APROBADA

**Lic Laura Olivia Fuentes Lara
Presidente del jurado**

**Dr Adalberto Benavides Mendoza
Sinodal**

**Dra Hortensia Ortega Ortiz
Sinodal**

**Dr Ramón F. García Castillo
Coordinador de la División de Ciencia Animal**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO

DICIEMBRE DE 2006

AGRADECIMIENTOS

A mi **Alma Mater** por haberme dado la oportunidad de formarme como un ingeniero y haberme cobijado durante mi estancia en ella.

A la **Lic. Laura Olivia Fuentes Lara** por la confianza y el apoyo incondicional que me brindó para poder realizar el presente trabajo de investigación. Así también por su paciencia y sus enseñanzas valiosas.

A la **Dra. Hortensia Ortega Ortíz** por su valioso apoyo brindado para la realización del presente trabajo, así como por la confianza demostrada.

Al **Dr. Adalberto Benavides Mendoza** por su confianza y por todo el apoyo y facilidades brindadas para la realización de este trabajo de investigación.

A la **M.C. María Hernández González** por todas las cosas buenas que aprendí de ella.

A la **M.C. Xóchilt Ruelas Chacón** por su esfuerzo dedicado a la formación de Ingenieros competentes.

Al **M.C. Oscar Noé Reboloso Padilla** por sus conocimientos transmitidos que influyeron en mi formación.

A la **Dra. María de Lourdes Morales Caballero** por todos sus consejos provechosos, por todos los conocimientos tan valiosos que me regaló y por influir en mi formación como persona de bien.

Al **TLQ Carlos Alberto Arévalos Sanmiguel** por su valiosa ayuda y paciencia mostrada en el laboratorio.

A la **TLQ María de Jesús Sánchez Velásquez** por su amistad, apoyo y motivación mostrados hacia mi persona.

DEDICATORIAS

A mis padres **Artemio y Esther** mis mejores maestros, por todo su amor y cariño, por sus enseñanzas y consejos, por haberme inculcado los valores que me han permitido llegar tan lejos y ser mejor persona.

A mis abuelos **Faustino (+) y Rosario (+)** por que a pesar de ya no estar a mi lado he aprendido muchas cosas buenas de ellos a través de las valiosas enseñanzas heredadas a mis padres.

A mis hermanos **Artemio, José, Reynol y Edson** por todo el apoyo, cariño y alegría que recibo de ellos.

A mis amigos: **René, Nohemí, Paty, Nuyen, Dodany, Iris, Lizbeth, Paulino, Juan Carlos, Gerardo, jorge L, Emmanuel P, Edgar, Luz, Ivón, Sara, Griselda, Rosy, Emmanuel, Breznev, Elvia y Jasiel** por su amistad brindada y los momentos agradables que pasamos.

A la familia **Vera Domínguez** por sus consejos, su confianza, motivación y cariño brindado.

A mis abuelos **José y Natividad (+)** por su cariño y afecto mostrados.

A mis sobrinos **Artémio, Montserrat y Diego** por esos momentos tan divertidos que me hacen pasar.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIAS	iv
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE GRAFICAS	ix
RESUMEN	x
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
1.1 Objetivo general.....	3
1.2 Objetivos específicos.....	3
1.3 Hipótesis.....	3
CAPÍTULO 2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 El agave	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Clasificación y descripción del agave durangensis.....	4
2.1.3 Aprovechamiento de los agaves.....	5
2.1.4 Denominación de origen del mezcal.....	6
2.1.5 Proceso de transformación de la materia prima a mezcal.....	7
2.1.6 Importancia del género agave.....	8
2.1.7 Situación actual del agave en México.....	8
2.1.8 Comportamiento de los azúcares y almidones en las planta.s.....	9
2.1.9 Composición química de diferentes especies de agave.....	9

2.2 Inductores	10
2.2.1 Ácido Salicílico (AS).....	10
2.2.2 Quitosano (Q).....	11
2.2.3 Complejo de poli (ácido acrílico)- quitosano (PAA-Q).....	12
2.2.4 Ácido benzoico (AB).....	13
CAPITULO 3 MATERIALES Y MÉTODOS	15
3.1 Localización geográfica del área experimental.....	15
3.2 Descripción del material experimental.....	15
3.3 Tratamientos y concentración.....	15
3.4 Preparación de las muestras	16
3.4.1 Muestra fresca.....	16
3.4.2 Muestra seca.....	16
3.5 Diseño experimental.....	16
3.6 Variables Bioquímicas.....	17
3.6.1 Porcentaje de azúcares solubles en alcohol al 80%.....	17
3.6.2 Glucosa (%).....	17
3.6.3 Almidón (%).....	17
3.6.4 Materia Orgánica (%).....	17
3.6.5 Carbono Orgánico (%).....	17
3.6.6 Azúcares totales (%).....	18
3.6.7 Grasa Total (%).....	18
3.6.8 Fibra Cruda (%).....	18
3.6.9 Proteína (%).....	18

3.6.10 Cenizas (%).....	18
CAPÍTULO 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES.....	29
CAPÍTULO 6 LITERATURA CITADA.....	31
APÉNDICE I.....	35

ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Tabla 1 Composición química de diferentes especies de agave.....	10
Cuadro1 Resultados por ciento de azúcares totales.....	19
Cuadro 2 Resultados por ciento de azúcares solubles.....	20
Cuadro 3 Resultados por ciento de glucosa.....	21
Cuadro 4 Resultados por ciento de almidón.....	22
Cuadro 5 Resultados por ciento de materia orgánica.....	23
Cuadro 6 Resultados por ciento de carbono orgánico.....	24
Cuadro 7 Resultados por ciento de cenizas.....	25
Cuadro 8 Resultados por ciento de proteína.....	26
Cuadro 9 Resultados por ciento de grasa.....	27
Cuadro 10 Resultados por ciento de fibra.....	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Agave durangensis</i> en forma natural.....	4
Figura 2 Estructura química del ácido salicílico.....	11
Figura 3 Estructura química del Complejo de poli (ácido acrílico)- quitosano (PAA-Q).....	13
Figura 4 Estructura química del ácido Benzoico.....	14

ÍNDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 Efectos en el por ciento de azúcares totales.....	50
Gráfica 2 Efectos en el por ciento de azúcares solubles.....	50
Gráfica 3 Efectos en el por ciento de glucosa.....	51
Gráfica 4 Efectos en el por ciento de almidón.....	51
Gráfica 5 Efectos en el por ciento de materia orgánica.....	52
Gráfica 6 Efectos en el por ciento de carbono orgánico.....	52
Gráfica 7 Efectos en el por ciento de cenizas.....	53
Gráfica 8 Efectos en el por ciento de proteínas.....	53
Gráfica 9 Efectos en el por ciento de grasa.....	54
Gráfica 10 Efectos en el por ciento de fibra.....	54

RESUMEN

Desde tiempos precolombinos los agaves han sido utilizados para la elaboración de bebidas fermentadas (aguamiel, jarabes, pulque y vinagre); así como en comidas, condimentos y saborizantes.

El *Agave durangensis* es una planta silvestre que actualmente representa una alternativa de cultivo en las regiones semidesérticas y desérticas del norte de México, se aprovecha principalmente para la elaboración del mezcal aunque su aprovechamiento actual es de autoconsumo.

La aplicación de fertilizantes y de inductores de resistencia al estrés puede ser una buena alternativa para obtener una reducción en el tiempo de maduración del *agave durangensis* y de esta forma beneficiar a los productores al suprimir los costos de producción de todo un año. También se ha comprobado que al aplicar tratamientos con inductores de resistencia en cultivos como tomate, remolacha y especies del desierto, se han obtenido buenos rendimientos en la producción y con resultados favorables en el contenido nutricional de los mismos (Hidalgo L., W. Argüelles y C. Peniche. 1996).

Se ha comprobado que los azúcares se acumulan en las plantas de agave a través de los años y en el caso del *agave tequilana weber* al ser tratado con inductores de resistencia como el PAAQ presentó una mayor acumulación de carbohidratos en hojas y coronas de la planta (Landa 2004).

En el presente trabajo de investigación se propuso la aplicación de 5 inductores de resistencia a diferentes concentraciones (PAAQ al 10%, AS10⁻⁴, AS10⁻⁶, AB10⁻⁴ y AB10⁻⁶) ya que la aplicación de quitosano, ácido salicílico y PAAQ en el agave

tequilana weber tuvo efectos muy favorables en la acumulación de carbohidratos en ambas partes vegetales.

La mayor acumulación de carbohidratos en las plantas de *agave durangensis* se presentó en la estructura de la corona. Las plantas del primer muestreo presentaron acumulación de azúcares totales y azúcares solubles, ligeramente mayor a las del segundo muestreo.

El AS 10^{-6} M y el AB 10^{-4} M aumentaron la concentración de azúcares totales; el AS 10^{-4} M y el AB 10^{-6} M aumentaron el contenido de glucosa y almidón en las plantas. El PAAQ 10% aumentó la concentración de grasa en las hojas del segundo muestreo. Los inductores de resistencia tuvieron efectos específicos en la acumulación únicamente de ciertos nutrientes.

INTRODUCCIÓN

El agave a diferencia de otros cultivos requiere de ocho a diez años para su maduración y existe una demanda insatisfecha de este producto durante ese período de tiempo. En la región norte existen especies de agave que pueden ser cultivadas fácilmente y que se encuentran ya adaptadas al medio desértico, el agave mezcalero (*Agave durangensis*) es uno de estos, sin embargo; se requiere de mejorar su calidad nutricional y a su vez su calidad como materia prima para de esta forma impulsar su aprovechamiento.

Aún en la actualidad existe poca investigación realizada en agaves por lo cual, se presenta una falta de conocimientos en relación a la acumulación de nutrientes y en lo referente a la producción de piñas más grandes y de mayor concentración de azúcares indispensables en los procesos fermentativos.

El agave mezcalero (*Agave durangensis*) es una planta silvestre que ha empezado a tomar gran importancia como alternativa de cultivo en las regiones semidesérticas y desérticas del norte de México, aprovechándose para la elaboración de algunos alimentos y de bebidas fermentadas principalmente el mezcal, por lo cual es importante buscar alternativas para hacer rentable su cultivo. Una alternativa viable puede ser la aplicación de fertilizantes y de inductores de resistencia al estrés que permitan obtener una reducción en el tiempo de maduración del agave y lograr así satisfacer la demanda con plantas de composición química adecuada para su posterior procesamiento.

Ante la importancia de realizar investigación enfocada a evaluar los efectos de ciertos inductores de resistencia al estrés en agaves, se plantea la aplicación de diferentes tratamientos utilizando distintas concentraciones (ácido salicílico, ácido benzoico y complejo de poliácido acrílico-quitósán) probados ya anteriormente en otras variedades y reflejando efectos positivos en la variedad *tequilana weber*, por lo cual es de gran relevancia: evaluar los efectos producidos por estos tratamientos en las características nutricionales del agave mezcalero (*Agave durangensis*).

1.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de los inductores de resistencia en el contenido nutricional del agave mezcalero (*Agave durangensis*).

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar si los tratamientos aplicados incrementan el contenido de nutrientes en el agave mezcalero (*Agave durangensis*).
- Observar si el efecto de los inductores de resistencia es similar al observado en la variedad azul (*Agave tequilana weber*).

1.3 HIPÓTESIS

El aumento en la concentración de inductores de resistencia modificará el metabolismo del agave mezcalero (*Agave durangensis*), resultando en un incremento en el contenido nutricional.

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 El agave**2.1.1 Origen**

El agave es una planta originaria de México, adaptada a condiciones de aridez, que ha sido utilizada, hasta la actualidad para satisfacer y complementar necesidades básicas: alimento, forraje, medicamentos y construcción, tal es el caso del *agave durangensis* nativo de México en los estados de Durango y de Zacatecas, donde crece en la tierra rocosa en las altitudes entre 1600 y 2600 m (5500 y 8500 pies). Se desarrolla en forma natural en tierras semiáridas, generalmente fuera del contexto parcelario (Illsey, 2003).



