CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN AGROPLASTICULTURA

TESIS

Respuestas morfofisiológicas y rendimiento del cultivo de *Cucurbita pepo* var. Zucchini grey por efecto de zeolita y acolchado plástico

Presentada por:

MOISÉS FELIPE VICTORIANO

Para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROPLASTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México. **Noviembre, 2015.**

CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

40 ANIVERSARIO
CIQA
CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA

Saltillo, Coahuila a 22 de Enero de 2016

Coordinación de Posgrado

Presente

Por este conducto nos permitimos informar a esta coordinación que, el documento de tesis preparado por **MOISÉS FELIPE VICTORIANO** titulado ***"Respuestas morfofisiológicas y rendimiento del cultivo de Cucurbita pepo var. Zucchini grey por efecto de zeolita y acolchado plástico"*** el cual fue presentado el día **01 de Diciembre de 2015**, ha sido modificado de acuerdo a las observaciones, comentarios y sugerencias, realizadas por el Comité Evaluador asignado. Por tal motivo, avalamos que el documento adjunto corresponde a la versión final del documento de tesis.

Atentamente,

SINODALES

Dra. Ileana Vera Reyes

Dra. Mona Abbas Kassem

Dr. Luis Ibarra Jiménez

Vo. Bo. de los ASESORES

Dr. R. Hugo Lira Saldívar

Dr. Bulmaro Méndez Argüello

TESIS CON CARACTER ABIERTO

PROGRAMA: MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROPLASTICULTURA

AUTOR: MOISÉS FELIPE VICTORIANO **FIRMA** _____

TITULO: Respuestas morfofisiológicas y rendimiento del cultivo de Cucurbita pepo var. Zucchini grey por efecto de zeolita y acolchado plástico.

ASESORES: Dr. Ricardo Hugo Lira Saldívar **FIRMA** _____

Dr. Bulmaro Méndez Argüello **FIRMA** _____

El Centro de Investigación en Química Aplicada clasifica el presente documento de tesis como ABIERTO.

Un documento clasificado como Abierto se expone en los estantes del Centro de Información para su consulta. Dicho documento no puede ser copiado en ninguna modalidad sin autorización por escrito del Titular del Centro de Información o del Director General del CIQA.

Saltillo, Coahuila, a 1 de Diciembre de 2015

CENTRO DE INVESTIGACION EN QUIMICA APLICADA

Sello de la Institución

Dr. Oliverio Santiago Rodríguez Fernández
Director General del CIQA

CENTRO DE INVESTIGACIÓN EN QUÍMICA APLICADA
Programa de Maestría en Ciencias en Agroplasticultura

TESIS

Respuestas morfofisiológicas y rendimiento del cultivo de Cucurbita pepo var. Zucchini grey por efecto de zeolita y acolchado plástico

Presentada por:

MOISÉS FELIPE VICTORIANO

Para obtener el grado de:

Maestro en Ciencias en Agroplasticultura

Asesorado por:

Dr. Ricardo Hugo Lira Saldivar
Dr. Bulmaro Méndez Argüello

SINODALES

Dr. Luis Ibarra Jiménez
Presidente

Dra. Ileana Vera Reyes
Secretario

Dra. Mona A. Kassem
Vocal

Saltillo, Coahuila **Diciembre, 2015**

DECLARACIÓN

Declaro que la información contenida en la Parte Experimental así como en la Parte de Resultados y Discusiones de este documento y que forman parte de las actividades de investigación y desarrollo realizadas durante el período que se me asignó para llevar a cabo mi trabajo de tesis, será propiedad del Centro de Investigación en Química Aplicada.

Saltillo, Coahuila a 1 de diciembre de 2015

MOISÉS FELIPE VICTORIANO

Nombre y Firma

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el apoyo económico brindado para la realización de una maestría.

Al Centro de Investigación en Química Aplicada por darme la oportunidad de seguirme formando profesionalmente.

A mi asesor Dr. Ricardo Hugo Lira Saldivar por el apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A mi coasesor Dr. Bulmaro Méndez Argüello por el apoyo brindado durante el desarrollo del trabajo de investigación.

A mis sinodales Dr. Luis Ibarra, Dra. Mona Abbas Kassem y Dra. Ileana Vera por las aportaciones realizadas durante la revisión de este documento.

Al Dr. Luis Ibarra Jiménez por su apoyo incondicional durante mi preparación profesional en CIQA.

Al técnico M.C. Adolfo Baylon Palomino por su apoyo en la medición de las variables fisiológicas con el equipo IRGA y por su amistad.

Y a todos los compañeros de trabajo (Tesistas y practicantes) que contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

A mi hija Karla Itzayana Felipe Santis y a Martha Santis quienes son parte fundamental en mi vida, que con el simple hecho de tenerlos ya es un sueño alcanzado ellas son la razón principal de esforzarme cada día para prepararme mejor profesionalmente.

A MIS PADRES:

Sr. Marcos Felipe Marín por su ejemplo de trabajo, entrega y espíritu de superación, además de apoyo incondicional que me brindo a lo largo de toda su vida.

Sra. María Guadalupe Victoriano Álvarez Quien ha dedicó tiempo y esfuerzo, además de su apoyo moral y comprensión en los momentos difíciles de mi formación profesional y de la vida.

A MIS HERMANOS

Noé, Abel, Juan y Rosa por brindarme el apoyo necesario para lograr esta meta.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS 5
DEDICATORIA 6
ÍNDICE GENERAL 7
ÍNDICE DE CUADROS 9
ÍNDICE DE FIGURAS 9
CUADRO DE ABREVIATURAS 10
RESUMEN 11
1. INTRODUCCIÓN 12
1.1. Calabacita 12
1.1.2. Producción de calabacita en México 12
1.1.3. Características botánicas de la calabacita 13
1.2. Zeolita. 15
1.2.1. Origen de las zeolitas. 15
1.2.2. Estructura de las zeolitas. 15
1.2.3. Aplicaciones de las zeolitas 16
1.3. Acolchado plástico 17
1.3.1. Ventajas de los acolchados plásticos 17
1.3.2. Acolchados plásticos de colores y en forma de aerosol 19
1.3.3 Uso de agribón en microtúneles 19
1.4 Intercambio gaseoso en plantas 20
1.4.1. Barreras de difusión en el intercambio de gases 21
1.4.2 Tasa fotosintética 21
1.4.3 Conductancia estomática 22
1.4.4 Transpiración 23
1.5. Uso eficiente del agua 24
2. JUSTIFICACIÓN 25
3. HIPÓTESIS 25
4. OBJETIVOS 25
4.1. Objetivo general: 25
4.2. Objetivos particulares: 25
5. MATERIALES Y MÉTODOS 26

5.1. Localización del área estudio....26
5.2. Preparación del terreno....26
5.3. Siembra....26
5.4. Evaluaciones realizadas....27
5.4.1. Medición del intercambio gaseoso con y sin cubierta de agribón....27
5.4.2. Determinación de área foliar y partición de biomasa. 27
5.4.3. Determinación del índice relativo (IR) de clorofila....28
5.4.4. Análisis de textura, longitud y diámetro de fruto....28
5.4.5. Determinación de concentración de ácido ascórbico (Vitamina C)....28
5.4.6 Extracción de clorofilas totales (A y B) en hojas 29
5.4.7 Determinación de sólidos solubles (grados brix) en frutos. 29
5.4.8. Cosecha y rendimiento....30
5.5. Uso eficiente del agua (UEA)....30
5.6. Diseño estadístico 30
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN....32
6.1. Intercambio gaseoso a los 33 DDS con cubierta de agribón....32
6.2. Intercambio gaseoso a los 34 DDS. 34
6.3. Intercambio gaseoso a los 64 DDS. 35
6.4. Análisis de área foliar, biomasa, número de flores, hojas, frutos y rendimiento a los 37 y 67 DDS....36
6.5. Calidad de fruto....40
6.6. Calidad bioquímica....41
6.7. Uso eficiente del agua intrínseca e índice relativo de clorofilas....45
VII. CONCLUSIONES 47
VIII. PERSPECTIVAS 47
VIII. LITERATURA 48
IX. ANEXOS....57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales estados productores de calabacita en México (SAGARPA-SIAP, 2014). 12
Cuadro 2. Principales municipios productores de calabacita en Coahuila (SAGARPA-SIAP, 2014).....13
Cuadro 3. Distribución de tratamientos con diseño bifactorial 4x2 con 3 repeticiones cada uno. Factor A: zeolita (0, 10, 20 y 40 t ha^{-1}) y facto B: Acolchado plástico (con y sin acolchado) 31
Cuadro 4. Efecto de la zeolita y el acolchado plástico en la tasa fotosintética, conductancia estomática y transpiración de plantas de calabaza en tres horas diferentes del día a los 33 DDS con cubierta de agribón. 33
Cuadro 5. Efecto de la zeolita y el acolchado plástico en la tasa fotosintética, conductancia estomática y transpiración de plantas de calabaza en tres horas diferentes del día a los 34 DDS. 34
Cuadro 6. Efecto de la zeolita y el acolchado plástico en la tasa fotosintética, conductancia estomática y transpiración de plantas de calabaza en tres horas diferentes del día a los 64 DDS. 36
Cuadro 7. Análisis de área foliar, biomasa, número de flores, hojas, frutos y rendimiento a los 37 DDS.....38
Cuadro 8. Análisis de área foliar, biomasa, número de flores**,** hojas, frutos y rendimiento a los 67 DDS.....39
Cuadro 9. Diámetro y longitud de frutos de calabacita por efecto de los tratamientos con zeolita, acolchado plástico y por la interacción entre factores.....41
Cuadro 10. Contenido de clorofila totales en hojas y grados brix en fruto de calabacita por efecto de los tratamientos zeolita, acolchado plástico e interacción entre factores.....43
Cuadro 11. Contenido de ácido ascórbico en frutos de calabacita por efecto de los factores zeolita, acolchado plástico y la interacción entre factores.....44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de calabacita fertirrigada por goteo con cintilla.....13
Figura 2. Planta de calabacita con acolchado plástico, mostrando tallos, peciolos y la producción de flores y frutos 14
Figura 3. Flores masculinas y femeninas de plantas de calabacita var. Grey zucchini 14
Figura 4. Fruto tierno de calabacita 15
Figura 5: Estructura de una zeolita clinoptilolita 16
Figura 6. Separación de órganos de las plantas de calabacita para determinar su partición de biomasa y posteriormente peso fresco y seco.....27
Figura 7. Cosecha de frutos de calabacita separada por tratamiento.....30

CUADRO DE ABREVIATURAS

ABREVIATURA	LEYENDA
AOAC	Internacional (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales)
AP	Acolchado plástico
CAM	Metabolismo ácido de las crasuláceas
CIC	Capacidad de intercambio catiónico
CIQA	Centro de Investigación en Química Aplicada
Cm	Centímetros
Cs	Conductancia estomática
DDS	Días después de la siembra
DDT	Días después del trasplante
DPV	Déficit de presión de vapor
E.E	Error estándar
Fs	Fotosíntesis
Ha	Hectárea
HR	Humedad relativa
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Historia
IR-CLOROFILA	Índice relativo de clorofila
IRGA	Analizador de gases infrarrojo
mg/L	Miligramo por litro
Mm	Milímetros
mol H_2O m^{-2} s^{-1}	Mol de agua por metro cuadrado por segundo
N cm^2	Newton por metro cuadrado
SAGARPA	Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación
SAP	Sin acolchado plástico
SIAP	Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
SST	Sólidos solubles totales
µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}	Micromol de CO_2 por metro cuadrado por segundo
µmol H_2O m^{-2} s^{-1}	Micromol de agua por metro cuadrado por segundo
UEA	Uso eficiente del agua

RESUMEN

El acolchado plástico (AP) permite ahorrar agua, nutrientes y reducir malezas en los cultivos, por su parte las zeolitas tienen una estructura porosa, alta CIC, retienen agua y cationes, lo que permite incrementar rendimientos. En este trabajo se analizaron las respuestas morfofisiológicas y rendimiento de calabacita por efecto de la zeolita y AP. Se evaluó fotosíntesis (Fs), conductancia estomática (Cs), traspiración (Tr), área foliar, biomasa fresca y seca, longitud, diámetro, firmeza, sólidos solubles totales (SST) en fruto, clorofilas totales, ácido ascórbico (AA), número de hojas, flores y frutos. Se evaluaron 8 tratamientos con 3 repeticiones, en un diseño bifactorial completamente al azar con 4 niveles para el factor zeolita y 2 niveles para el factor AP.