Figura 1. *Agave durangensis* en forma natural

2.1.2 Clasificación y descripción del agave durangensis

Es un arbusto de 2m de altura de la familia *Agavaceae* y del género *agave* cuyo nombre científico es: *Agave durangensis* Gentry. Requiere poca agua y presenta una excelente tolerancia al calor. Dentro de sus principales usos se encuentran la

elaboración de bebidas y licores en donde el tallo se usa para elaborar el mezcal; como comestible en donde las flores y el qurote se consumen cocidos y como fibras para lo cual de las hojas se extrae el ixtle para hacer sogas o cuerdas. Esta especie es de hábito terrestre, crece en el bosque de encino a 1900 msnm y en bosque de pino-encino a 2000-2500 msnm. Este agave no recibe manejo y se puede reproducir por hijuelos además de que se recolecta durante todo el año según se requiera ya que es un producto de autoconsumo. Es una planta que se encuentra distribuida principalmente en Durango en mezquital, Nombre del Dios y Suchil. Es originario de México (estados de Durango y Zacatecas), de 1600-2600 m (5500 a 8500 pies). PROCYMAF. SEMARNAP 2006.

2.1.3 Aprovechamiento de los agaves

Desde tiempos precolombinos los agaves han sido utilizados para la elaboración de bebidas fermentadas (aguamiel, jarabes, pulque y vinagre); así como en comidas, condimentos y saborizantes. Diversas partes son utilizadas con fines medicinales. El qurote y las hojas para la construcción de viviendas. Sus fibras para la elaboración de tejidos o vestuario. Las hojas y las piñas secas se utilizan como combustible. En el área agrícola sirven para deslindar terrenos, formar y proteger terrazas, cercas protectoras, protección contra la erosión (Nobel, 1998). Muchos magueyes silvestres están siendo utilizados para elaborar mezcal. La alta demanda de este producto pone en peligro a las poblaciones debido a que requiere la extracción de la planta entera antes de la floración (Illsey, 2003).

Estudios realizados en agave azul (*Agave tequilana weber*) y agave mezcalero (*Agave angustifolia*) mostraron que la fertilización con un balance de Na/K e

inductores de resistencia, provocó efectos positivos en algunos carbohidratos y minerales, así como algunos efectos morfológicos en las plantas. (Contreras Landa, 2003). En otros estudios recientes se ha comprobado que al aplicar tratamientos con inductores de resistencia en cultivos como tomate, remolacha y especies del desierto, se han obtenido buenos rendimientos en la producción y con resultados favorables en el contenido nutricional de los mismos (Hidalgo L., W. Argüelles y C. Peniche. 1996).

Para aprovechar legalmente el agave se requiere apegarse a la ley de desarrollo forestal sustentable y a la NOM-005-RECNAT-1997.

El aprovechamiento del *agave durangensis* se efectúa en condiciones de marginalidad, con respecto de un empleo racional. Las plantaciones de reforestación de *Agave* comenzaron a partir de 1998, se reportaron en esa fecha 45 ha y para el 2002, 200 ha PRONARE (2002). A través de plantaciones comerciales tecnológicamente desarrolladas de este cultivo, se constituiría una sólida alternativa de cambio del monocultivo tradicional, diversificado opcional, ayudando a prevenir y aminorar problemas ecológicos y sociales como el desempleo y la emigración. No obstante, este cambio no implica necesariamente la supresión de los satisfactores alimentarios básicos (maíz y frijol).

2.1.4 Denominación de origen del mezcal

Para los efectos de esta declaración de protección se establece como región geográfica la comprendida por los estados de Oaxaca, Guerrero, Durango, San Luis Potosí y Zacatecas, particularmente en el estado de Oaxaca, la zona denominada "La Región del Mezcal" que incluye los distritos de Sola de Vega, Miahuatlán,

Yautepec, Tlacolula (Santiago Matatlán), Ocotlán, Ejutla y Zimatlán (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2006).

2.1.5 Proceso de transformación de la materia prima a mezcal

Las piñas se cortan a la mitad para facilitar su acomodo en el horno. El cocimiento del maguey se realiza en un horno de piso de 4 m de diámetro y 2.5 m de profundidad, con capacidad para tres toneladas de piña. Se calienta con leña de encino y piedras, luego se colocan las piñas y se tapa con bagazo, petates y la misma tierra derivada de la excavación, el horneado dura 72 horas. Las piñas una vez cocidas, pasan a una superficie de cemento o empedrada, en donde mediante un “molino chileno”, que consiste de una piedra circular que se hace girar mediante tracción animal, las piñas se van moliendo hasta dejarlas totalmente desgarradas. La piña ya macerada pasa a unas tinajas de madera de hasta 2,000 litros de capacidad, están llenas con agua caliente para su fermentación, la cual se realiza a base de levaduras (*Saccharomyces cereviceae*), principalmente la mezcla se mueve con un bieldo lográndose la fermentación entre las 24-48 horas aproximadamente; en ocasiones se agrega sulfato de amonio para acelerar este proceso (Cruz Juarez, 2001; Illsey, 2003).

.La destilación se hace en alambiques de cobre, aunque en palenques rústicos todavía se utilizan ollas de barro. Se aplica calor con leña de encino, se coloca el fermentado (caldo y bagazo) en el alambique y se cierra. Con el calor generado, el extracto alcohólico se evapora y mediante una serpentina enfriada con agua, se condensa y se obtiene el mezcal. El primer mezcal que sale se le denomina de “puntas” y se caracteriza por su alto grado alcohólico, después se colecta el mezcal

denominado “corazón” y finalmente las “colas” con un menor grado alcohólico, mezclándose todos ellos para que se uniformicen y comercializarlo con un grado alcohólico entre 45-50° Gay Lussac (Illsey, 2003).

2.1.6 Importancia del género agave

El género agave ha tenido y tiene importancia en la economía de diversos grupos de población en nuestro país. Podemos decir con certeza que no existe ningún otro tipo de plantas silvestres en México que haya tenido tantas modalidades de utilización como los magueyes (Gómez-Pompa, 1963). Dos bebidas alcohólicas elaboradas con agave: el mezcal y el tequila, han logrado tener importancia económica a nivel mundial (Ramírez, 1936; CONABIO, 1997; García- Mendoza, 1998).

2.1.7 Situación actual del agave en México

El agave enfrenta hoy en día una crisis productiva, por su excesiva explotación por la demanda en la elaboración del tequila, mezcal y demás bebidas fermentadas así como por el largo periodo de producción. Además la falta de conocimientos en relación a la pérdida de plantas por la incidencia de plagas y enfermedades; todo esto es resultado de la escasa investigación y falta de transferencia de tecnología (Martínez, 1994).

Actualmente el *agave durangensis* está siendo motivo de importantes investigaciones relacionadas con su aprovechamiento en busca de alternativas para obtener una mayor producción de mezcal y de mejor calidad, investigadores del Instituto Tecnológico de Durango sugieren que la fermentación del mosto sin bagazo puede

ser una alternativa para mejorar la calidad del mezcal producido en el estado de Durango más no para aumentar el rendimiento (Soto-García *et al.*, 2006).

2.1.8 Comportamiento de los azúcares y almidones en las plantas

El almidón es el principal carbohidrato de reserva en las plantas, se acumula a nivel de las hojas en los cloroplastos, donde es producto directo de la fotosíntesis. En los órganos de reserva se acumula en los amiloplastos, en los cuales se forma después de la traslocación de sacarosa u otro carbohidrato proveniente de las hojas (Salisbury y Ross 1994).

Christopher y Houltum, 1996 evaluaron los carbohidratos almacenados durante la desacidificación en presencia de luz de 11 especies CAM encontrando que la especie de *agave guadalajarana* no almacena almidón, glucosa, fructosa ni sacarosa.

Bautista *et al.*, 2003 compararon el contenido de ART en plantas del mismo origen encontrando diferencias en plantas del tamaño de una toronja (2.10%) y las de tamaño de una naranja (1.4%). Se encontró que el tamaño de la planta influye en el contenido de azúcares ya que a mayor tamaño mayor concentración de ART, con esto se confirma que la planta acumula los azúcares a través de los años.

2.1.9 Composición química de diferentes especies de agave

Debido a la importancia de estas plantas para el empleo por la gente, varios estudios han sido conducidos para determinar la composición química de plantas de Agave (Martínez, 1994).

Tabla1. Composición química de diferentes especies de agave.

Especie	Referencia	Materia seca %	Proteína cruda %	Extracto libre de nitrógeno %	Extracto etéreo %	Fibra cruda %	Cenizas %
<i>A. asperima</i>	Espinoza(1964)	8.6	5.8	-----	2.4	18.9	-----
<i>A. atrovirens</i>	Martínez(1994)	10.4	4.5	57.9	1.4	19.7	16.1
<i>A. salmiana</i>	Martínez	11.1	4.6	57.1	1.3	17.2	20.5
<i>A. Mean</i>		10.0	5.0	57.5	1.6	18.6	18.3

Fuente: Martínez, 1994.

2.2 Inductores

2.2.1 Acido Salicílico (AS)

El ácido salicílico aplicado de forma exógena en concentraciones de 10^{-2} a 10^{-8} M aumentó la biomasa de plantas de soya (Gutierrez-Coronado *et al.*, 1998) y el rendimiento de trigo (López *et al.*, 1998). El AS se relaciona con la adaptación de las plantas a los ambientes extremos y esto pudiera convertir a este compuesto y sus derivados en herramientas para el manejo agronómico del estrés (Benavides, 2002). Un efecto positivo de las aplicaciones foliares de AS es un efecto en la tasa fotosintética (Khan *et al.*, 2003).

La aplicación exógena de AS da lugar a una respuesta de resistencia sistémica adquirida por lo cual se dice que el AS funciona como activador o inductor de este proceso. En el tabaco la aplicación de este compuesto o de partículas del virus del mosaico del tabaco, da lugar a la inducción de prácticamente las mismas proteínas de defensa (Kang *et al.*, 1998).

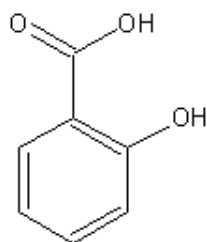


Figura 2. Estructura química del ácido salicílico.

2.2.2 Quitosano (Q)

Es un polisacárido de cadena lineal y se obtiene mediante la desacetilación extensiva de la quitina, presente en los caparazones de los crustáceos, moluscos, cutículas de insectos y como constituyente de paredes celulares de muchos hongos (Peniche *et al.*, 2001). Es un biopolímero de alto peso molecular (Miranda *et al.*, 2002) biodegradable, de baja toxicidad (Cárdenas *et al.*, 2002) y una ventaja de su uso es que promueve el crecimiento de las plantas desde que puede actuar como fuente de carbono o regulador del crecimiento, además de impartir resistencia a cultivos de plantas de ciertos tipos de patógenos (Fry *et al.*, 1993) promoviendo de esta forma la activación de respuestas de defensa contra estrés (Lee *et al.*, 1999).

El quitosano es degradado por enzimas (Sashiwa *et al.*, 1997), como la quitosanasa la cual se encuentra en las plantas e insectos (Jenieux, 1997).

El quitosano presenta una actividad microbiana antiviral y antitumoral (Tokura *et al.*, 1997). En solución se comporta como polielectrolito catiónico debido a la protonación de sus grupos amina. Debido a lo anterior ha sido empleado como agente floculante para el procesamiento de residuos industriales. En la industria alimentaria ha sido utilizado para el tratamiento de jugo de frutas y vinos (Noomhornm *et al.*, 1998). Se

hacen recubrimientos comestibles de frutas y vegetales para prolongar su tiempo de almacenamiento (Maruka, 1993).

La actividad antifúngica del quitosano (Hirano y Nagao, 1989) y su capacidad para promover cambios metabólicos en las plantas, le permite influir favorablemente sobre el desarrollo de cultivos (Hidalgo *et al.*, 1996).

Benavides *et al.*, (2001) mencionaron que aplicaciones en lechuga durante nueve semanas de soluciones de 0.1 y 0.25% p/v de quitosano en ácido acético al 1%; mostraron mayor peso la solución al 0.1% de quitosano con un peso fresco aéreo de 1.14 Kg y 0.65 Kg en peso fresco de la raíz.

2.2.3 Complejo de poli (ácido acrílico)- quitosano (PAA-Q)

Es un polímero sintético que trabaja como agente quelante, como dispersante para pigmentos orgánicos, como floculante y como adhesivo y en la modificación del suelo no existen reportes sobre la viabilidad en aplicaciones a plantas (Benavides *et al.*, 2004).

Este complejo se comporta como un activador específico dependiendo del peso molecular del quitosano. Además de que activa al mismo tiempo los mecanismos de defensa en la planta observándose un efecto positivo en el crecimiento de plantas de lechuga y en el peso del bulbo de la cebolla las cuales fueron sometidas a estrés hídrico y salinidad; se usaron aplicaciones de PAA-Q, de bajo peso molecular al 0.1% (p/v) en agua con $5 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de NaCl. (Benavides *et al.*, 2004).

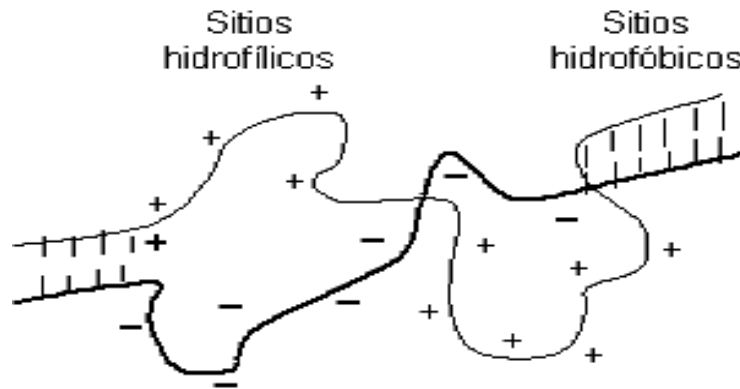


Figura 3. Estructura química del complejo de poli(ácido acrílico)-quitosano.

2.2.4 Ácido benzoico (AB)

El ácido benzoico es un [ácido carboxílico](#) aromático que tiene un grupo carboxilo unido a un anillo fenólico. En condiciones normales se trata de un sólido incoloro con un ligero olor característico. Es poco soluble en agua fría pero tiene buena solubilidad en agua caliente o disolventes orgánicos. Como compuesto natural normalmente está presente en altas concentraciones en los arándanos. Por el contrario, la mayoría de las otras bayas comestibles y sus productos no lo poseen.

Aplicaciones:

Es un conservante utilizado tanto como ácido (E210) como en forma de sus sales de sodio (E211), de potasio (E212) o de calcio (E213).

El ácido benzoico y sus derivados sólo se pueden utilizar para conservar alimentos con un pH ácido. Protege sobre todo contra el moho (también las variantes que producen las aflatoxinas) y fermentaciones no deseadas. A veces se utiliza

conjuntamente con el dióxido de azufre (SO₂) o los sulfitos para atacar un espectro más amplio de microorganismos.

También es producto de partida en la producción de ésteres del ácido benzoico que se utilizan en perfumería.

Algunos ésteres con alcoholes de cadena más larga se utilizan también para ablandecer plásticos como el PVC.

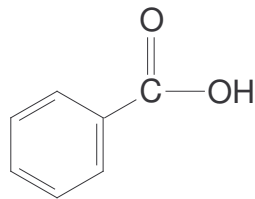


Figura 4. Estructura química del ácido benzoico.

MATERIALES Y MÉTODOS**3.1 Localización geográfica del área experimental**

Las determinaciones realizadas en el presente trabajo se efectuaron en los laboratorios de ciencias básicas y de nutrición y alimentos. Previa realización de los muestreos con plantas de *agave durangensis* tratadas en el invernadero del departamento de fitotecnia de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México localizada entre los paralelos 25°22' de latitud norte y los meridianos 101°103' de longitud oeste, a una altura de 1743 msnm.

3.2 Descripción del material experimental

Se utilizaron 48 plantas en total para la preparación de las muestras requeridas para los análisis de laboratorio, es decir, 4 plantas por tratamiento en cada muestreo dos plantas se emplearon para la preparación de muestra seca y otras dos para muestra fresca.

3.3 Tratamientos y concentración

1. Complejo poli(ácido acrílico)-quitosano al 0.1% (200mL/ planta).
2. Ácido salicílico (AS) 10^{-4} M.
3. Ácido salicílico (AS) 10^{-6} M.
4. Ácido benzoico (AB) 10^{-4} M.
5. Ácido benzoico (AB) 10^{-6} M.
6. Agua (Testigo).

3.4 Preparación de las muestras

3.4.1 Muestra fresca

Una vez realizado el muestreo, se procedió a seccionar las plantas sacrificadas en 2 partes, una correspondiente a la corona y la otra a las hojas para esto se cortó del centro para cada uno de los ejes 5 cm de cada una de las plantas. Posteriormente se eliminó la cutícula de la hoja y para el caso de la corona se tomó una muestra del corazón de la misma. Luego se procedió a guardar la muestra fresca en frascos de vidrio en el congelador, previa identificación de los mismos. Las muestras frescas se utilizaron en las determinaciones de glucosa y almidón, materia orgánica y carbono orgánico, azúcares solubles en alcohol al 80%.

3.4.2 Muestra seca

La corona y la hoja se guardaron en bolsas de papel y se pusieron a secar en la estufa a 60°C. Una vez ya secas las muestras se molieron en forma separada tanto hojas como coronas y posteriormente se guardaron en frascos de vidrio y plástico, previa identificación de los mismos.

3.5 Diseño experimental

Para el presente trabajo de investigación se aplicó un diseño estadístico completamente al azar, usando una solución nutritiva (Douglas normal) con aplicación de 6 tratamientos con 4 inductores de resistencia y 16 repeticiones por tratamiento. Se realizaron dos muestreos aleatorios para lo cual se tomaron cuatro plantas por tratamiento, en cada muestreo a estas plantas se les realizó un análisis bromatológico.

3.6 Variables Bioquímicas

3.6.1 Porcentaje de azúcares solubles en alcohol al 80%

En esta determinación se utilizaron muestras frescas, empleando el método descrito en: A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D. C; U. S. A. p.p. 46.

3.6.2 Glucosa (%)

En esta determinación se utilizaron muestras frescas, empleando la técnica de reducción de cobre descrita por Miller en A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D. C; U. S. A. p.p.

3.6.3 Almidón (%)

En esta determinación se utilizaron muestras frescas, empleando la técnica descrita por Miller en A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D. C; U. S. A. pp.

3.6.4 Materia Orgánica (%)

En esta determinación se utilizaron muestras frescas, empleando la técnica descrita por Gómez Palacio Manuel. Manual de laboratorio, Análisis de suelos, aguas y plantas. 1997. pp.145.

3.6.5 Carbono Orgánico (%)

En esta determinación se utilizaron muestras frescas, empleando la técnica descrita por Gómez Palacio Manuel. Manual de laboratorio, Análisis de suelos, aguas y plantas. 1997. pp.145.

3.6.6 Azúcares totales (%)

Análisis realizados con muestras secas, empleando el método descrito por Dubois, M., Guilles, K. A. Hamilton, J. K, Rebers, P. A. Y Smith, F. (1956). "Colorimetric Method for Determination of sugars and related substances" Anal. Chem. 28: 530.

3.6.7 Grasa Total (%)

Análisis realizados con muestras secas, empleando el método de extracción continua Soxhlet. A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D. C; U. S. A. p.p. 132.

3.6.8 Fibra Cruda (%)

Análisis realizados con muestras secas, empleando el método descrito en A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D. C; U. S. A. p.p. 134.

3.6.9 Proteína (%)

Análisis realizados con muestras secas, empleando el método del microkhdal.

3.6.10 Cenizas (%)

Análisis realizados con muestras secas, empleando el método de combustión empleando la mufla descrito en A.O.A.C. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists 13th. Washington D. C; U. S. A. p.p. 31.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**4.1 AZÚCARES TOTALES**

Los resultados del ANVA indicaron diferencias significativas entre los tratamientos, así también se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las estructuras y entre los dos muestreos realizados. En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó lo mencionado anteriormente (Cuadro1), mostrándose las diferencias significativas entre los tratamientos con respecto al testigo, exceptuando al AS 10^{-4} M y AB 10^{-6} M los cuales únicamente mostraron diferencias en la concentración de azúcares totales con respecto a los demás tratamientos pero no con el testigo.

CUADRO 1. Resultados por ciento de azúcares totales

FACTOR	%AZUCARES TOTALES
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	14.31474 c [£]
AS 10^{-4} M	16.61365 bc
AS 10^{-6} M	18.72243 ab
AB 10^{-4} M	21.37337 a
AB 10^{-6} M	14.77331 bc
TESTIGO	17.10555 bc
ESTRUCTURA	
HOJA	15.47367 b
CORONA	19.19590 a
MUESTREO	
1	21.54018 a
2	13.32475 b

[£] Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = 0.05$).

Se observa que el tratamiento correspondiente al AB 10^{-4} M presentó un efecto mayor en la concentración de azúcares totales y el PAAQ 10% tuvo un efecto menor en comparación con el testigo y los demás tratamientos. El AS 10^{-4} M, AB 10^{-6} M y el testigo tuvieron efectos estadísticamente iguales en la concentración de azúcares totales.

4.2 AZÚCARES SOLUBLES

Los resultados del ANVA indicaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos muestreos efectuados, sin embargo indicaron ausencia de diferencias entre los tratamientos y entre las estructuras evaluadas (hoja y corona). En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó lo mencionado anteriormente (Cuadro2), mostrándose las diferencias significativas únicamente entre los dos muestreos y la ausencia de estas para los tratamientos y el testigo.

CUADRO 2. Resultados por ciento de azúcares solubles

FACTOR	%AZÚCARES SOLUBLES
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	6.082998 a
AS 10^{-4} M	4.684234 a
AS 10^{-6} M	5.844543 a
AB 10^{-4} M	6.771512 a
AB 10^{-6} M	7.757543 a
TESTIGO	4.286243 a
ESTRUCTURA	
HOJA	4.966187 a
CORONA	6.806240 a
MUESTREO	
1	7.589558 a
2	4.292176 b [£]

[£] Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = .05$).

Se observa que en hojas y coronas de ambos muestreos, todos los tratamientos y el testigo presentaron efectos estadísticamente iguales en la concentración de azúcares solubles.

4.3 GLUCOSA

Los resultados del ANVA indicaron diferencias significativas entre los tratamientos, además también indicaron diferencias estadísticamente significativas entre las estructuras evaluadas (hoja y corona). En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó lo mencionado anteriormente (Cuadro3), mostrándose las diferencias significativas en la concentración de glucosa entre el testigo y los tratamientos aplicados, así como las diferencias significativas entre las estructuras hoja y corona.

CUADRO 3. Resultados por ciento de glucosa

FACTOR	%GLUCOSA
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	0.251213 b
AS 10 ⁻⁴ M	0.454511 a
AS 10 ⁻⁶ M	0.230802 bc [£]
AB 10 ⁻⁴ M	0.258645 b
AB 10 ⁻⁶ M	0.398437 a
TESTIGO	0.099612 c [£]

ESTRUCTURA	
HOJA	0.200815 b [£]
CORONA	0.361092 a

[£] Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = 0.05$).