A los 33 y 34 DDS a máxima radiación, se incrementó la Fs en tratamientos T5 y T8, (37.98 y 36.62 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} a los 33 DDS y 34.75 y 34.47 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} a los 34 DDS respectivamente), comparado con el testigo (T1). A los 37 DDS el tratamiento T8 incrementó el número de frutos un 69.2 % (3 frutos planta^{-1}), esta variable está relacionado con el rendimiento por ello los más altos rendimientos se obtuvieron en este tratamiento con un 42.3 % más respecto al control. Por otra parte se incrementó significativamente 6.8% y 10.3% la longitud y diámetro de fruto con 46.85 y 51.89 mm en el tratamiento (T3 zeolita sin acolchado) a los 69 y 76 DDS respecto al control. Por otra parte incrementó significativamente clorofilas totales un 26 % (T6 zeolita con acolchado), 15.6 % (T3). Así mismo la interacción incrementó significativamente los SST hasta un 42.54 % (2.14 SST) en el tratamiento (T2 zeolita sin acolchar). A los 33 y 34 DDS el factor zeolita redujo significativamente la fotosíntesis, e incrementó a los 33 DDS la Cs un 22 % (10 t ha^{-1}) y 66 % (20 t ha^{-1}) a las 14 hr, mientras que a los 64 DDS se vio un incremento significativo de Fs 5 % (1.74 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) y Tr 5.7 % (0.61 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) a las 14 hr con una dosis de 40 t ha^{-1}, por otra parte se incrementó significativamente el diámetro de fruto a los 69 y 76 DDS. Para el caso del AP incrementó significativamente el intercambio gaseoso, área foliar 35.2 %, peso fresco 39.81 %, número de flores 20.8 %, y número de hojas 30.9% a los 34 DDS comparado con plantas sin acolchar. Así mismo se vieron incrementados significativamente en variables de calidad como diámetros de fruto a los 69 DDS un 10.3 % (4.06 mm fruto^{-1}), mientras que a los 76 DDS se redujo significativamente dicha variable 5.4 % (2.58 mm fruto^{-1}) y clorofilas totales a los 69 DDS un 12.2 % (1.98 mg/L), una variable bioquímica comparado con suelo desnudo.

Con los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que el AP puede ser utilizado en la producción de calabacita, ya que permitió incrementar la maquinaria fotosintética, con lo que se incrementó el área foliar y la biomasa en plantas de calabacita. Por su parte la zeolita no influyó en las variables evaluadas. Además se encontró que la aplicación de zeolita-acolchado no incrementa significativamente los rendimientos.

PALABRAS CLAVE

Cucurbitáceas, clinoptilolita, biofertilizante, fotosíntesis, transpiración, agroplasticultura.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Calabacita

1.1.2. Producción de calabacita en México

La calabacita del género *Cucurbita spp.* tiene sus orígenes en México y América Central, ha sido parte importante de la alimentación del hombre Americano (Basurto *et al.,* 2015), además fue una de las primeras plantas cultivadas en Mesoamérica, cuyas fechas más antiguas datan de hace aproximadamente 10,000 años. De acuerdo a SAGARPA-SIAP, (2014), en México se producen aproximadamente 26,500 hectáreas (ha) con rendimiento promedio de 16.76 t ha^{-1}. Los principales estados productores son: Sonora, Puebla, Sinaloa, Hidalgo y Michoacán, que en conjunto aportan el 62 % de la producción nacional (Cuadro 1), el consumo generalmente es en fresco además, se puede aprovechar la flor masculina como producto gourmet o especializado.

En Coahuila se tiene documentado (SAGARPA-SIAP, 2014) que sólo 5 municipios cultivan calabacita, destacando Ramos Arizpe y Nadadores, que en conjunto aportan 93 % de la producción del Estado, con un rendimiento promedio de 14.20 t ha^{-1} (Cuadro 2).

Cuadro 1. Principales estados productores de calabacita en México (SAGARPA-SIAP, 2014).

Estado	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento (t ha^{-1})
Sonora	4,512.50	4,512.50	19.07
Puebla	4,420.50	4,330.50	12.81
Sinaloa	3,562.79	3,455.79	18.48
Hidalgo	2,215.80	2,208.80	12.00
Michoacán	1,792.50	1,775.50	20.26

Cuadro 2. Principales municipios productores de calabacita en el estado de Coahuila (SAGARPA-SIAP, 2014).

Municipio	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Rendimiento (t ha^{-1})
Ramos Arizpe	60	60	23.86
Nadadores	21	21	7.30
General Cepeda	2	2	23.74
Acuña	2	2	8.10
Frontera	2	2	8.00

1.1.3. Características botánicas de la calabacita

La calabacita es una planta herbácea anual, (Figura 1), con zarcillos, monoica (flores masculinas y femeninas separadas), erecta y después rastrera, sensible a fríos y heladas (Monares, 2009).

Figura 1. Planta de calabacita fertirrigada por goteo con cintilla.

Presenta **tallos** erectos en sus primeras etapas de desarrollo, tornándose después rastreros; con cinco bordes (angulares), cubiertos de tricomas (Monares, 2009). Los tricomas son protuberancias o apéndices epidérmicos con diversas formas, estructura y función. La biomasa de este órgano de la planta corresponde a 6.5 % del total, (Figura 2) por presentar floema en ambos lados del xilema, se les conoce como tallos con haces bicolaterales (Sedano *et al.,* 2005).

Figura 2. Planta de calabacita con acolchado plástico, mostrando tallo, peciolos y la producción de flores y frutos.

El **sistema radicular** está constituido por una raíz principal, raíces secundarias y una cantidad abundante de pelos absorbentes.

Las **hojas** están compuestas de pecíolos largos y huecos, una lámina foliar grande, con manchas blancas en su superficie y una nervadura palmeada. El follaje representa 59.4 % de la biomasa total, a los 67 DDS bajo condiciones climáticas óptimas (Sedano *et al.,* 2005).

Las **flores** masculinas aparecen primero, tienen un pedúnculo largo y delgado, las partes que la conforman son: anteras, corola, filamentos y cáliz. La flor femenina está compuesta por una corola, los estigmas, el estilo, el hispano, el cáliz y un ovario ínfero que da origen a la calabacita (Figura 3). Los pétalos de ambas flores son de color amarillo anaranjado y para que se lleve a cabo la polinización, las flores comienzan a abrir en las primeras horas de la mañana y se cierran aproximadamente al medio día.

Figura 3. Flores masculinas y femeninas de plantas de calabacita var. Grey zucchini.

El **fruto** (Figura 4) es un pepónide que se consume en un fresco y tierno, antes de que alcance una madurez fisiológica, la cosecha se hace una vez que alcanza una longitud de 11 a 13 cm,

cuando se encuentran en un estado tierno, tienen un epicarpo blando de color verde con manchas blancas tornando amarillas cuando están maduras, la pulpa es blanca, presenta semillas generalmente de color blanco, crema o ligeramente café que se encuentran en el endocarpo.

Figura 4. Fruto tierno de calabacita.

1.2. Zeolita

1.2.1. Origen de las zeolitas

La zeolita deriva de las palabras griegas zeo (ebulle) y lithos (piedra), piedra que hierve y fue utilizada para designar a una familia de minerales naturales que presentaban particularidades únicas como una alta capacidad de intercambio catiónico (CIC) y una hidratación reversible una vez que pierden agua (Florencia, 2012; García, 2015). Las zeolitas como la clinoptilolita, provienen de sedimentos volcánicos, se encuentran en yacimientos de muchas partes del mundo como México, siendo únicas entre los aluminosilicatos, ya que forman una red cristalina que tienen estructuras muy porosas que absorben agua y cationes (Jayasinghe *et al*., 2008). Por su composición de aluminio y silicio en su estructura se les denomina aluminosilicatos, son de apariencia cristalina y pueden ser de origen sintético o natural; la estructura de una zeolita puede ser considerada como un polímero inorgánico constituido a partir de SiO_4 y AlO_4 (De Smedt *et al.,* 2015).

1.2.2. Estructura de las zeolitas

La estructura primaria de las zeolitas es un tetraedro formado por átomos de Si^{4+} y Al^{3+} coordinado por cuatro átomos de oxígeno, formando una red tridimensional de tetraedros (Figura 5), la distinta forma de combinar estos tetraedros da lugar a la gran variedad de zeolitas existentes (Torres, 2014). Los cationes pueden ser sustituidos fácilmente lo que determina la capacidad de intercambio catiónico, que permite la absorción y posterior liberación de nutrientes (Hernández *et al.,* 2011; Florencia, 2012).

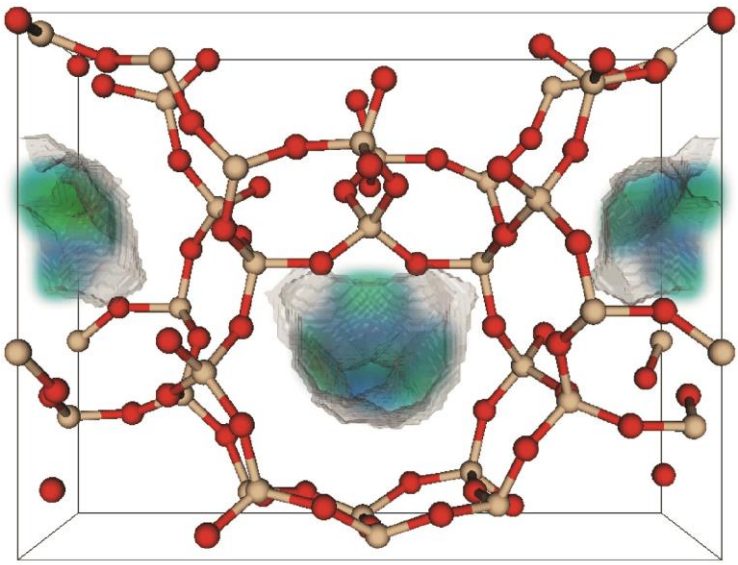


Figura 5: Estructura de una zeolita clinoptilolita.

1.2.3. Aplicaciones de las zeolitas

Debido a sus propiedades físicas y químicas únicas, las zeolitas tienen un sin fin de aplicaciones en la industria: se utilizan como agentes de separación, intercambiadores de iones y absorbentes; en cuestiones ambientales es utilizado como filtrante en sistemas de tratamiento de aguas residuales, como absorbente de amonio y metales pesados en suelos (Mejía *et al.,* 2009; Jordán *et al.,* 2014); en la medicina, es utilizado como desintoxicantes. Actualmente, están siendo utilizados ampliamente en la ganadería para la eliminación de malos olores de los establos y en la agricultura se está utilizando como promotor de crecimiento en cultivos debido a su alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), amplio número de microporos lo que les permite absorber agua y cationes para una liberación lenta posterior (Hernández *et al.,* 2010; De Smedt *et al.,* 2015).

Entre las zeolitas, la clinoptilolita y la modernita se distinguen por su utilidad en la agricultura, debido a que al entrar en contacto con el amonio del medio lo retienen en su estructura interna y externa reduciendo las pérdidas de nitrógeno por volatilización y funcionando entonces como un fertilizante nitrogenado de lenta liberación, (Li, 2003; Flores *et al.,* 2007; Millán *et al*., 2008 y Yolcu *et al*., 2013). Se ha reportado que las zeolitas cargadas con NH^{+4} tienen la capacidad de aumentar la solubilización de minerales fosfatados, y por lo tanto, mejoran la absorción de P y el rendimiento de los cultivos. Los estudios realizados para comprobar la solubilidad y el intercambio catiónico de mezclas de roca fosfórica, NH^{+4} y K saturado en clinoptilolita, revelaron que las mezclas de zeolita y roca fosfórica tienen el

potencial de proporcionar una fertilización de liberación lenta para las plantas (Bansiwal *et al*., 2006). Por su parte Mihajlović *et al.* (2014), menciona que la zeolita actúa como un acarreador de nutrientes como NH_4, mejorador de suelos, promueve la disolución de fosfatos y libera lentamente los fertilizantes cuando las plantas lo requieren.

En México, para la agricultura se establecieron experimentos a finales de los 90's en regiones del estado de Oaxaca para determinar proporciones de fertilizantes químicos complementados con zeolita. Resultando ser la aplicación de zeolita una alternativa para disminuir el uso de fertilizantes con un correcto balance de nutrientes debido a que inducen un mayor crecimiento y el tiempo de permanencia en el suelo es más prolongado (Gómez, 2015), además la zeolita permite mejorar las propiedades de los fertilizantes granulados y reducen los índices de volatilización y lixiviación de los mismos y aumentan los contenidos de fosfatos solubles para ser asimilados por las plantas**.** Por su parte González *et al.* (2012) mencionan que la aplicación de zeolita, en la formulación de un sustrato incrementaron el desarrollo del cultivo en comparación con plantas testigos.

1.3. Acolchado plástico

El AP en la agricultura es una técnica que consiste en cubrir el suelo con materiales como paja, aserrín, cascara de arroz, papel o plástico, con la finalidad de proteger el suelo y la zona radicular del cultivo de diversos factores ambientales y para promover el desarrollo del cultivo, cosechas precoces, mejorar el rendimiento, control de malezas, ahorro de agua, fertilizantes y mejorar la calidad de los cultivos (Anzalone *et al.* 2010).

La aplicación de materiales plásticos en los cultivos contribuye a la solución de diversos problemas a los que se enfrentan actualmente los productores, como los altos costos y baja disponibilidad para disponer de agua, los daños de los cultivos por las temperaturas, además esta tecnología ha permitido adelantar las fechas de siembra, tratando de conseguir cosechas precoces, lo que ha logrado constituirse como un complemento indispensable en la agricultura moderna y tecnificada (Mendoza *et al.,* 2000).

1.3.1. Ventajas de los acolchados plásticos

El AP modifica el microclima en torno a la planta y suprime la evaporación del agua en el suelo, dichos factores afectan fuertemente la temperatura y la humedad en la zona radicular lo cual influye en un mayor desarrollo productivo (Ibarra *et al.,* 2001). Por su parte López *et al.*

(2009), mencionan que la aplicación de AP en tomate incrementa los rendimientos en 56% comparado con suelo desnudo. Ibarra *et al.* (2001) mencionan que el rendimiento en calabacita con la aplicación de AP blanco (unicapa) y blanco negro (coextruída-bicapa) se obtiene altos rendimientos, sin embargo, se debe de tomar en cuenta los costos de producción debido a que una película coextruída es de mayor costo respecto a una película unicapa.

En condiciones de temporal, con clima semiárido Hai et al. (2015), mencionan que el AP incrementa la temperatura del suelo aproximadamente 2.8 ºC en los primeros 15 cm en etapas de plántula y crecimiento temprano de maíz respecto a un suelo desnudo, dichos autores mencionan que estos efectos se relacionan con un incrementó en la mineralización del N presente en la materia orgánica del suelo. Esto probablemente se deba a que en etapas fenológicas iniciales de los cultivos se tiene poca cobertura foliar en el suelo lo que incrementa la incidencia de radiación solar en el AP. Por su parte Liu *et al.* (2014) indican que el AP incrementa la transpiración, lo que contribuye a obtener altos rendimientos, esto debido a un uso eficiente del agua (UEA) y nutrientes. Se ha determinado que una película plástica combinada con un acolchado de paja mejora la humedad del suelo y temperatura que aumenta de forma efectiva el rendimiento y la eficiencia en el uso del agua (Chen *et al.,* 2015).

Un AP provee múltiples beneficios debido a que se encuentra muy documentado que una película plástica metalizado, retrasa la colonización de *Bemisia argentifoli* y la incidencia de los virus transmitidas por áfidos en calabacita, además se ha observado que las plantas crecen más rápido respecto al testigo (Summers *et al.,* 2004). Otro efecto importante que se ha documentado acerca de los AP es que en plantas se ha observado una mayor asimilación de nutrientes como nitrógeno, azufre, magnesio, fierro y zinc respecto al testigo, así mimo se ha determinado una correlación directa entre la temperatura del suelo y el rendimiento total (Ruíz *et al.,* 2015). Los cultivos presentan diversos grados de adaptación a la temperatura de acuerdo a la especie, en maíz se encontró que la temperatura mínima letal y máxima letal se ubica en -1.8 y 46 ºC respectivamente, ocasionado daños irreversibles en tallo, hoja y tejidos meristemáticos, la temperatura mínima para crecimiento de brote se ubica en 10.9 y la máxima a 38.9 ºC, mientras que para el desarrollo de las raíces la mínima se encuentra entre 12.6 y una máxima de 40.1 ºC, con un óptimo de 26.3 ºC y para el llenado del grano la mínima se ubica en 8 y la máxima en 36 ºC con un óptimo de 26.4 ºC, siendo los óptimos en los que la planta expresa su potencial genético de producción (Sánchez *et al.,* 2014).

1.3.2. Acolchados plásticos de colores y en forma de aerosol

Las coberturas plásticas presentan diferentes propiedades térmicas y de radiación lo que afecta positivamente el rendimiento de los cultivos y calidad, además se han desarrollado películas plásticas de diferentes colores como negro, blanco, plata, rojo y coextruído con colores diferentes en ambas caras (Shiukhy, *et al.,* 2014). El uso de plásticos de diferentes colores, en función al color permite bloquear el paso de cierta longitud de onda, el grado de reflexión permite mejorar la fotosíntesis y maduración de frutos, reducción de áfidos y moscas blancas.

Una película plástica roja incrementa el tiempo de floración, fructificación y la calidad de frutos, mejora longitud y peso del fruto, la composición química de la fruta (sólidos solubles totales, contenido total de azucares, azucares reductores, ácido ascórbico y contenido de antocianinas). Un AP amarillo presenta un comportamiento estadísticamente similar al rojo (Sharma *et al.,* 2013). El AP blanco/plata presenta una reflexión de 150 a 290 % con respecto a acolchado café y azul que presentan una menor reflexión. En cuanto a rendimiento las películas plásticas blanco y negro presentan una mayor producción comparado con un plástico azul (Quezada *et al*., 2011). Por su parte Greer y Dole, (2003) mencionan que el color negro es utilizado para calentar el suelo a principios de primavera, reducir las malezas y conservar la humedad del suelo, características que incrementan los rendimientos y mejora la calidad de frutos.

Actualmente ha cobrado importancia la aplicación de AP en forma de aerosol, aplicados a camas de siembra. Un AP en forma de aerosol color plata ha sido muy eficaz para repeler áfidos alados lo que reduce o retrasa la aparición de diversas enfermedades virales en calabacita principalmente; además incrementó el rendimiento en 70 % comparado con plantas testigo (Summers *et al.,* 1995).

1.3.3 Uso de agribón en microtúneles

El agribón es una cubierta de polipropileno, ultraligera y resistente, no interfiere con el crecimiento de las plantas, permite el paso de la luz, el aire y el agua, cuando se utiliza como cubierta flotante o como microtúnel. Es eficaz contra heladas cuando se usa como antes se señaló. En algunos productos se les incorpora un estabilizador de rayos UV, el cual lo hace más resistente y duradero en la intemperie. Por sus características crea un microclima, el cual conserva la humedad y temperatura bajo la cubierta lo que favorece el desarrollo de cultivo,

además impide el acceso de insectos que pueden dañar el cultivo (Orozco *et al.,* 1995). Una cubierta de agribón mejora significativamente el rendimiento total, además aumentan las tasas de crecimiento absolutas y promueven la acumulación de biomasa seca por unidad de superficie (Jolliffe y Gaye, 1995).

La aplicación de una cubierta ya ha sido ampliamente aplicada a los cultivos. Torres *et al*, (2013) mencionan que en melón la aplicación de esta tecnología sobre plantas recién trasplantadas las protege contra enfermedades como la mancha bacteriana, así como por diversos insectos, daño a heladas, daño por viento; sin embargo, se recomienda retirarlas en la etapa de antesis del cultivo, periodo en el que 50 % de las plantas tienen flores femeninas. Por su parte, López, (2009) menciona que el agribón protege a los cultivos de insectos, principalmente adultos, sin embargo, después de quitar la cubierta de agribón las plantas pueden ser rápidamente colonizadas e infectadas.