Se observa que los efectos del PAAQ 10% y el AB 10⁻⁴ M en la concentración de glucosa fueron similares; el AS 10⁻⁴ M y el AB 10⁻⁶ M también tuvieron efectos

estadísticamente iguales y mayores en comparación con los dos anteriores ya mencionados. El AS 10^{-6} M presentó un efecto menor al de los 4 tratamientos mencionados anteriormente. Todos los tratamientos presentaron un efecto mayor que el testigo en la concentración de glucosa.

4.4 ALMIDÓN

Los resultados del ANVA indicaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, además también indicaron diferencias significativas entre las estructuras evaluadas (hoja y corona). En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó lo mencionado anteriormente (Cuadro4), mostrándose las diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados, así como las diferencias significativas entre las estructuras hoja y corona.

CUADRO 4. Resultados en el por ciento de almidón

FACTOR	%ALMIDÓN
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	23.23716 b [£]
AS 10^{-4} M	42.04227 a
AS 10^{-6} M	21.34914 bc
AB 10^{-4} M	14.34855 bc
AB 10^{-6} M	36.85542 a
TESTIGO	9.21407 c [£]

ESTRUCTURA	
HOJA	18.57543 b [£]
CORONA	30.20897 a

[£] Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = .05$).

En hojas y coronas del primer muestreo se observa que, el AS 10^{-6} M y el AB 10^{-4} M presentaron efectos estadísticamente iguales en la concentración de almidón, el AS

10⁻⁴ M y el AB 10⁻⁶ M presentaron un efecto similar entre ellos pero mayor en comparación con los dos tratamientos anteriormente mencionados. El PAAQ 10% tuvo un efecto mayor en comparación con el AS 10⁻⁶ M y el AB 10⁻⁴ M pero menor a los efectos del AS 10⁻⁴ M y el AB 10⁻⁶. El testigo presentó un efecto estadísticamente diferente y menor en comparación con los demás tratamientos.

4.5 MATERIA ORGÁNICA

Los resultados del ANVA indicaron ausencia de diferencias estadísticamente significativas tanto para los tratamientos como para los muestreos y para las estructuras evaluadas (hoja y corona). En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se observó lo ya mencionado anteriormente (Cuadro5), mostrándose ausencia de diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados, así como entre los muestreos y en las estructuras hoja y corona.

CUADRO 5. Resultados en el por ciento de materia orgánica

FACTOR	%MATERIA ORGÁNICA
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	96.33508 a
AS 10 ⁻⁴ M	97.44419 a
AS 10 ⁻⁶ M	97.66207 a
AB 10 ⁻⁴ M	97.41482 a
AB 10 ⁻⁶ M	96.21620 a
TESTIGO	97.48226 a
ESTRUCTURA	
HOJA	96.93677 a
CORONA	97.24810 a
MUESTREO	
1	97.19316 a
2	96.99171 a

£ Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = 0.05$).

Se observa que los efectos de los tratamientos y el testigo en el contenido de materia orgánica de hojas y coronas de ambos muestreos, son estadísticamente iguales.

4.6 CARBONO ORGÁNICO

Los resultados del ANVA indicaron ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos, además también se indicaron ausencia de diferencias significativas entre las estructuras evaluadas (hoja y corona) y entre los dos muestreos realizados. En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó lo mencionado anteriormente (Cuadro 6), mostrándose la ausencia de diferencias significativas entre el testigo y los tratamientos aplicados, así como entre los muestreos y para las estructuras hoja y corona.

CUADRO 6. Resultados en el por ciento de carbono orgánico

FACTOR	%CARBONO ORGÁNICO
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	37.57068 a
AS 10 ⁻⁴ M	38.00323 a
AS 10 ⁻⁶ M	38.08821 a
AB 10 ⁻⁴ M	37.99178 a
AB 10 ⁻⁶ M	37.52432 a
TESTIGO	38.01808 a

ESTRUCTURA	
HOJA	37.80534 a
CORONA	37.92676 a

MUESTREO	
1	37.90533 a
2	37.82677 a

[£] Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = 0.05$).

Se observa que los efectos de todos los tratamientos el contenido de carbono orgánico en hojas y coronas de los dos muestreos, son estadísticamente iguales.

4.7 CENIZAS

Los resultados del ANVA indicaron ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, indicaron diferencias significativas entre las estructuras evaluadas (hoja y corona). En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó una diferencia significativa entre el AB 10^{-4} M y el PAAQ 10% y con respecto al testigo (Cuadro 7), mostrándose diferencias significativas también entre las estructuras hoja y corona.

CUADRO 7. Resultados en el por ciento de cenizas

FACTOR	%CENIZAS
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	11.61000 b [£]
AS 10^{-4} M	14.27250 ab
AS 10^{-6} M	15.59000 ab
AB 10^{-4} M	16.33250 a [£]
AB 10^{-6} M	13.37000 ab
TESTIGO	12.06250 ab

ESTRUCTURA	
HOJA	10.51417 b [£]
CORONA	17.23167 a

Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = 0.05$).

Se observa que en el contenido de cenizas de hojas y coronas del segundo muestreo, los efectos del AS 10^{-4} M, el AS 10^{-6} M, el AB 10^{-6} M y el testigo son estadísticamente iguales. El AB 10^{-4} M presentó un efecto estadísticamente diferente

y mayor al testigo y los demás tratamientos. El PAAQ 10% tuvo un efecto estadísticamente diferente y menor a los demás tratamientos incluyendo al testigo.

4.8 PROTEÍNA

Los resultados del ANVA indicaron ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos. En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) también se indicó ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 8).

CUADRO 8. Resultados en el por ciento de proteína

FACTOR TRATAMIENTO	%PROTEÍNA
PAAQ 10%	13.48498 a
AS 10^{-4} M	14.34151 a
AS 10^{-6} M	13.63871 a
AB 10^{-4} M	13.92423 a
AB 10^{-6} M	16.60365 a
TESTIGO	14.07796 a

^z Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = .05$).

Se observa que los efectos de los tratamientos incluyendo al testigo fueron estadísticamente iguales en el contenido de proteína en las hojas del segundo muestreo.

4.9 GRASA

Los resultados del ANVA indicaron ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos. En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó una diferencia significativa entre los tratamientos AS 10^{-4} M y PAAQ 10% (Cuadro 9).

CUADRO 9. Resultados en el por ciento de grasa.

FACTOR	%GRASA
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	3.555000 a [£]
AS 10 ⁻⁴ M	2.553333 b [£]
AS 10 ⁻⁶ M	3.170000 ab
AB 10 ⁻⁴ M	2.640000 ab
AB 10 ⁻⁶ M	3.030000 ab
TESTIGO	3.300000 ab

[£] Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = .05$).

En el contenido de grasa en hojas del segundo muestreo, se observa que el efecto mayor lo presentó el PAAQ 10% siendo estadísticamente diferente al efecto mostrado por el AS 10⁻⁴ M el cual presenta el efecto menor en comparación con los otros tratamientos incluyendo el testigo. El AS 10⁻⁶ M, el AB 10⁻⁴ M y el AB 10⁻⁶ M presentaron efectos estadísticamente iguales al testigo.

4.10 FIBRA

Los resultados del ANVA indicaron ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos. En la prueba de medias de Fisher ($\alpha = 0.05$) se indicó una diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro10).

CUADRO 10. Resultados en el por ciento de fibra cruda.

FACTOR	%FIBRA
TRATAMIENTO	
PAAQ 10%	20.00373 a
AS 10 ⁻⁴ M	13.75038 b [£]
AS 10 ⁻⁶ M	20.61459 a
AB 10 ⁻⁴ M	21.66925 a
AB 10 ⁻⁶ M	18.68908 ab [£]
TESTIGO	19.82685 a

[£] Promedios seguidos de la misma literal no son diferentes según Fisher ($\alpha = .05$).

En el contenido de fibra en hojas del segundo muestreo, se observa que el AS 10^{-4} M mostró efectos estadísticamente diferentes y menores a los del testigo y demás tratamientos. El AB 10^{-6} M tuvo efectos estadísticamente diferentes y mayores a los del AS 10^{-4} M pero menores a los del resto de los tratamientos incluyendo el testigo.

CONCLUSIONES

La investigación realizada arroja las siguientes conclusiones:

- La mayor acumulación de carbohidratos en las plantas de *agave durangensis* se presenta en la estructura de la corona.
- Las plantas del primer muestreo presentaron acumulación de algunos nutrientes como los azúcares totales y azúcares solubles, ligeramente mayor a las del segundo muestreo.
- Los tratamientos aplicados en las plantas de *agave durangensis* tuvieron el mismo efecto que el testigo en lo referente al contenido de materia orgánica y carbono orgánico en hojas y corona de los dos muestreos realizados, lo mismo ocurrió en el contenido de proteína en hojas del segundo muestreo y en el contenido de azúcares solubles.
- El AS 10^{-6} M y el AB 10^{-4} M presentaron efectos mayores a los del testigo aumentando la concentración de azúcares totales; el AS 10^{-4} M y el AB 10^{-6} M presentaron efectos mayores al testigo y aumentaron el contenido de glucosa y almidón en las plantas.
- El PAAQ 10% aumentó la concentración de grasa en las hojas del segundo muestreo, sin embargo no tuvo el mismo efecto mostrado en el *agave tequilana weber*.
- Los inductores de resistencia cambiaron la acumulación de ciertos nutrientes específicos, sin presentar un cambio general en todo el perfil nutrimental.

- Los tratamientos aplicados tuvieron efectos similares al observado en las plantas de *agave tequilana weber*.

Los resultados anteriores tienen cierta concordancia con los obtenidos con el *agave tequilana* (Landa 2004).

LITERATURA CITADA

- **Association of official analytical chemists AOAC. 1980.** Methods of analysis. 13^a Edition. p. 944.
- **Bautista J. M., Parra, N. L. A., Barbosa, E. J. y Gabiño S.Z. 2003.** Contenido de azúcares reductores en hojas de agave azul (agave tequilana weber) de distintos orígenes y edades. IV congreso regional en ciencias de los alimentos. Edición especial. N0.3.
- **Benavides, M. A. 2002.** Ecofisiología y bioquímica del estrés en plantas. UAAAN. México. 1^a edición. P.32.
- **Benavides, M. A., Ortega, O. H., Ramírez, H., Maiti, K. R. 2004.** Use of the interpolyelectrolyte complexes of poly (Acrylic acid)-chitosan as inductors of tolerance.
- **Benavides, M.A., Romero, G. J., Ledesma, P. A. S., Raygeza, C. J. M. 2001.** La aplicación foliar de quitosano en ácido acético aumenta la biomasa de la lechuga. BIOTAM n.5 vol.112 (3):1-6.
- **Cárdenas, G., G. Cabrera, P. Casals, C. Von Plessiing, S. P. Miranda. 2002.** Encápsulamiento de pesticidas utilizando quitosano. II Simposio Iberoamericano de quitina, PAQ-7, 585-586.
- **Christopher, J.T., Houlum J.A. 1996.** Patterns of carbon partitioning in leaves of crassulacean acid metabolism species during deacidification. Plant-Physiology (Lancaster, Pa.)(USA) v.112 (1) p.393-399.
- **Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1997.** Los magueyes, plantas de infinitos usos. P.11-24.
- **Contreras, L. R. 2003.** Fertilización Na/k e inductores de resistencia en agave tequilana weber. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Saltillo. México. P. 7 y 103.