1.4. Intercambio gaseoso en plantas

Las plantas son capaces de sobrevivir en diversos ambientes debido a los cambios morfológicos y fisiológicos y a la plasticidad de aclimatación que presentan, la luz y agua son factores decisivos para la supervivencia de la planta y en base a eso presentan un comportamiento distinto en cada hábitat respecto a su comportamiento del intercambio gaseoso (Guimarães *et al.,* 2014).

El intercambio gaseoso se refiere al movimiento de vapor de agua de la planta a la atmósfera y la absorción de CO_2 del ambiente a la planta, por lo tanto incluye gases que son intercambiados por los estomas (CO_2, O_2 y H_2O) como vapor, lo cual está determinado por diversas variables como: conductancia estomática, tasa de asimilación de CO_2 y transpiración, ya que dichas variables son afectadas por un aumento de la temperatura foliar, déficit de presión de vapor (DPV) y humedad relativa (HR), los cuales interactuando de manera conjunta inducen un cierre estomático en condiciones de estrés hídrico (Morales *et al.,* 2006). En condiciones secas o de suelos contaminados por boro se ha documentado que en plantas de *C. pepo* se afecta el intercambio gaseoso, incluyendo tasa fotosintética, conductancia estomática y contenido de clorofila entre otras variables (Landi *et al*., 2013).

1.4.1. Barreras de difusión en el intercambio de gases

El intercambio de gases entre la planta y su ambiente se lleva a cabo de acuerdo a la primera ley de la difusión de Fick, las etapas son: una difusión de vapor de agua a través del sistema dérmico de la planta (cutícula, la epidermis, estomas, lenticela), difusión del gas a través de los espacios intercelulares, el Intercambio gaseoso entre la atmosfera intracelular y la solución celular o viceversa y la difusión del CO_2 de la atmósfera hacia el interior de la célula para asimilación. El intercambio gaseoso depende de la resistencia del sistema dérmico para difusión de gases, la distribución de los espacios intracelulares, la trayectoria de difusión, el área o superficie donde se lleva a cabo el proceso, el gradiente establecido por la concentración y por la actividad respiratoria del tejido (Kader y Saltveit, 2003).

La tasa de movimiento de un gas depende de las propiedades del gas en forma molecular, la magnitud del gradiente y las propiedades físicas de las barreras que intervengan en el proceso, el área o superficie. El CO_2 se mueve más fácil que el O_2 mientras que la tasa de difusión de C_2H_4 y CO_2 es similar. La concentración interna de CO_2 y O_2 en la planta depende del órgano, madures, etapa fenológica, la temperatura actual de la hoja, la composición de la atmósfera externa de la hoja, y cualquier barrera presente (González *et al.,* 2013).

1.4.2 Tasa fotosintética

Mediante el proceso de fotosíntesis, las plantas convierten la energía solar en energía química, la cual se almacena en forma de enlaces químicos en la molécula de glucosa (Gliessman, 2002). La energía química en las plantas se transporta y almacena en forma de compuestos ricos en energía como carbohidratos, almidón y lípidos (Muncharaz, 2012).

La tasa fotosintética está determinada por la etapa de desarrollo de la planta, las condiciones ambientales del entorno como la luz y el tipo de proceso fotosintético que realice la planta el cual puede ser C_3 C_4 o CAM, el déficit de agua, la disminución de CO_2 y limitaciones fisiológicas (Pinheiro y Chaves, 2011). En la mayoría de las plantas las hojas alcanzan la saturación con solamente el 20 % de la luz total, de este porcentaje sólo el 20 % se convierte en energía química en los carbohidratos (Stephen, 2002). La medición de la tasa fotosintética en campo nos permite cuantificar la eficiencia de la energía capturada por los cultivos, la medida más precisa es la del intercambio gaseoso real de la planta donde una sola hoja o parte de la planta se coloca en una cámara donde las condiciones se mantienen semejantes a un ambiente, al cuantificar el aire que pasa a través de la cámara y dentro del analizador infrarrojo

de gases, se puede determinar los cambios en el contenido del CO_2 liberado por el balance de respiración-fotosíntesis (Stephen, 2002; Pearcey *et al.,* 2012).

La producción de biomasa está determinada por la cantidad de radiación incidente en el cultivo y por la capacidad y eficiencia para convertir esta radiación en materia seca, por lo que la eficiencia de radiación interceptada depende completamente del proceso de fotosíntesis (Gutiérrez *et al.,* 2005). La tasa fotosintética alta de un cultivo respecto a otros de la misma variedad induce un mayor desarrollo en algunos casos pero, una tasa fotosintética arriba 50 µmol de CO_2 por m^2 s^{-1} no es suficiente para definir una mayor producción o rendimiento, dado que la partición de asimilados fotosintéticos no resulta en un factor significativo en la capacidad productiva de la planta (Villalobos, 2001).

En plantas de frijol susceptibles y tolerantes al Fe, Zavala *et al.* (2011) obtuvieron resultados de tasa fotosintética de 11.80 µmol de CO_2 por m^2 s^{-1} en plantas tolerantes y 10.62 µmol de CO_2 por m^2 s^{-1} en plantas susceptibles. Para el caso de evaluaciones de fotosíntesis en árboles, Medina *et al.* (2011) mencionan tasas fotosintéticas de 17.32, 18.91 y 19.17 µmol de CO_2 por m^2 s^{-1} en verano, en las variedades de aguacate Colín v.101, Rincón y Hass, respectivamente. Diversas investigaciones se han realizado respecto a la tasa fotosintética en calabacita, Haytova, (2015) menciona que esta variable está fuertemente influenciado por la fertilización foliar. Por su parte Tao *et al*. (2015), señalan que factores bióticos como el virus del mosaico del pepino produce estrés oxidativo, cloroplastos anormales y daño del aparato fotosintético, lo que reduce significativamente la tasa fotosintética de los cultivos, así como la cantidad de clorofilas totales o índices relativos de clorofilas en las hojas.

1.4.3 Conductancia estomática

Uno de los primeros efectos del déficit hídrico en el suelo es la reducción de la conductancia estomática (Cs) de las hojas, hecho que sucede antes de que sea detectable por el potencial hídrico foliar, existiendo una lógica correspondencia entre ambos valores por lo que la medición de la Cs es un indicador confiable del nivel de sequía de un cultivo. Existe también una correlación directa entre la Cs y la tasa fotosintética, ya que la disminución de la fotosíntesis causa como consecuencia el cierre de los estomas cuando se producen situaciones de déficit hídrico (Hidalgo y Fernández, 2011).

La Cs mide el grado de apertura de los estomas, la cual depende de la intensidad luminosa, temperatura, humedad absoluta entre hoja y aire, edad de la hoja, concentración de CO_2 y el propio potencial hídrico del cultivo. La Cs muestra valores altos cuando las temperaturas son altas por lo que los estomas se abren a la salida del sol aumentando su valor en las horas de mayor radiación solar a partir del cual comienza una disminución progresiva (Pagán, 2012), sin embargo, los estomas no solo se abren con la presencia de luz, diversos estudios ha demostrado que la apertura estomática se da también por efecto de una disminución de CO_2, (DPV), la temperatura y el estrés hídrico.

1.4.4 Transpiración

La transpiración de los cultivos consiste en la pérdida de agua desde los órganos aéreos en forma de vapor, el cual se pierde en la atmósfera, es una consecuencia natural de las características anatómicas fundamentales de las plantas. Se ha demostrado que está importante variable fisiológica se ve afectada por muchos factores, siendo la fertilización uno de ellos. Los resultados de Haytova, (2015), indican que la fertilización foliar con una mezcla de fertilizantes como Fitona® 3, Hortigrow® y Humustim®, influenciaron notablemente el intercambio gaseoso en *C. pepo* (var. Giromontia), así como la tasa fotosintética y el contenido de pigmentos en el follaje.

La pérdida de agua es regulada a través de los estomas, además son los responsables de llevar al cabo un intercambio gaseoso (Allen *et al.,* 2006). Para reducir la pérdida de agua por efecto de la transpiración las plantas han desarrollado y modificado estructuras como el tamaño foliar, la densidad estomática y el grosor de las hojas, lo que les permite mitigar las condiciones estresantes, o bien han reducido su tamaño o desarrollado pubescencia foliar (Molina, 2008). Para que se lleve a cabo el proceso de traspiración hace falta dos factores que se encuentran involucrados, los físicos y los fisiológicos, en cuanto a los físicos depende de la radiación, el déficit de presión de vapor, el viento, la difusión estomática y disponibilidad del agua; mientras que en lo fisiológico se incluye el número de estomas por área, área de la hoja, tamaño de la planta y densidad radicular (Ramírez, 2013).

Uno de los métodos más usados para determinar la traspiración de los cultivos actualmente es a través de equipo analizador de gases infrarrojos (IRGA), el cual se basa en la absorción que presenta el vapor de agua en la zona del espectro infrarrojo, midiendo la cantidad

de vapor de agua antes de pasar sobre la hoja y después de que ha pasado (Pearcey *et al.,* 2012).

1.5. Uso eficiente del agua (UEA)

La disponibilidad de agua es la principal limitante en la producción agrícola y la pérdida de agua en forma de vapor, se considera un proceso secundario e inevitable que ocurre cuando la planta abre los estomas para asimilar CO_2, compuesto importante en la fotosíntesis (Medrano *et al.,* 2007). La eficiencia en el uso de los recursos hídricos es un aspecto fundamental en la agricultura para ello es importante tener en cuenta el UEA, la eficiencia en el uso del agua o productividad del agua es la relación existente entre la biomasa presente en un cultivo entre la unidad de agua utilizada por este, en un determinado momento (Fernández y Camacho 2005), esta puede ser extrínseco (UEA_E) o intrínseco. El extrínseco se refiere a la relación existente entre la tasa fotosintética y la tasa transpirativa, la cual indica los moles de CO_2 fijados respecto a los moles de agua perdidos por el área foliar. El uso eficiente del agua intrínseco (UEA_I) es la relación que existe entre la tasa fotosintética y la conductancia estomática, la cual está relacionado con el grado de apertura que deben tener los estomas para la fijación de dióxido de carbono (Pérez y Melgarejo, 2012).

La eficiencia en el uso del agua a escala foliar es el cociente entre la fotosíntesis y traspiración, se considera a dos niveles: la intrínseca y extrínseca, ambas tienen las mismas unidades (µmol CO_2*mol H_2O), pero la diferencia fundamental es que en el UEA_E la eficiencia de la traspiración depende de la planta y de las condiciones ambientales; mientras que la UEA_I depende del grado de apertura estomática y factores fisiológicos, lo cual puede traducirse en una tasa de traspiración muy diferente (Gil *et al.*, 2007).

En 30 años más, la humanidad requerirá el doble de la producción de alimentos, para ello la agricultura tendrá que incrementar de forma notable la eficiencia en el uso del agua, particularmente en países con baja disponibilidad de este recurso, para ello se han desarrollado tecnologías que han resultado en mejor calidad y rendimientos de los cultivos, así como en el UEA, fertilizantes, como la hidroponía de circulación cerrada, la cual reduce las necesidades de agua en los cultivos, otro tipo de sistema son invernaderos modernos cerrados, los cuales han dado buenos resultados en términos de ahorro de agua y energía, este tipo de sistemas puede recuperar el agua transpirada por las pantas a través de la condensación (Salazar *et al.,* 2014)

2. JUSTIFICACIÓN

Los trabajos científicos con calabacita cultivada con y sin AP, más zeolita incorporada al suelo, son muy pocos en México y en el mundo, por eso se requiere incorporar tecnologías innovadoras que coadyuven a hacer un uso más eficiente del agua y los fertilizantes, tal y como se puede lograr con la utilización de zeolita y el acolchado plástico en un cultivo hortícola. Esto representa un concepto innovador, sustentable y amigable con el ambiente, que potencialmente pudiera aumentar la relación costo-beneficio para el productor. Además, los biofertilizantes órgano-zeolíticos no presentan los problemas y desventajas de los fertilizantes convencionales, resultando ser más conveniente de usarlo en países que tienen bastos recursos zeolíticos como México; así mismo, son más fácil de producir en términos de costos de energía y de mayor beneficio para el productor y los agroecosistemas.

3. HIPÓTESIS

La zeolita natural clinoptilolita más acolchado plástico, incrementará la producción de biomasa seca y además, promoverá el crecimiento y rendimiento del cultivo de calabacita en comparación con el tratamiento testigo.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general:

Comparar en condiciones de campo abierto con un sistema de agroplasticultura, el efecto de tres dosis de zeolita incorporadas al suelo, en algunas variables fisiológicas, biomasa y rendimiento del cultivo de calabacita, con y sin acolchado plástico.

4.2. Objetivos particulares:

- Analizar el efecto de la zeolita y acolchado plástico en diversas variables fisiológicas de las plantas de calabacita durante días de ambiente contrastante, para conocer su respuesta a los tratamientos aplicados.
- Evaluar el efecto de los tratamientos en respuestas fenológicas y en el rendimiento del cultivo.
- Determinar el efecto de los tratamientos aplicados en algunos aspectos bioquímicos y de calidad de los frutos cosechados.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Localización del área estudio

El trabajo se realizó en el Centro de Investigación en Química Aplica (CIQA) en Saltillo; Coahuila, México, con coordenadas geográficas 25°27´37.87” N y 100°58´9.04” (INEGI, 2015), a una elevación de 1491 msnm.

5.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno se llevó a cabo de forma manual, se realizaron labores de barbecho, rastreo y formación de camas de siembra, las cuales fueron acolchadas con una película plástica de polietileno coextruída negro/plata para reducir el crecimiento de malezas y reflejar la luz incidente en el polietileno para eficientar la tasa fotosintética. La parcela experimental (186 m^2) consistió en 6 camas de 18 metros de largo, con un ancho de 80 cm y pasillos 70 cm. Se realizó siembra directa al suelo en un arreglo topológico de cultivo a doble hilera en tresbolillo, con una separación de 90 cm entre plantas y 50 cm entre surcos, lo que resultó en 14,800 plantas por hectárea.

La aplicación de riego, se realizó mediante un sistema de riego por goteo, para ello se instaló antes de la siembra dicho sistema, se aplicó un riego de 3 horas posterior a la siembra para inducir la germinación de la semilla, posteriormente se aplicaron los riegos en base a tensiómetros ubicados en la misma zona del experimento, siendo un criterio de aplicación cuando la tensión en centibares se ubicaba entre 15 a 20.

Se aplicó una fertilización de fondo con N-P-K antes de la siembra, posteriormente se realizaron aplicaciones foliares de macronutrientes y micronutrientes en cada corte además de 3 aplicaciones de fosfitos (sales derivadas del ácido fosfórico), muy solubles en agua, que no se bloquean y forman sales con otros elementos, las cuales tienen una acción fungicida por medio de la producción de fitoalexinas. La incorporación del biofertilizante (zeolita) fue de manera manual a una profundidad de 30 cm a razón de 0, 10, 20 y 40 t ha^{-1}.

5.3. Siembra

El material vegetativo que se utilizó fueron semillas de calabacita *(Cucurbita pepo*) var. Grey Zucchini de la empresa Seminis con 99 % de pureza y 97 % de germinación. La siembra

se realizó el día 29 de abril de 2015, posterior a la siembra se colocó una cubierta de agribón de polipropileno no tejido en forma de microtúnel, para protección de bajas temperaturas y granizo tardío que pudieran afectar el correcto desarrollo del cultivo, además de proporcionar un microclima que indujera un mejor desarrollo y crecimiento de las plantas.

5.4. Evaluaciones realizadas

5.4.1. Medición del intercambio gaseoso con y sin cubierta de agribón

El estudio del intercambio gaseoso midiendo fotosíntesis (Fs), conductancia estomática (Cs) y transpiración (Tr) se realizó con un equipo analizador infrarrojo de gases (IRGA) modelo LI-6400 XP, al cual se le aplicó un suministro constante de 400 ppm de CO_2 y un flujo de aire de 500 µmol s^{-1}, la calibración del equipo se realizó de manera manual de acuerdo con las guías de la empresa LICOR. La medición de las variables mencionadas se realizó en días específicos de manera horaria, en hojas maduras, sanas, libres de daños por plagas, enfermedades o deficiencias nutricionales en la parte de la planta no sombreada.

5.4.2. Determinación de área foliar y partición de biomasa

Se seleccionó una planta por repetición (Figura 7), una vez que se retiró el agribón para la determinación de la partición de biomasa y área foliar, la planta se seccionó en hojas, flores y frutos. El área foliar se midió con un equipo LI-COR (modelo LI-300. Lincoln Nebraska, USA), y para número de hojas, flores y frutos se contaron por separado, posteriormente se colocaron en bolsa de papel, se etiquetaron y para obtener biomasa en fresco se pesó en una balanza de reloj. Para biomasa seca las muestras se mantuvieron en una cámara de secado a 75 ºC durante 96 horas, tiempo en el que se observó un peso constante.

Figura 6. Separación de órganos de las plantas de calabacita para determinar su partición de biomasa y posteriormente peso fresco y seco.

5.4.3. Determinación del Índice relativo (IR) de clorofila

El IR-Clorofila se determinó con un equipo de la marca Minolta (SPAD 502), para ello se realizaron cuatro evaluaciones a los 37, 49, 63 y 77 DDS, en cada evaluación se tomaron datos a 3 plantas por tratamiento y a cada planta se le tomaron 3 repeticiones.

5.4.4. Análisis de textura, longitud y diámetro de fruto

Para realizar la medida de diámetro y longitud de fruto se seleccionaron 8 frutos por unidad experimental a los 62, 69 y 74 DDS, con una longitud uniforme, los cuales se etiquetaron con un número mediante cinta adhesiva, la longitud se midió con una regla de 30 cm, para el caso del diámetro la medida se llevó a cabo con un vernier digital y la firmeza se midió con un analizador de texturas modelo TA-XT Express Enhanced de la marca Stable, para ello el texturómetro se calibró a una velocidad de inserción y salida de 10 mm/s con una fuerza de 0.5 Newton y la penetración en la muestra fue de 5 mm con la finalidad de conocer la fuerza necesaria para atravesar sólo la epidermis del fruto.

5.4.5. Determinación de concentración de ácido ascórbico (Vitamina C)

Para la determinación del ácido ascórbico en los frutos de calabacita se utilizó el método AOAC 967.21, el cual consiste: en pesar 20 gramos de la muestra y macerarlo en un mortero con 10 ml de HCl (2 %). Una vez macerado se aforó a 100 ml con agua destilada y posteriormente se filtró mediante una gasa en un matraz Erlenmeyer. Se tituló una alícuota de 10 ml con el reactivo de Thielman hasta que apareció una coloración rosada la cual se mantuvo durante aproximadamente 30 segundos, en este punto se tomó la lectura en mililitros gastados del reactivo. El reactivo de Thielman se preparó a una concentración de 2000 ppm de 2,6 dicloroindofenol en agua destilada, una vez preparada la solución se protege de la luz, cubriendo el matraz Erlenmeyer con papel aluminio y se deja reposar por 24 horas.

La concentración de ácido ascórbico se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$\mathrm{AC} = \frac{\mathrm{Vg} * 0.088 * \mathrm{VT} * 100}{\mathrm{P} * \mathrm{VA}}$$

Donde:

AC = Ácido ascórbico en mg presente (100 gr de muestra)

Vg = Volumen total del reactivo Thielmam (ml)

VT = Volumen total en del filtrado de vitamina C en HCl (ml)

VA = Volumen de la alícuota valorada (ml)

P = Peso de la muestra (gr)

0.088 = Miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml del reactivo Thielman

100 = Volumen total de aforación de agua destilada (ml)

5.4.6 Extracción de clorofilas totales (A y B) en hojas

La extracción de clorofila se realizó mediante la técnica propuesta por Ábrahám *et al.* (2010), para ello se pesaron 100 mg de hoja de calabacita, la muestra se maceró con 2 ml de etanol frío, se extrajo la solución obtenido en la maceración mediante una micropipeta de 1 ml y se colocó en viales de 2 ml los cuales fueron colocados en hielo. Del vial se extrajeron 200 microlitros los cuales se colocaron en un vial de 1.5 ml con 1 ml de etanol frío, esto se incubó durante una hora en frío (4 ºC). Posteriormente el vial de 1.5 ml con la solución se centrifugó a 12,000 rpm durante 5 minutos. Una vez terminado se sacaron los viales de la centrifuga, se extrajo aproximadamente 1 ml de la solución y se colocó en una celda del espectrofotómetro, donde se midió la difracción de la luz por la solución a dos longitudes de onda (663 y 645 nm).

La concentración de clorofilas se calculó mediante las siguientes ecuaciones:

C_A mg/L=12.7 (A_{663})-2.63 (A_{645})

C_B mg/L=22.9 (A_{645})-4.68 (A_{663})

Donde:

C_A= Concentración de clorofila A

C_B= Concentración de clorofila B

A_{663}= Absorbancia a 663 nm

A_{645}= Absorbancia a 645 nm

5.4.7 Determinación de sólidos solubles (grados brix) en frutos

La determinación de los grados brix se realizó mediante un refractómetro modelo HI 96801 de Hanna Instruments Inc., (Woonsocket, Rhode Island, 02895, USA). Este equipo es un instrumento óptico que emplea la medición del índice de refracción para determinar el grados brix en soluciones acuosas, su calibración consiste en agregar agua destilada en la célula de medición la cual arrojará un dato de 0, una vez calibrado se procede a medir colocando una

muestra de aproximadamente 100µl de solución de extracto de fruto de calabacita, se lee la lectura y se limpia la célula de medición y se repite el proceso.

5.4.8. Cosecha y rendimiento

La cosecha se realizó cada tercer día a partir de los 27 días después de la siembra (Figura 8), tiempo en el que se observaron los primeros frutos maduros, el criterio de corte fueron frutos con una longitud aproximada de 12 cm de largo y un diámetro de 4 a 5 cm, criterio para comercializar en el mercado. El rendimiento que se obtuvo en base a kg/planta de la suma de calabacita en fresco de 12 cortes el equivalente a un mes, realizando los cortes cada tercer día entre corte.