- **Fry, S.C., Aldington, S., Hetherington, P.R. and Aitken, J. (1993).** Oligosaccharides as signals and substrates in the plant cell wall. *Plant Physiol.* 103:1-5.
- **García-Mendoza, A. 1998.** Con sabor a maguey. Jardín botánico. Instituto de biología. UNAM. México. P. 114.
- **Gómez-Pompa, A. 1963.** El género Agave. *Cactáceas y Suculentas Mexicanas*.8 (1):3-25.
- **Granados, S. D.1999.** Los agaves de México. Universidad Autónoma Chapingo. P. 9-37; 143.
- **Gutiérrez-Coronado, M.A., C. Trejo-López, and A. Larqué-Saavedra.1998.** Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiol. Biochem.* 36:563-565.
- **Hernández C. S. 2004.** Producción y acumulación de minerales en Agave tequilana weber al aplicar inductores de resistencia y distintos balances de Na/K. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Coahuila. México. P.9-12.
- **Hidalgo L., W. Argüelles y C. Peniche. 1996.** Quitosán como inductor de resistencia en semillas de cereal y tomate. *Rev. Protección Vegetal*, 11(1), 33.
- **Hirano, S y Nagao, N. 1989.** Chitin and chitosan. *Agric. Biol. Chem...* 3065.
- **Illsley, G. C. 2003.** Manual de conservación in situ y manejo campesino de magueyes mezcaleros. Grupo de Estudios Ambientales A.C. P.1-7; 107-127.
- **Jenieux, C.1997.**Chitin chitin enzymology, R.A.A. Muzarelli, Ed, European chitin society, Lyon and Ancona, 223.
- **Kang, M.K., K.S. Park, and D. Choi. 1998.** Coordinated expression of defense-related genes by TMV infection or salicylic acid treatment in tobacco. *Mol. Cells* 31:388-392.

- **Khan, W., Pritiviraj, B., Smith, D.L. 2003.** Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. *J. Plant Physiol.*160:485-492.
- **Lee, S., Chio, H., Suh, S., I. S. Doo, I. S; oh, K. y., Choy, E.J., Schroeder – Taylor, A.T., P.S. Low, P.S. And Lee, Y. (1999).** Oligogalacturonic acid and chitosan reduce stomatal aperture by inducing the evaluation of reactive oxygen species from guard cells of tomato and commelia communis. *Plant physiol.* 121: 147-152.
- **López T. R. Camacho R. V. y Gutierrez C. M. A...1998.** Aplicación de ácido salicílico para incrementar el rendimiento en tres variedades de trigo. <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/16/1/art.43-48pdf>.
- **Maruka, K. K. 1993.** Wrapping material for processed food comprises edible hardly water. Soluble coating chitosan on wrapping material such as paper or plastic. Patente Japonesa J05042966.
- **Martínez, C. J. L. 1994.** Valor nutricional de dos especies de maguey (*Agave atrovirens* Karw y *agave salmiana*) en el sur del estado de Coahuila. Tesis de licenciatura. UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México. P. 6,13.
- **Nobel, P. S. 1998.** Los incomparables agaves y cactus. Editorial trillas. México. P.211.
- **Noomhornm, A., KupongsaK, K., y Chanddrkrachang, S.1998.** Amphoteric derivates of chitosan and biological significance. *J. Sci. Food agric.* 226.
- **Peniche, C., Argüelles, W., Gallardo, A., Elvira, C., San Román, J. 2001.** Quitosano: Un polisacárido natural biodegradable y biocompatible con aplicaciones en biotecnología y biomedicina. *Revista de plásticos modernos*, vol. 81 No. 535.
- **PROCYMAF. SEMARNAP. Agosto, 2006.** Especies con Usos No Maderables en Bosques de Encino, Pino y Pino-Encino.http://www.dese-rttropicals.com/Plants/Agavaceae/Agave_durangensis.html.

- **Ramírez, L. A. 1936.** Distribución de los agaves de México. Instituto de biología. UNAM. México. P.17-45.
- **Salisbury, F.B. And Ross, C.W. 1994.** Fisiología vegetal. Grupo Editorial Iberoamerica. México. Pp. 133-135; 270-273.
- **Sashiwa, M., Saito, K., Saimoto, H., Minami, S., Okamoto, Y., Matsubishi, A., Shigemasa, Y. 1997.** Chitin enzymology, R.A.A. Muzzarelli, Ed, European chitin society, Lyon and Ancona, 177.
- **Soto-García, E.1, Rutiaga-Quiñones, M. 1, López-Miranda, J. 1, Páez-Lerma, J. 1 and Soto Cruz, O.*,** (1) División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Durango. Memorias del Food Science & Food Biotechnology in Developing Countries 2nd. International Congress, p286.
- **Tokura, S., Ueno, K., iyasaki S. y Nishi, N. 1997.** The chitosán like biomaterial. Macromol. Symp. 120,1.

APÉNDICE I

Porcentaje de azúcares solubles en alcohol al 80%

Se pesaron 2g de muestra para hacer una extracción en Soxhlet en alcohol al 80% durante 10 hrs. Los carbohidratos extraídos se ponen en la estufa para evaporar todo el etanol, posteriormente se dejan enfriar por 30 min en un desecador y se pesan; repitiéndolo hasta que se obtenga un peso constante.

La determinación se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Azúcares solubles} = \left(\frac{PCMAEA - PCMS}{g} \right) \times 100$$

Donde:

PCMAEA = Peso constante del matraz más extracto de azúcares.

PCMS = Peso constante del matraz solo.

g = Gramos de muestra.

Glucosa (%)

Se mezcló 1 g de muestra fresca con 40 mL de HCl al 50% en un matraz erlenmeyer de 250 mL, se calentó por 60 minutos a ebullición y posteriormente se filtró recibiendo en un matraz volumétrico de 100 mL, se lavó para remover todo el almidón hasta completar un volumen de 100 mL para lo cual en algunos casos se aforó con agua destilada para completar el volumen de 100 mL. Posteriormente se toma una alícuota de 20 mL de filtrado y se le añaden 27mL de CuSO_4 y 25 mL de tartrato de sodio y potasio (sal de Rochelle), después se tapó con un vidrio de reloj y se calentó el matraz en mechero de Bunsen a ebullición (aparece un precipitado rojo) y enseguida se dejó 2 minutos más a ebullición. Se filtró la solución poco a poco a

través de un crisol de vidrio, de capa porosa con papel filtro (previamente puesto a peso constante). Se lava el precipitado de Cu_2O con agua destilada y se pone a secar a 100°C hasta obtener el peso constante.

Almidón (%)

A partir del procedimiento anterior por diferencia de peso se obtuvo el Cu_2O y se convirtió a glucosa por medio de la tabla 52.019 (AOAC, 1980):

% Almidón = La glucosa obtenida x 0.925 x 100

Solución de CuSO_4 . Se disolvieron 34.639g de $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada, diluyendo a volumen de 500 mL.

Solución de tartrato de sodio y potasio. Se disolvieron 173 g de tartrato (sal de Rochelle) de sodio y potasio- $4\text{H}_2\text{O}$ y 50 g de NaOH en agua, diluyendo a 500 mL y dejando en reposo por 2 días. Se guardó en frasco de plástico.

Materia Orgánica (%)

Se pesaron 0.5 g de muestra húmeda (de la corona y la hoja) en una balanza analítica y se colocaron en un crisol de porcelana a peso constante.

Los crisoles se colocaron en la mufla aumentando gradualmente la temperatura hasta 470°C ; donde se dejaron por una hora. Los crisoles con las cenizas se colocaron en un desecador para dejarlos enfriar y luego se pesaron. La materia orgánica se calculó con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Materia orgánica} = 100 - \left[\left(\frac{A - B}{P} \right) \times 100 \right]$$

Donde:

B = Peso del crisol solo.

A = Peso del crisol más las cenizas.

P = Peso de la muestra en gramos.

Carbono Orgánico (%)

El carbono orgánico se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Carbono orgánico} = \% \text{ Materia orgánica} \times 0.39$$

Azúcares totales (%)

Análisis realizados con muestra seca.

Curva para azúcares totales:

Rango de la curva a 1 g/L con sacarosa

Curva

Tubos	0	1	2	3	4	5
Solución madre	0	0.2	0.4	0.6	0.8	1
Agua destilada	1	0.8	0.6	0.4	0.2	0
Fenol sulfúrico	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml	2ml

Se identificaron los tubos a utilizar según el cuadro anterior y se agregó para el caso del tubo cero: 0mL de solución madre, 1mL de agua destilada y 2mL de fenol sulfúrico y así sucesivamente para los 5 tubos restantes de acuerdo a lo señalado, se puso en un baño de hielo y agua. En este baño se agregó el fenol sulfúrico dejándolo caer lentamente por las paredes para no quemar la muestra.

Reactivos:

Solución de H_2SO_4 a una concentración de 1 mg/mL en fenol, debe usarse durante las 24 hrs siguientes a la preparación (0.018 g de fenol en 18 mL de H_2SO_4 concentrado).

Procedimiento

En un baño con hielo se coloca un tubo, se adiciona 1 mL de muestra, se temperiza por 1 min.

Enseguida se adicionan 2 mL de fenol sulfúrico lentamente por las paredes del tubo.

Agitar los tubos en el baño de hielo hasta la aparición de una coloración amarilla.

Si es muy concentrado se va hasta color café, (si es muy intenso el color café se hace una dilución 1:50 ó 1:100).

Poner los tubos en baño a ebullición por 5 min. Posteriormente se sacan y se enfrían a temperatura ambiente.

Se lee en absorbancia a 480 nm.

Relación: 1: 4 masa/volumen.

En fresco. 10 g de muestra se licuan con 40 mL de agua, se filtra con papel (mantener los tubos en vasos con hielo para evitar oxidación) y posteriormente se toma la muestra y se refrigera.

En seco. Se toma 1 g de muestra y se diluye con 10 mL de H_2O destilada, se agita por 20 min. Posteriormente se filtra y se toma la muestra (1 mL).

Nota: En caso de que el filtrado sea insuficiente se le puede agregar un poco más de agua destilada.

Grasa Total (%)

1. Se pesan de 1-2 g de muestra seca sobre un papel filtro.
2. Luego se colocan las muestras pesadas en un cartucho de celulosa y se cubren con algodón.
3. Se depositaron cada una de las muestras anteriores en un sifón.
4. Se sacan matraces redondos de fondo plano boca esmerilada de la estufa que estaban a peso constante, se enfriaron 15 minutos y se pesaron.
5. A los matraces redondos se les llenó a cada uno con una cantidad suficiente de solvente (hexano).
6. Se acoplaron al refrigerante del dispositivo Soxleth.
7. Se realiza la extracción por un periodo de 10 horas.
8. Al finalizar la extracción se evaporó el solvente, utilizando directamente el dispositivo de Soxleth.
9. Se puso a peso constante nuevamente el matraz bola fondo plano en la estufa a 103-105°C por un espacio de 12 horas.
10. Transcurrido el tiempo se sacaron cada uno de los matraces, se enfriaron y se pesaron.
11. Se realizaron los cálculos requeridos.

Fibra Cruda (%)

1. Se pesaron las muestras ya desengrasadas obtenidas de la determinación de grasa.
2. Se pusieron las muestras pesadas en un vaso de Berzelius.
3. Se agregaron 100 mL de la solución de ácido sulfúrico 0.255N.

4. Se conectaron al aparato de reflujo por un período de 30 minutos contados a partir de la ebullición, se baja la temperatura para mantener una ebullición suave.
5. Transcurrido el tiempo se sacaron y filtraron a través de una tela de lino y se lavaron con 3 porciones de 100 mL de agua destilada caliente y se hizo la prueba de papel tornasol para verificar presencia de ácido.
6. Se pasó la fibra nuevamente al vaso de Berzelius agregando 100 mL de solución de hidróxido de sodio al 0.313 N y se conecta al aparato de reflujo por 30 minutos.
7. Transcurrido el tiempo se sacaron y filtraron a través de lino y se lavaron con 3 porciones de agua destilada caliente y se hizo la prueba de papel tornasol para ver si no había presencia de hidróxido.
8. Se escurrió el exceso de agua presionando la tela de lino.
9. Se sacó la tela de lino del embudo, se extendió y se retiró la fibra con una espátula y se depositó en un crisol de porcelana.
10. Se puso a peso constante en la estufa a 100-103°C, por 12 horas.
11. Transcurrido el tiempo se sacó, se enfrió y pesó.
12. Se realizan los cálculos necesarios.