Figura 7. Cosecha de frutos de calabacita separados por tratamiento.

5.5. Uso eficiente del agua

Con base a los datos obtenidos de fotosíntesis, conductancia estomática y transpiración obtenidos a máxima actividad de intercambio gaseoso (entre 13 y 15 hr), se calculó el uso eficiente del agua intrínseco y extrínseco mediante las ecuaciones siguientes.

UEA_E= Tasa fotosintética / tasa transpirativa

UEA_I= La tasa fotosintética /conductancia estomática

Donde:

UEA_I= Uso eficiente del agua intrínseco

UEA_E= Uso eficiente del agua extrínseco

5.6. Diseño estadístico

Se utilizó un diseño bifactorial completamente al azar con 4 niveles para el factor A (zeolita) y 2 niveles para el factor B (acolchado plástico), teniendo 8 tratamientos con 3 repeticiones cada uno (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de tratamientos con diseño bifactorial 4x2 con 3 repeticiones cada uno. Factor A: zeolita (0, 10, 20 y 40 t ha^{-1}) y facto B: Acolchado plástico (con y sin acolchado).

		Dosis de zeolita t ha^{-1}			
		0	10	20	40
Acolchado	SAP	T1	T2	T3	T4
	AP	T5	T6	T7	T8

Tratamientos (interacción)

T1= Testigo
T2= 10 t ha^{-1}+SAP
T3= 20 t ha^{-1}+SAP
T4= 40 t ha^{-1}+SAP
T5= 0 t ha^{-1}+AP
T6= 10 t ha^{-1}+AP
T7= 20 t ha^{-1}+AP
T8= 40 t ha^{-1}+AP

SAP= Sin acolchado plástico
AP= Con acolchado plástico

Se realizó un análisis de varianza y prueba de rango múltiple Tukey ($p<0.05$) con el programa estadístico InfoStat, versión 2015. (Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Intercambio gaseoso a los 33 DDS con cubierta de agribón

Durante el ciclo del cultivo se efectuaron tres evaluaciones de tasa fotosintética (Fs), conductancia estomática (Cs) y transpiración (Tr), en plantas de calabacita a los 33, 34 y 64 días después de la siembra (DDS).

La Fs, Cs y Tr responden a un aumento de temperatura y radiación (Matsumoto *et al.,* 2005 y Ominaga *et al.,* 2014), por ello dichas variables presentaron un comportamiento esperado, mostrando un incremento (Fs, Tr) y una reducción de la Cs (Anexo LXI), lo cual probablemente se debe a estomas de menor longitud (Yu *et al*., 2015) o a una inhibición de la apertura estomática por deshidratación celular (Soliman y Mahmoud, 2013**;** Zhi-Guo *et al.,* 2011). Con cubierta de agribón (33 DDS), la zeolita redujo significativamente la Fs a las 14 hr, e incrementó la Cs un 5.7 % (10 t ha^{-1}) a las 8 hr y hasta un 66 % (20 t ha^{-1}) a las 14 hr comparado con el testigo. La Tr, respecto al testigo se incrementó significativamente a las 17 hr en tratamientos con 10 y 20 t ha^{-1} (12.3 % y 28.5 % respectivamente). Por su parte, el AP incrementó significativamente la Fs 6.6 % (2.47 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) a las 14 hr, la Cs 40.6 % (0.3 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}) y Tr 13.9 % (1.01 mol H_2O m^{-2} s^{-1}) a las 17 hr respecto a tratamientos sin acolchar. La interacción zeolita-acolchado a máxima radiación, afectó la tasa fotosintética en tratamientos con zeolita sin acolchar (T2, T3, T4), mientras que en plantas con zeolita más acolchado plástico los tratamientos T5 y T8, presentaron las tasas fotosintéticas más altas (37.98 y 36.62 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} respectivamente), comparado con el testigo absoluto T1. En cuanto a la Tr se encontró una reducción (mañana) y un aumento significativo en la tarde, en todos los tratamientos evaluados, este aumento en la última evaluación, posiblemente se debe a condiciones de alta temperatura que se mantiene durante la tarde.

Una reducción de Fs es atribuido a temperaturas altas (promueven un cierre estomático), una acumulación progresiva de carbohidratos (Arve *et al.,* 2015), un cierre parcial de estomas (Meloni *et al.,* 2003), en respuesta a estrés biótico o abiótico. Un alto porcentaje de reflexión de radiación fotosintéticamente activa (Quezada *et al.,* 2011; Su *et al.,* 2014), mayor inducción de asimilación de CO_2 (Zermeño *et al.,* 2011), reducción de la pérdida de agua por evaporación (Deng *et al.,* 2006), causado por los AP coextruído plata/negro presentan incrementos significativos en Fs, Cs y Tr, además de acelerar la precocidad y calidad de la cosecha (Rojas y Fernández, 2010; Sharma *et al.,* 2013). Por su parte Wen *et al.* (2014), menciona que alta salinidad y temperatura implica un cierre estomático, lo que afecta la absorción de agua por la

planta y por ende la Cs, Tr y Fs. Actualmente no se han reportado trabajos donde se evalúen la tasa fotosintética por efecto de zeolita más AP, sin embargo, Sedano *et al.* (2005) y Sedano *et al.* (2011) mencionan valores para Fs de 32 a 41 µmoles de CO2 m^{-2} s^{-1} en calabacita y pimiento morrón, siendo estos valores similares a los obtenidos en este trabajo.

Cuadro 4. Efecto de la zeolita y el acolchado plástico en la tasa fotosintética, conductancia estomática y transpiración de plantas de calabacita, en tres horas diferentes del día a los 33 DDS, en las parcelas con cubierta de agribón.

	Fs (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})			Cs (µmol H_2O m^{-2} s^{-1})			Tr (mol H_2O m^{-2} s^{-1})		
Tratamientos	08:00	14:00	17:00	10:00	14:00	17:00	08:00	14:00	17:00
Zeolita (t ha^{-1})									
0	5.83 ^{b*}	36.57 ^{a}	21.11 ^{a}	1.38 ^{b}	1.02 ^{a}	0.59 ^{b}	6.21 ^{a}	11.55 ^{a}	6.98 ^{b}
10	7.46 ^{a}	32.35 ^{b}	18.00 ^{a}	1.46 ^{b}	0.87 ^{a}	0.72 ^{ab}	5.89 ^{ab}	11.72 ^{a}	7.84 ^{ab}
20	2.16 ^{c}	32.71 ^{b}	22.99 ^{a}	1.40 ^{b}	1.10 ^{a}	0.98 ^{a}	5.83 ^{ab}	11.70 ^{a}	8.96 ^{a}
40	2.99 ^{c}	34.96 ^{ab}	23.06 ^{a}	2.65 ^{a}	1.00 ^{a}	0.55 ^{b}	5.68 ^{b}	11.35 ^{a}	7.25 ^{ab}
E.E	± 0.37	± 0.84	± 1.65	± 0.23	± 0.13	± 0.08	± 0.11	± 0.47	± 0.44
P>F	**	**	NS	**	NS	**	*	NS	*
Acolchado									
AP	4.54 ^{a}	35.38 ^{a}	22.32 ^{a}	1.91 ^{a}	1.06 ^{a}	0.83 ^{a}	5.77 ^{b}	11.72 ^{a}	8.26 ^{a}
SAP	4.68 ^{a}	32.91 ^{b}	20.66 ^{a}	1.53 ^{a}	0.94 ^{a}	0.59 ^{b}	6.03 ^{a}	11.43 ^{a}	7.25 ^{b}
E.E	± 0.26	± 0.60	± 1.17	± 0.16	±0.09	± 0.06	± 0.08	± 0.34	± 0.31
P>F	NS	**	NS	NS	NS	**	*	NS	*
Interacción									
T1	9.60 ^{a}	35.15 ^{ab}	21.10 ^{a}	1.23 ^{a}	0.91 ^{a}	0.33 ^{B}	6.45 ^{ab}	11.41 ^{a}	5.26 ^{b}
T2	3.88 ^{b}	30.21 ^{b}	15.88 ^{a}	0.85 ^{a}	0.67 ^{a}	0.67 ^{a}	5.48 ^{cd}	10.77 ^{a}	7.80 ^{ab}
T3	1.36 ^{b}	32.97 ^{ab}	22.19 ^{a}	1.37 ^{a}	1.30 ^{a}	0.78 ^{a}	6.76 ^{a}	10.77 ^{a}	8.29 ^{a}
T4	3.87 ^{b}	33.31 ^{ab}	23.47 ^{a}	2.66 ^{a}	0.88 ^{a}	0.59 ^{a}	5.45 ^{cd}	11.14 ^{a}	7.67 ^{ab}
T5	2.06 ^{b}	37.98 ^{a}	22.70 ^{a}	1.52 ^{a}	1.13 ^{a}	0.86 ^{a}	5.97 ^{bc}	11.70 ^{a}	8.70 ^{a}
T6	11.05 ^{a}	34.49 ^{ab}	20.12 ^{a}	2.06 ^{a}	1.07 ^{a}	0.78 ^{a}	6.30 ^{ab}	12.67 ^{a}	7.89 ^{ab}
T7	2.96 ^{b}	32.45 ^{ab}	23.79 ^{a}	1.43 ^{a}	0.91 ^{a}	1.17 ^{a}	4.90 ^{d}	10.97 ^{a}	9.62 ^{a}
T8	2.11 ^{b}	36.62 ^{a}	22.65 ^{a}	2.64 ^{a}	1.12 ^{a}	0.51 ^{a}	5.92 ^{bc}	11.55 ^{a}	6.83 ^{ab}
E.E	± 0.52	± 1.19	± 2.33	± 0.32	± 0.19	± 0.11	± 0.16	± 0.67	± 0.62
P>F	**	*	NS	NS	NS	NS	**	NS	*

Donde: Fs = tasa fotosintética, Cs = conductancia estomática, Tr = transpiración, E.E = error estándar, AP = acolchado plástico; SAP = sin acolchado plástico, t ha^{-1} = toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 %, **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

6.2. Intercambio gaseoso a los 34 DDS

A los 34 DDS la zeolita redujo significativamente la Fs en 15.9% (20 t ha^{-1}) y 27 % (40 t ha^{-1}), e incrementó la Cs significativamente, en tratamientos con 20 t ha^{-1} (0.85 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}) respecto al control (0.57 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}), la presencia de K^+ en la zeolita sugiere que promueve la apertura de estomas y por consiguiente incrementa la Cs (Abdi *et al.,* 2006), por otra parte, condiciones de sequía y a altas concentraciones de CO2 ambiental (370 ppm), reduce la respuesta a los parámetros de intercambio gaseoso, afectando con esto la tasa fotosintética de los cultivos (Salamanca *et al.,* 2012).

Cuadro 5. Efecto de la zeolita y el acolchado plástico en la tasa fotosintética, conductancia estomática y transpiración de plantas de calabaza en tres horas diferentes del día a los 34 DDS.

	Fs (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})			Cs (µmol H_2O m^{-2} s^{-1})			Tr (mol H_2O m^{-2} s^{-1})		
Tratamientos	08:00	15:00	17:00	10:00	15:00	17:00	08:00	15:00	17:00
Zeolita (t ha^{-1})									
0	7.88^{a*}	31.79^{a}	25.08^{a}	0.57^{b}	0.50^{a}	0.39^{a}	7.62^{a}	9.65^{a}	8.53^{a}
10	7.71^{a}	29.48^{a}	21.13^{b}	0.46^{b}	0.41^{a}	0.34^{a}	7.41^{a}	9.39^{a}	8.12^{a}
20	6.62^{b}	33.40^{a}	22.54^{a}	0.85^{a}	0.50^{a}	0.36^{a}	7.44^{a}	10.12^{a}	8.10^{a}
40	5.75^{b}	33.25^{a}	23.48^{a}	0.51^{b}	0.50^{a}	0.32^{a}	7.26^{a}	10.18^{a}	7.71^{a}
E.E	± 0.24	± 1.19	± 0.93	± 0.07	± 0.04	± 0.04	± 0.11	± 0.38	± 0.48
P>F	**	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
Acolchado									
AP	7.59^{a}	32.00^{a}	23.08^{a}	0.74^{a}	0.47^{a}	0.37^{a}	7.41^{a}	9.66^{a}	8.25^{a}
SAP	6.49^{b}	31.92^{a}	22.54^{a}	0.46^{b}	0.48^{a}	0.33^{a}	7.45^{a}	10.01^{a}	7.97^{a}
E.E	± 0.17	± 0.84	± 0.65	± 0.05	± 0.03	± 0.03	± 0.08	± 0.27	± 0.34
P>F	**	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS	NS
Interacción									
T1	11.10^{a}	28.82^{ab}	23.28^{a}	0.32^{bc}	0.42^{a}	0.35^{a}	7.42^{a}	9.32^{a}	8.37^{a}
T2	6.71^{c}	32.94^{ab}	20.90^{a}	0.41^{abc}	0.50^{a}	0.32^{a}	7.54^{a}	10.50^{a}	7.69^{a}
T3	5.37^{cd}	33.89^{ab}	24.51^{a}	0.83^{a}	0.54^{a}	0.37^{a}	7.67^{a}	10.07^{a}	8.19^{a}
T4	6.78^{c}	32.02^{ab}	21.47^{a}	0.26^{c}	0.46^{a}	0.30^{a}	7.19^{a}	10.13^{a}	7.65^{a}
T5	4.66^{d}	34.75^{a}	26.88^{a}	0.82^{a}	0.57^{a}	0.43^{a}	7.82^{a}	$9.9\ 8^{a}$	8.70^{a}
T6	8.71^{b}	26.02^{b}	21.36^{a}	0.51^{abc}	0.32^{a}	0.36^{a}	7.28^{a}	8.27^{a}	8.55^{a}
T7	6.13^{cd}	32.90^{ab}	20.57^{a}	0.86^{a}	0.47^{a}	0.36^{a}	7.20^{a}	10.16^{a}	$8:00^{a}$
T8	6.47^{c}	34.47^{a}	23.50^{a}	0.77^{ab}	0.53^{a}	0.34^{a}	7.34^{a}	10.23^{a}	7.77^{a}
E.E	± 0.34	±1.68	± 1.31	± 0.10	± 0.57	± 0.05	± 0.15	± 0.54	± 0.68
P>F	**	**	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS

Donde: Fs= tasa fotosintética, Cs= conductancia estomática, Tr= transpiración, E.E = error estándar, AP= acolchado plástico; SAP= sin acolchado plástico, t ha^{-1}= toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 %, **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

Respecto al AP, esta tecnología incremento significativamente la Fs un 16.3 % (1.1 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1},) y Cs 60.8 % (0.28 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}) respecto a tratamientos no acolchados en la primera evaluación. La interacción zeolita-acolchado, redujo significativamente la tasa fotosintética en los tratamientos evaluados, siendo el testigo, quien obtuvo la mayor Fs con 11.10 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1} en la mañana, mientras que a máxima actividad fotosintética se incrementó significativamente la fotosíntesis en los tratamientos T5 (34.75 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) y T8 (34.47 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) lo que corresponde a un 20.5 y 19.6 % respectivamente**.** Para el caso de la conductancia estomática se encontró un incremento significativo a las 8 hr donde los tratamientos T3 y T7 incrementaron un 159 % (0.51 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}) y 168% (0.54 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}) respecto al control. Una mayor humedad en el suelo (Mu y Fang, 2015), la captura y reflexión de radiación solar (Su *et al.,* 2014) causado por el AP, resulta en un aumento de la Cs, Tr y Fs. Sin embargo Hou *et al*. (2015), un aumento de rendimientos lo atribuye a una modificación del microambiente causado por el AP, así como la capacidad fotosintética del cultivo. Un factor que contribuye a la disminución de estas variables fisiológicas pudiera ser la limitada difusión de CO_2 dentro de los espacios intercelulares, como consecuencia de la reducción en la apertura estomática, lo cual reduce la difusión gaseosa en los espacios intercelulares de la maquinaria fotosintética (Zhi-Guo *et al.,* 2011).

6.3. Intercambio gaseoso a los 64 DDS

La evaluación a los 64 DDS, se realizó en condiciones de un nublado parcial, por lo que el sombreo de las nubes presentó reducciones de Fs y Tr (Anexo LXIII), lo cual es atribuido a una reducción de radiación, lo cual afecta notoriamente el intercambio gaseoso en las plantas (Schurgers *et al*., 2015).

En el Cuadro 6 se observa que la zeolita respectó al testigo incrementó significativamente la Fs 5 % (1.74 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) y Tr 5.7 % (0.61 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) a las 14 hr con una dosis de 40 t ha^{-1}. Mientras que el AP comparado con el testigo redujo significativamente la Fs en 6.28 % (0.84 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), e incrementó la Cs 45.2 % (0.19 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}) y Tr 18.5 % (0.6 mol H_2O m^{-2} s^{-1}) a las 8 hr. Sin embargo, a las 14 hr incrementó significativamente la Fs 17.8 % (5.43 µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}) y Cs 42.8% (0.15 µmol H_2O m^{-2} s^{-1}). La interacción incrementó significativamente la Fs en tratamientos con zeolita sin acolchar 21.8 % (T2) y 15.43 % (T4), al mismo tiempo se redujo en tratamientos con zeolita más acolchado en 6 % (T6), respecto al testigo, la reducción posiblemente se deba a que con exceso de agua en el suelo favorecido por el AP, y con el día nublado (poca radiación), la planta

no presento la necesidad de perder agua por transpiración y al no haber un intercambio gaseoso por los estomas se redujo la tasa fotosintética (Salamanca et al., 2010).

Cuadro 6. Efecto de la zeolita y el acolchado plástico en la tasa fotosintética, conductancia estomática y transpiración de plantas de calabacita en tres horas diferentes a los 64 DDS.

	Fs (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})			Cs (µmol H_2O m^{-2} s^{-1})			Tr (mol H_2O m^{-2} s^{-1})		
Tratamientos	08:00	14:00	17:00	08:00	14:00	17:00	08:00	14:00	17:00
Zeolita (t ha^{-1})									
0	12.89 ^{a*}	34.64 ^{ab}	19.91 ^{a}	0.46 ^{a}	0.58 ^{a}	0.42 ^{a}	3.59 ^{a}	11.51 ^{ab}	7.58 ^{a}
10	13.15 ^{a}	28.64 ^{b}	20.65 ^{a}	0.47 ^{a}	0.39 ^{a}	0.38 ^{a}	3.41 ^{a}	8.38 ^{b}	7.19 ^{a}
20	12.75 ^{a}	32.24 ^{ab}	23.22 ^{a}	0.51 ^{a}	0.53 ^{a}	0.52 ^{a}	3.62 ^{a}	10.56 ^{ab}	8.44 ^{a}
40	13.07 ^{a}	36.38 ^{a}	20.25 ^{a}	0.61 ^{a}	0.61 ^{a}	0.48 ^{a}	4.21 ^{a}	12.17 ^{a}	8.24 ^{a}
E.E	± 0.36	± 1.77	± 1.48	± 0.08	± 0.06	± 0.06	± 0.23	± 0.85	± 0.49
P>F	^{NS}	*	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	*	^{NS}
Acolchado									
AP	12.55 ^{b}	35.69 ^{a}	22.13 ^{a}	0.61 ^{a}	0.60 ^{a}	0.47 ^{a}	4.01 ^{a}	11.53 ^{a}	8.01 ^{a}
SAP	13.39 ^{a}	30.26 ^{b}	19.89 ^{a}	0.42 ^{b}	0.45 ^{b}	0.43 ^{a}	3.41 ^{b}	9.78 ^{a}	7.72 ^{a}
E.E	± 0.26	± 1.25	± 1.04	± 0.06	± 0.04	± 0.04	± 0.17	± 0.60	± 0.35
P>F	*	**	^{NS}	*	*	^{NS}	*	^{NS}	^{NS}
Interacción									
T1	12.18 ^{bc}	31.72 ^{ab}	15.41 ^{a}	0.41 ^{a}	0.49 ^{a}	0.31 ^{a}	3.50 ^{ab}	10.73 ^{ab}	6.65 ^{a}
T2	14.84 ^{a}	24.77 ^{b}	19.69 ^{a}	0.30 ^{a}	0.28 ^{a}	0.38 ^{a}	2.69 ^{b}	6.46 ^{b}	7.18 ^{a}
T3	12.48 ^{acb}	28.78 ^{ab}	24.20 ^{a}	0.45 ^{a}	0.41 ^{a}	0.59 ^{a}	3.59 ^{ab}	9.17 ^{ab}	8.70 ^{a}
T4	14.06 ^{ab}	35.76 ^{ab}	20.25 ^{a}	0.52 ^{a}	0.61 ^{a}	0.44 ^{a}	3.84 ^{ab}	12.77 ^{a}	8.36 ^{a}
T5	13.61 ^{abc}	37.56 ^{a}	24.40 ^{a}	0.52 ^{a}	0.68 ^{a}	0.53 ^{a}	3.68 ^{ab}	12.30 ^{ab}	8.51 ^{a}
T6	11.46 ^{c}	32.52 ^{ab}	21.61 ^{a}	0.64 ^{a}	0.49 ^{a}	0.39 ^{a}	4.12 ^{ab}	10.30 ^{ab}	7.20 ^{a}
T7	13.03 ^{abc}	35.70 ^{ab}	22.25 ^{a}	0.58 ^{a}	0.64 ^{a}	0.46 ^{a}	3.65 ^{ab}	11.96 ^{ab}	8.19 ^{a}
T8	12.09 ^{bc}	36.99 ^{ab}	20.25 ^{a}	0.70 ^{a}	0.60 ^{a}	0.51 ^{a}	4.57 ^{a}	11.57 ^{ab}	8.13 ^{a}
E.E	± 0.51	± 2.50	± 2.09	± 0.11	± 0.09	± 0.09	± 0.33	± 1.20	± 0.69
P>F	**	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}