Proteína (%)

Reactivos:

1. Solución digestora. 1 L de ácido sulfúrico concentrado, 25 g de sulfato de potasio, 10g de óxido de mercurio rojo. Agregar 25 mL de una solución saturada de 100 mL con sulfato de cobre y 10g de mezcla selénica

2. Hidróxido de sodio al 50% con 1 g de indicador de fenoftaleína.
3. Solución de ácido bórico al 2%.
4. Indicador. 0.05g de rojo de metilo y 1g de verde de bromocresol en 100 mL de etanol al 95%.

Método de microkjeldal. Se pesaron 50 mg de la muestra seca y molida, colocándola posteriormente en un tubo agitador junto con el papel en el que se pesó, se le agregaron de 3-5 mL de la solución digestora, se colocó en el digestor a una temperatura de 350°C por 45 minutos hasta que la muestra tomó un color verde limón; luego se dejó enfriar y se destiló, se hizo reaccionar con NaOH al 50% y se recibió el destilado en 30 mL de una solución de H₃BO₃ al 2.2% hasta que el volumen subió a 60 mL. Por último el destilado se tituló con H₂SO₄ 0.025 N hasta que la solución viró de verde a rosa.

Se utilizó un blanco en el cual se digirió el papel solo y se trató a las mismas condiciones que la muestra.

Se hicieron los cálculos usando la siguiente fórmula:

$$\%N = (\text{mL gastados H}_2\text{SO}_4 - \text{mL gastados blanco}) 100 \times 0.014 \times N$$

Peso de la muestra

$\%P = \%N \times 6.25$ (factor de conversión).

N = normalidad del ácido sulfúrico.

Cenizas (%)

1. Se preincineran en el mechero las muestras de la determinación de materia seca contenida en el crisol hasta que la muestra se quemé y no salgan humos.

2. Se colocan los crisoles en la mufla a una temperatura de 600°C durante 2-3 horas.
3. Se sacan de la mufla, con pinzas, se colocan en el desecador y se enfrían durante 15 minutos y se pesan.
4. Se realizan los cálculos aplicando la siguiente fórmula:

$$\%C = \frac{\text{Peso del crisol con cenizas} - \text{Peso del crisol solo}}{\text{g de muestra original}} \times 100$$

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

ANVA AZÚCARES TOTALES (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	27652.95	1	27652.95	885.2936	0.000000	
MUESTREO	1570.89	1	1570.89	50.2913	0.000000	**
TRATAMIENTO	446.41	5	89.28	2.8583	0.019673	*
ESTRUCTURA	368.95	1	368.95	11.8118	0.000918	**
Error	2623.82	84	31.24			

ANVA AZÚCARES SOLUBLES (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	1642.460	1	1642.460	81.58665	0.000000	
MUESTREO	124.436	1	124.436	6.18117	0.017302	*
TRATAMIENTO	66.602	5	13.320	0.66167	0.654598	n.s.
ESTRUCTURA	36.592	1	36.592	1.81764	0.185373	n.s.
Error	785.128	39	20.131			

ANVA GLUCOSA (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	1.746263	1	1.746263	208.8368	0.000000	
TRATAMIENTO	0.330752	5	0.066150	7.9110	0.000643	**
ESTRUCTURA	0.158149	1	0.158149	18.9131	0.000497	**
Error	0.133790	16	0.008362			

ANVA ALMIDÓN (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	13244.25	1	13244.25	162.2855	0.000000	
TRATAMIENTO	3273.32	5	654.66	8.0218	0.000597	**
ESTRUCTURA	825.97	1	825.97	10.1209	0.005801	**
Error	1305.77	16	81.61			

ANVA MATERIA ORGÁNICA (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	452493.2	1	452493.2	81354.33	0.000000	
MUESTREO	0.5	1	0.5	0.09	0.768840	n.s.
TRATAMIENTO	16.4	5	3.3	0.59	0.708733	n.s.
ESTRUCTURA	1.2	1	1.2	0.21	0.649932	n.s.
Error	222.5	40	5.6			

ANVA CARBONO ORGÁNICO (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	68824.21	1	68824.21	81354.33	0.000000	
MUESTREO	0.07	1	0.07	0.09	0.768840	n.s.
TRATAMIENTO	2.49	5	0.50	0.59	0.708733	n.s.
ESTRUCTURA	0.18	1	0.18	0.21	0.649932	n.s.
Error	33.84	40	0.85			

ANVA CENIZAS (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	4618.988	1	4618.988	530.0165	0.000000	
TRATAMIENTO	71.236	5	14.247	1.6348	0.204414	n.s.
ESTRUCTURA	270.749	1	270.749	31.0677	0.000034	**
Error	148.152	17	8.715			

ANVA PROTEÍNA (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	2469.408	1	2469.408	880.5000	0.000000	
TRATAMIENTO	13.177	5	2.635	0.9397	0.517106	n.s.
Error	16.827	6	2.805			

ANVA GRASA (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	111.0006	1	111.0006	725.0989	0.000000	
TRATAMIENTO	1.4933	5	0.2987	1.9510	0.219722	n.s.
Error	0.9185	6	0.1531			

ANVA FIBRA (%)						
	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p	
Intercept	4374.196	1	4374.196	1048.641	0.000000	
TRATAMIENTO	78.054	5	15.611	3.742	0.069563	n.s.
Error	25.028	6	4.171			

PRUEBAS DE COMPARACION DE MEDIAS

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER AZÚCARES TOTALES (%)					
	MUESTREO	AZÚCARES TOTALES (%) Mean	1	2	
2	2	13.32475	****		
1	1	21.54018		****	

	TRATAMIENTO	AZÚCARES TOTALES (%) Mean	1	2	3
1	PAAQ 10%	14.31474	****		
5	AB 10 ⁻⁶ M	14.77331	****	****	
2	AS 10 ⁻⁴ M	16.61365	****	****	
6	TESTIGO	17.10555	****	****	
3	AS 10 ⁻⁶ M	18.72243		****	****
4	AB 10 ⁻⁴ M	21.37337			****

	ESTRUCTURA	AZÚCARES TOTALES (%) Mean	1	2	
1	HOJA	15.47367	****		
2	CORONA	19.19590		****	

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER ANVA AZÚCARES SOLUBLES (%)					
	MUESTREO	AZÚCARES SOLUBLES (%) Mean	1	2	
2	2	4.292176		****	
1	1	7.589558			****

	TRATAMIENTO	AZÚCARES SOLUBLES (%) Mean	1	
6	TESTIGO	4.286243	****	
2	AS 10 ⁻⁴ M	4.684234	****	
3	AS 10 ⁻⁶ M	5.844543	****	
1	PAAQ 10%	6.082998	****	
4	AB 10 ⁻⁴ M	6.771512	****	
5	AB 10 ⁻⁶ M	7.757543	****	

	ESTRUCTURA	AZÚCARES SOLUBLES (%) Mean	1	
1	HOJA	4.966187	****	
2	CORONA	6.806240	****	

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER GLUCOSA (%)					
	TRATAMIENTO	GLUCOSA (%) Mean	1	2	3
6	TESTIGO	0.099612		****	
3	AS 10 ⁻⁶ M	0.230802	****	****	
1	PAAQ 10%	0.251213	****		
4	AB 10 ⁻⁴ M	0.258645	****		
5	AB 10 ⁻⁶ M	0.398437			****
2	AS 10 ⁻⁴ M	0.454511			****

	ESTRUCTURA	GLUCOSA (%) Mean	1	2	
1	HOJA	0.200815	****		
2	CORONA	0.361092		****	

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER ALMIDÓN (%)					
	TRATAMIENTO	ALMIDÓN (%) Mean	1	2	3
6	TESTIGO	9.21407	****		
4	AB 10 ⁻⁴ M	14.34855	****	****	
3	AS 10 ⁻⁶ M	21.34914	****	****	
1	PAAQ 10%	23.23716		****	
5	AB 10 ⁻⁶ M	36.85542			****
2	AS 10 ⁻⁴ M	42.04227			****

	ESTRUCTURA	ALMIDÓN (%) Mean	1	2	
1	HOJA	18.57543	****		
2	CORONA	30.20897		****	

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER MATERIA ORGANICA (%)			
	MUESTREO	MATERIA ORGÁNICA (%) Mean	1
2	2	96.99171	****
1	1	97.19316	****

	TRATAMIENTO	MATERIA ORGÁNICA (%) Mean	1
5	AB 10 ⁻⁶ M	96.21620	****
1	PAAQ 10%	96.33508	****
4	AB 10 ⁻⁴ M	97.41482	****
2	AS 10 ⁻⁴ M	97.44419	****
6	TESTIGO	97.48226	****
3	AS 10 ⁻⁶ M	97.66207	****

	ESTRUCTURA	MATERIA ORGÁNICA (%) Mean	1
1	HOJA	96.93677	****
2	CORONA	97.24810	****

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER CARBONO ORGANICO (%)			
	MUESTREO	CARBONO ORGÁNICO (%) Mean	1
2	2	37.82677	****
1	1	37.90533	****

	TRATAMIENTO	CARBONO ORGÁNICO (%) Mean	1
5	AB 10 ⁻⁶ M	37.52432	****
1	PAAQ 10%	37.57068	****
4	AB 10 ⁻⁴ M	37.99178	****
2	AS 10 ⁻⁴ M	38.00323	****
6	TESTIGO	38.01808	****
3	AS 10 ⁻⁶ M	38.08821	****

	ESTRUCTURA	CARBONO ORGÁNICO (%) Mean	1
1	HOJA	37.80534	****
2	CORONA	37.92676	****

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER CENIZAS (%)				
	TRATAMIENTO	CENIZAS (%) Mean	1	2
1	PAAQ 10%	11.61000	****	
6	TESTIGO	12.06250	****	****
5	AB 10 ⁻⁶ M	13.37000	****	****
2	AS 10 ⁻⁴ M	14.27250	****	****
3	AS 10 ⁻⁶ M	15.59000	****	****
4	AB 10 ⁻⁴ M	16.33250		****

	ESTRUCTURA	CENIZAS (%) Mean	1	2
1	HOJA	10.51417	****	
2	CORONA	17.23167		****

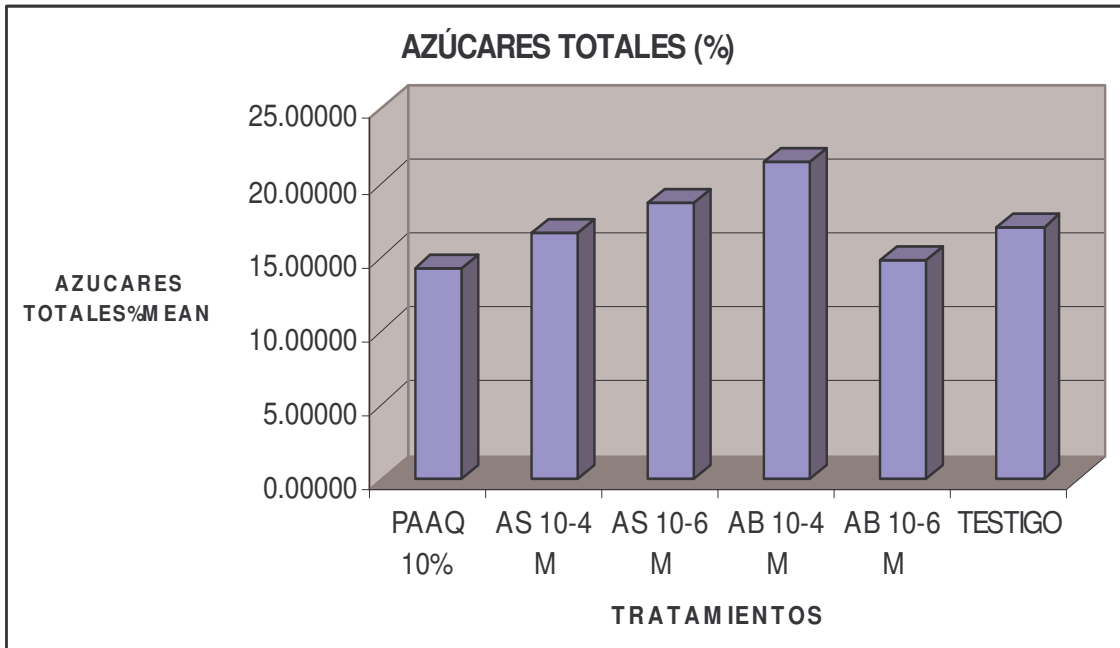
PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER PROTEÍNA (%)			
	TRATAMIENTO	PROTEÍNA (%) Mean	1
1	PAAQ 10%	13.48498	****
3	AS 10 ⁻⁶ M	13.63871	****
4	AB 10 ⁻⁴ M	13.92423	****
6	TESTIGO	14.07796	****
2	AS 10 ⁻⁴ M	14.34151	****
5	AB 10 ⁻⁶ M	16.60365	****

PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER GRASA (%)				
	TRATAMIENTO	GRASA (%) Mean	1	2
2	AS 10 ⁻⁴ M	2.553333	****	
4	AB 10 ⁻⁴ M	2.640000	****	****
5	AB 10 ⁻⁶ M	3.030000	****	****
3	AS 10 ⁻⁶ M	3.170000	****	****
6	TESTIGO	3.300000	****	****
1	PAAQ 10%	3.555000		****

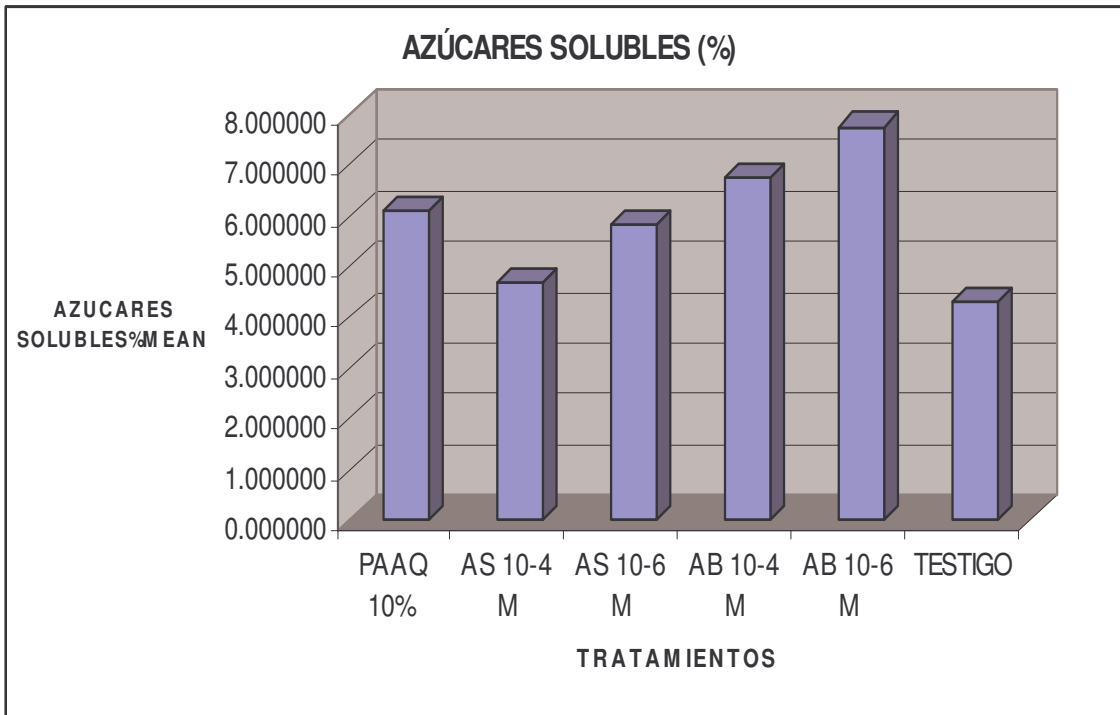
PRUEBA DE MEDIAS DE FISHER FIBRA (%)				
	TRATAMIENTO	FIBRA (%) Mean	1	2
2	AS 10 ⁻⁴ M	13.75038		****
5	AB 10 ⁻⁶ M	18.68908	****	****
6	TESTIGO	19.82685	****	
1	PAAQ 10%	20.00373	****	
3	AS 10 ⁻⁶ M	20.61459	****	
4	AB 10 ⁻⁴ M	21.66925	****	

GRAFICAS

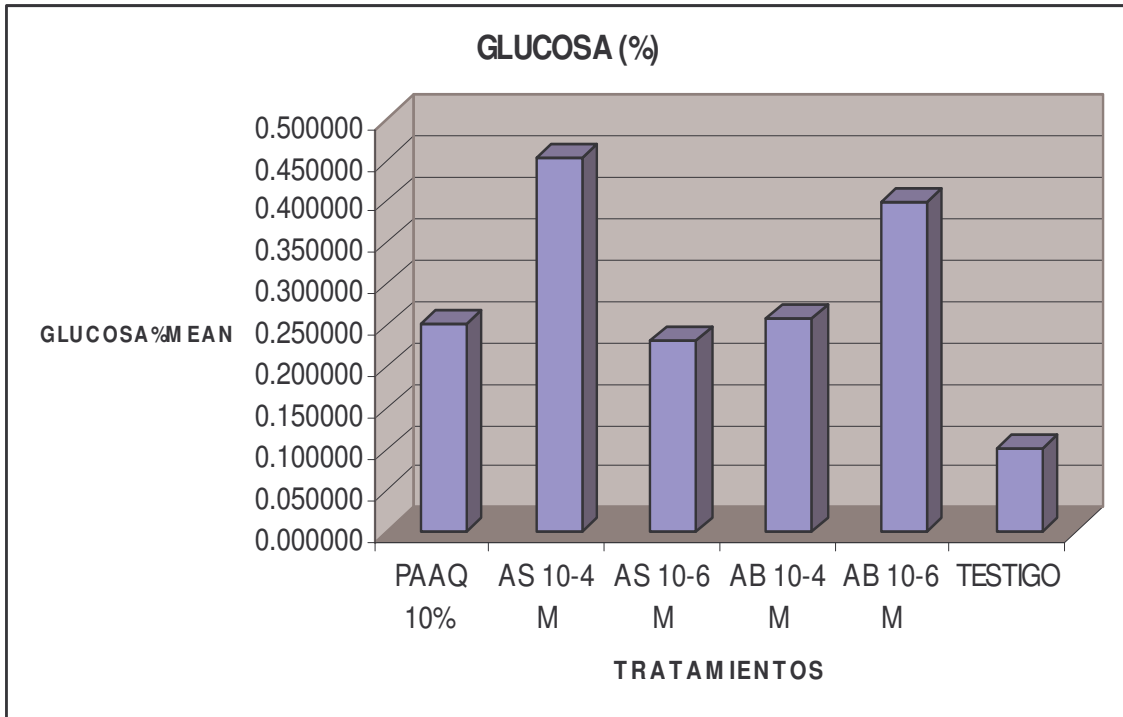
Gráfica 1. Efectos en el por ciento de azúcares totales



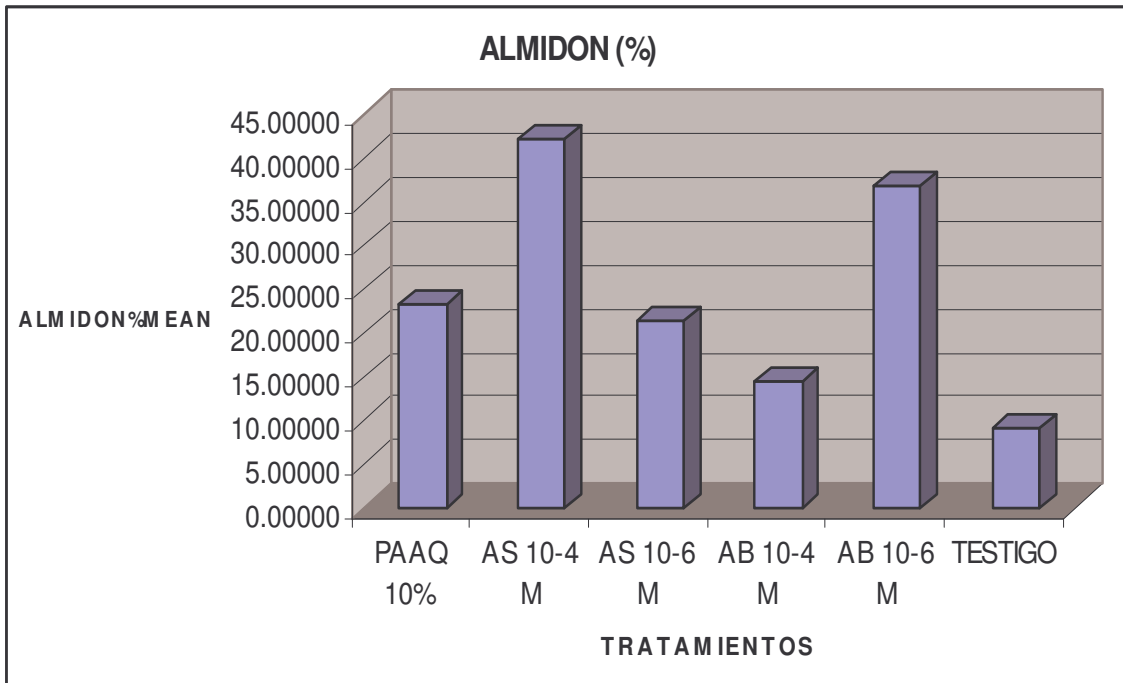
Gráfica 2. Efectos en el por ciento de azúcares solubles



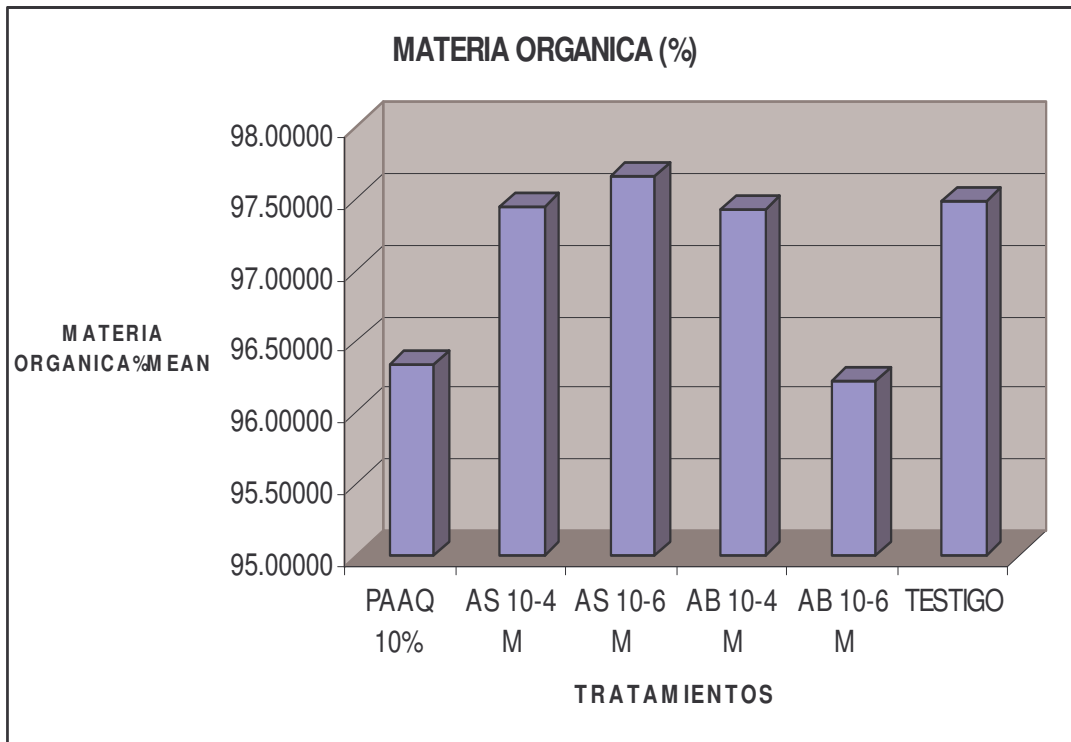
Gráfica 3. Efectos en el por ciento de glucosa



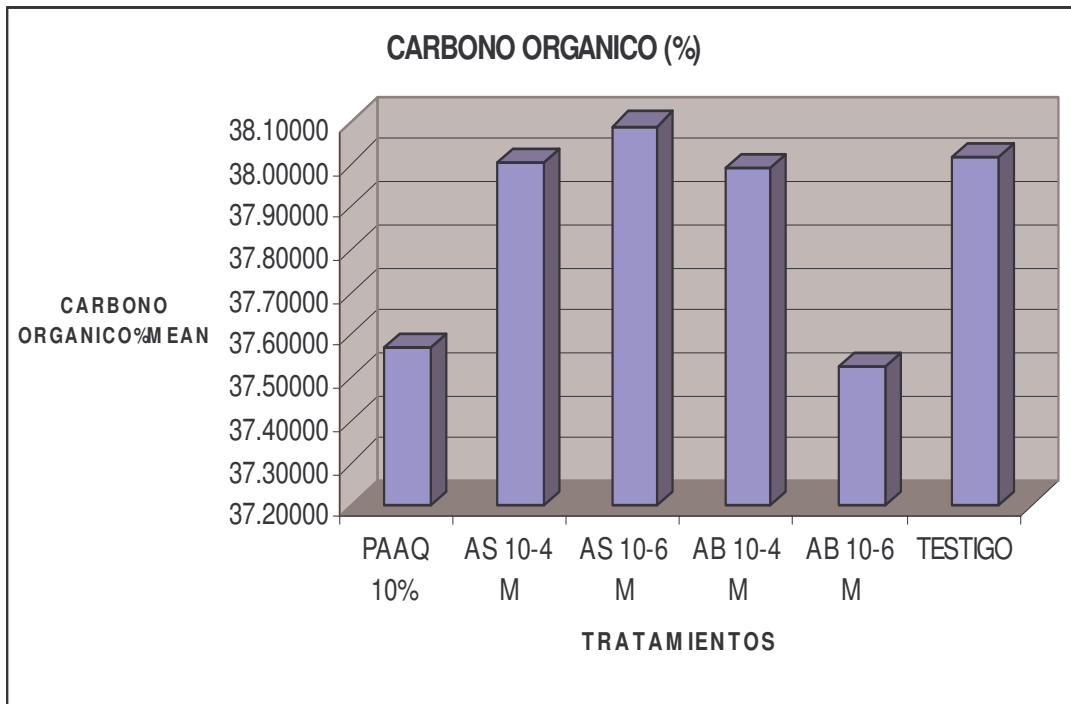
Gráfica 4. Efectos en el por ciento de almidón



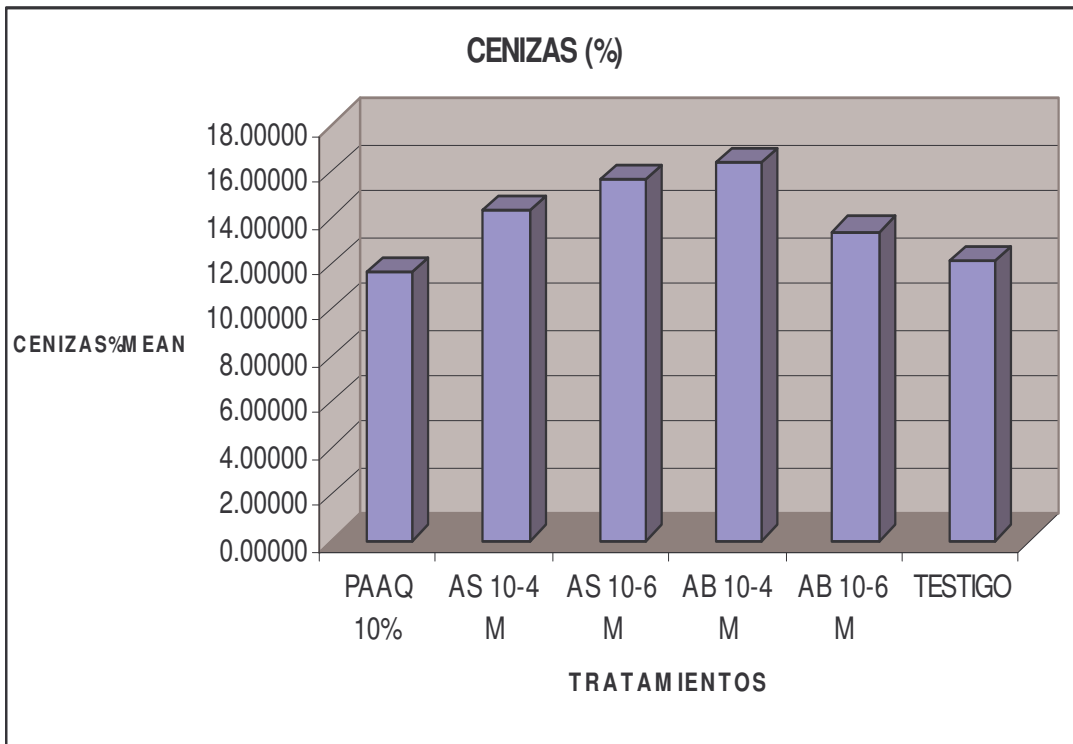
Gráfica 5. Efectos en el por ciento de materia orgánica



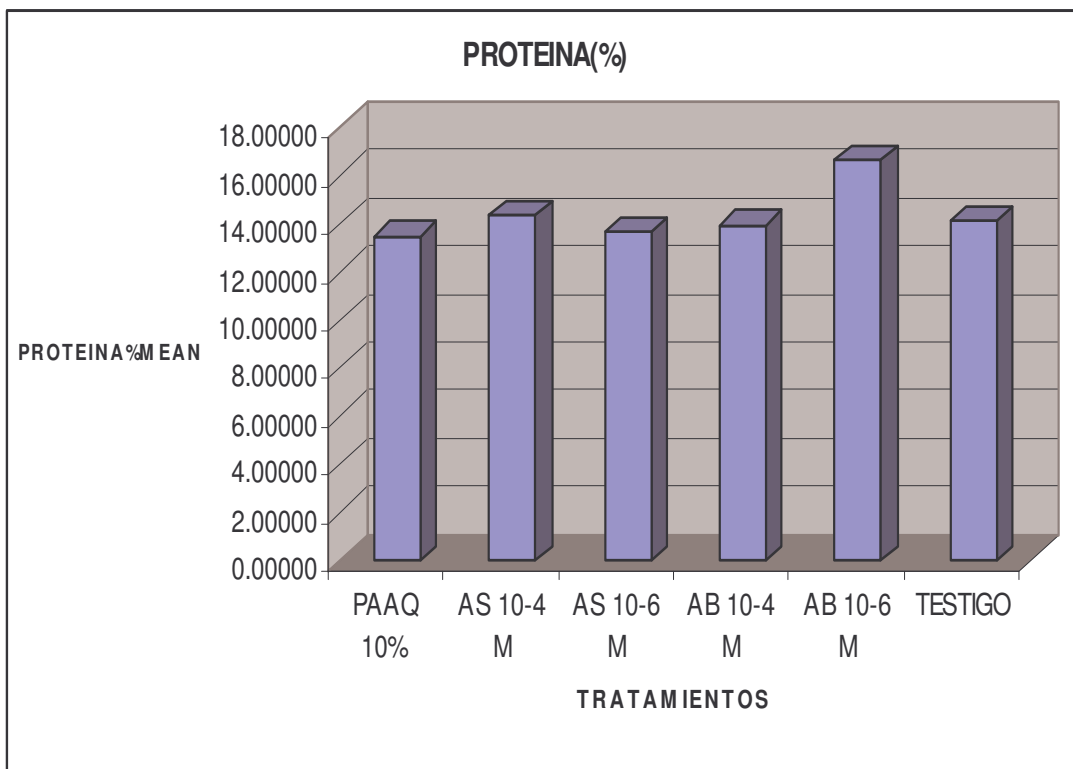
Gráfica 6. Efectos en el por ciento de carbono orgánico



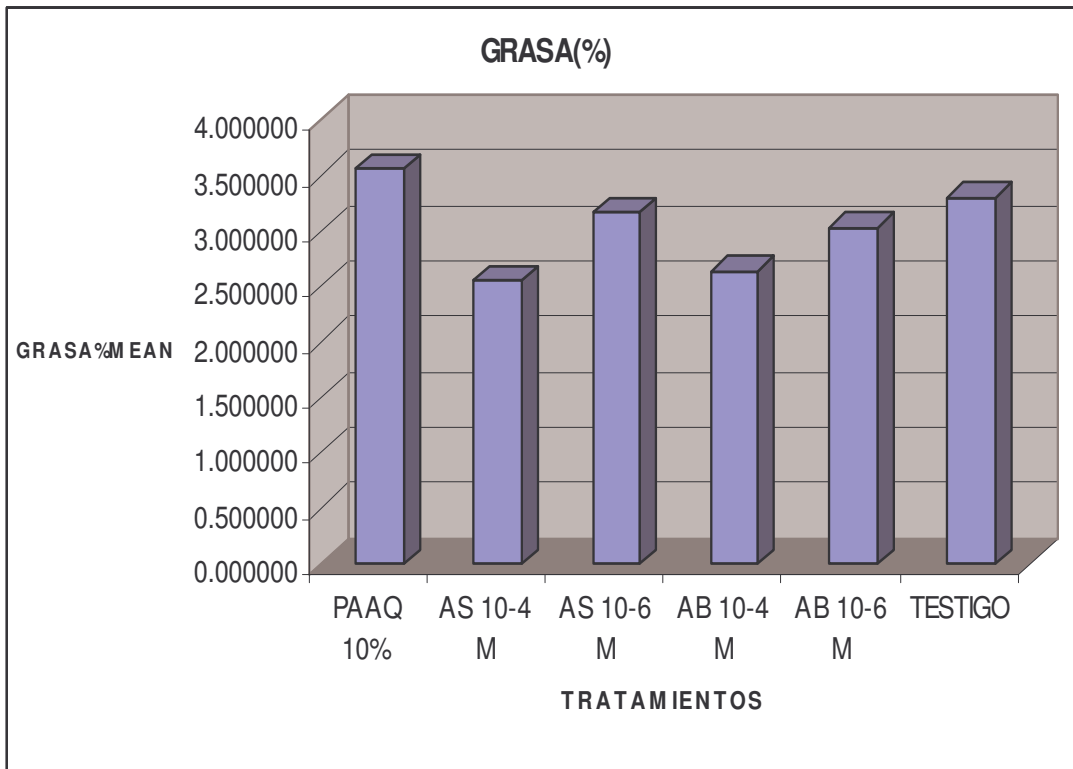
Gráfica 7. Efectos en el por ciento de cenizas



Gráfica 8. Efectos en el por ciento de proteína



Gráfica 9. Efectos en el por ciento de grasa



Gráfica 10. Efectos en el por ciento de fibra