Donde: Fs= tasa fotosintética, Cs= conductancia estomática, Tr= transpiración, C.V= coeficiente de variación, AP= acolchado plástico; SAP= sin acolchado plástico, t ha^{-1}= toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 %, **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

El incremento de la Fs con zeolita probablemente se deba al alto contenido de K^+ presente en este mineral, lo que promueve la apertura estomática e incrementa el intercambio de CO_2 y por consiguiente promueve un aumento de la tasa fotosintética; así como la capacidad que tiene la zeolita de retener nutrientes y agua (Abdi *et al.,* 2006; Farzad *et al.,* 2007). Un incrementó en la Tr es debido a que al reducirse la evaporación de agua en el suelo por efecto

del AP existe una mayor disponibilidad de está para la Tr, la cual aumenta con altas temperaturas en las hojas (Deng *et al.,* 2006), este efecto ha sido reportado por Devi *et al.* (2009) en el cultivo de cacahuate, donde plantas con estrés hídrico mostraron una menor tasa de Tr comparado con plantas bien regadas. Por otra parte Maloupa *et al.* (1999), Zhang y Huang, (2015), encontraron resultados similares de Fs a los obtenidos en este trabajo, donde se observó una correlación directa entre la fotosíntesis y la nubosidad del ambiente, lo que incremento y redujo la tasa fotosintética de acuerdo al sombreo presentado durante el día. Una reducción de la Fs con AP probablemente se debió a que el cultivo se encontraba en una fase senescente y a que debido al desarrollo del cultivo la reflexión de radiación fue muy baja o nula lo que limito la fotosíntesis.

6.4. Análisis de área foliar, biomasa, número de flores, hojas, frutos y rendimiento a los 37 y 67 DDS.

Al momento de remover la cubierta de agribón a los 37 DDS y en la etapa final del cultivo, la zeolita no incrementó el área foliar, peso fresco, peso seco, número de flores masculinas, frutos y hojas (Cuadro 7 y 8). Sin embargo el AP con respecto al testigo incrementó significativamente el área foliar 35.2 % (1726.46 cm^2 $planta^{-1}$), peso fresco 39.81 % (211.97 g $planta^{-1}$), número de flores masculinas 20.8 % (4.09), y número de hojas 30.9% (7.25) (Cuadro 7), el aumento del peso fresco se reflejó a los 64 DDS, 29.86 % (2102.92 g $planta^{-1}$), además del peso seco 19.73 % (94.04 g $planta^{-1}$), comparado con plantas sin acolchar (Cuadro 8). En el caso de la interacción a los 37 DDS se encontró una reducción significativa en los tratamientos (T4) con 1.33 frutos $planta^{-1}$. Mientras que en los tratamientos T8 se incrementó un 69.2 % (3 frutos $planta^{-1}$) los cuales corresponden a plantas de zeolita más AP, comparado con el control. Para el caso del número de hojas se encontró una reducción en los tratamientos con zeolita sin acolchado (T2, T3 y T4), y un incrementó de 16.5 y 38.4 % en los tratamientos T6 y T8 respectivamente los cuales corresponden a plantas donde se adicionó la zeolita y el acolchado plástico.

La reducción de las variables evaluadas se pueda atribuir a la alta capacidad de absorción y retención de agua por la zeolita, lo cual pudo afectar el desarrollo radicular y por tanto el área foliar (Bahadoran *et al.,* 2012), lo que también pudo reducir la biomasa, flores frutos y hojas. El aumento del área foliar, peso fresco, número de flores y número de hojas por efecto del AP se debe a las condiciones favorables que presenta esta tecnología como temperatura y humedad favorable en el suelo, el grado de reflexión de radiación en el cultivo, las características ópticas

(Sharma *et al.,* 2013), control de malezas, menor perdida de humedad y mejora de la estructura y fertilidad del suelo, (Alvarado y castillo, 2003; Ibarra *et al.* 2004). El mayor número de hojas encontrado en la interacción quizá se debe a las características que presenta el AP, más la capacidad que tienen las zeolitas de absorber agua y nutrientes (N, P, K, Ca, Mg) (Mumpton, 1999; Englert y Rubio, 2005 y Farzad *et al.,* 2007; Abdi *et al.* 2006), los cuales son liberados cuando la planta los requiere. Este señalamiento también se hace evidente en el trabajo con sandia de Idrovo (2007), quien encontró que una fertilización suplementada con zeolita generó un mayor número de frutos respecto al testigo.

Cuadro 7. Análisis de área foliar, biomasa, número de flores**,** hojas, frutos y rendimiento a los 37 DDS.

Tratamientos	Área foliar (cm^2 $planta^{-1}$)	peso fresco (g $planta^{-1}$)	peso seco (g $planta^{-1}$)	No de Flores ♂	No de Frutos	No de Hojas
Zeolita (t ha^{-1})						
0	6194.38^{a}	704.86 ^{a}	61.16 ^{a}	23.00 ^{a}	2.83 ^{a}	27.67 ^{a}
10	6122.89^{a}	666.16 ^{a}	64.02 ^{a}	23.00 ^{a}	4.33 ^{a}	27.67 ^{a}
20	5204.82^{a}	577.90 ^{a}	51.32 ^{a}	19.17 ^{a}	2.33 ^{a}	23.67 ^{a}
40	5558.68^{a}	604.55 ^{a}	52.98 ^{a}	21.33 ^{a}	4.33 ^{a}	29.17 ^{a}
E.E	±682.18	± 89.03	± 6.58	± 1.03	± 0.74	± 1.86
P>F	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Acolchado						
AP	6633.42^{a}	744.35 ^{a}	61.34 ^{a}	23.67 ^{a}	3.92 ^{a}	30.67 ^{a}
SAP	4906.96^{b}	532.38 ^{b}	53.40 ^{a}	19.58 ^{b}	3.00 ^{a}	23.42 ^{b}
E.E	± 482.37	± 62.95	± 4.65	± 0.73	± 0.52	± 1.32
P>F	*	*	NS	**	NS	**
Interacción						
T1	6571.60^{a}	690.50 ^{a}	66.69 ^{a}	21.67 ^{a}	4.33 ^{ab}	26.00 ^{ab}
T2	6460.49^{a}	637.24 ^{a}	68.20 ^{a}	20.00 ^{a}	4.67 ^{ab}	25.00 ^{ab}
T3	5764.93^{a}	379.95 ^{a}	37.84 ^{a}	17.67 ^{a}	1.67 ^{b}	20.33 ^{b}
T4	3838.03^{a}	421.83 ^{a}	40.86 ^{a}	19.00 ^{a}	1.33 ^{b}	22.33 ^{b}
T5	7020.74^{a}	719.21 ^{a}	55.64 ^{a}	24.33 ^{a}	1.33 ^{b}	29.33 ^{ab}
T6	6480.84^{a}	695.08 ^{a}	59.83 ^{a}	26.00 ^{a}	4.00 ^{ab}	30.33 ^{ab}
T7	5928.26^{a}	775.85 ^{a}	64.79 ^{a}	20.67 ^{a}	3.00 ^{ab}	27.00 ^{ab}
T8	4096.62^{a}	787.26 ^{a}	65.10 ^{a}	23.67 ^{a}	7.33 ^{a}	36.00 ^{a}
E.E	± 964.75	± 125.21	± 9.31	± 1.45	± 1.04	± 2.63
P>F	NS	NS	NS	NS	**	*

Donde: AP= acolchado plástico; SAP= sin acolchado plástico, t ha^{-1}= toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 % **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

Cuadro 8. Análisis de área foliar, biomasa, número de flores**,** hojas, frutos y rendimiento a los 67 DDS.

Tratamientos	peso fresco (g planta^{-1})	peso seco (g planta^{-1})	No de flores ♂	No de frutos	No de Hojas	Rendimiento (kg planta^{-1})
Zeolita (t ha^{-1})						
0	7430.83 ^{a}	529.52 ^{a}	46.50 ^{a}	51.50 ^{a}	136.67 ^{a}	3.48^{a}
10	8087.50 ^{a}	528.66 ^{a}	52.17 ^{a}	59.50 ^{a}	161.50 ^{a}	3.92^{a}
20	8274.17 ^{a}	473.70 ^{a}	65.33 ^{a}	62.17 ^{a}	164.33 ^{a}	3.59^{a}
40	8583.33 ^{a}	547.01 ^{a}	75.50 ^{a}	78.17 ^{a}	188.17 ^{a}	4.08^{a}
E.E	± 799.64	± 37.84	± 8.55	± 8.96	± 18.71	± 0.39
P>F	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Acolchado						
AP	9145.42 ^{a}	566.74 ^{a}	59.25 ^{a}	59.83 ^{a}	163.58 ^{a}	4.17^{a}
SAP	7042.50 ^{b}	472.70 ^{b}	60.50 ^{a}	65.83 ^{a}	161.75 ^{a}	3.37^{a}
E.E	± 565.43	± 26.76	± 6.05	± 6.34	± 13.23	± 0.27
P>F	*	*	NS	NS	NS	NS
Interacción						
T1	5636.67 ^{a}	530.72 ^{a}	51.67 ^{a}	60.67 ^{a}	147.33 ^{a}	3.05^{a}
T2	7183.33 ^{a}	464.66 ^{a}	48.33 ^{a}	64.67 ^{a}	150.67 ^{a}	3.61^{a}
T3	8450.00 ^{a}	420.11 ^{a}	68.33 ^{a}	64.67 ^{a}	169.00 ^{a}	3.00^{a}
T4	6900.00 ^{a}	475.32 ^{a}	73.67 ^{a}	73.33 ^{a}	180.00 ^{a}	3.83^{a}
T5	9225.00 ^{a}	528.33 ^{a}	41.33 ^{a}	42.33 ^{a}	126.00 ^{a}	3.91^{a}
T6	8991.67 ^{a}	592.66 ^{a}	56.00 ^{a}	54.33 ^{a}	172.33 ^{a}	4.24^{a}
T7	8098.33 ^{a}	527.29 ^{a}	62.33 ^{a}	59.67 ^{a}	159.67 ^{a}	4.18^{a}
T8	10266.67 ^{a}	618.70 ^{a}	77.33 ^{a}	83.00 ^{a}	196.33 ^{a}	4.34^{a}
E.E	± 1130.87	± 53.52	± 12.09	± 12.67	± 26.47	± 0.55
P>F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Dónde: AP= acolchado plástico; SAP= sin acolchado plástico, t ha^{-1}= toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 % **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

Para rendimiento (cuadro 8), aunque no presentó significancia estadística, cuantitativamente se observó una mayor producción de frutos a medida que se subió la dosis de zeolita en el suelo, donde con una dosis de 40 t ha^{-1} se obtuvieron 4.08 kg planta^{-1}, comparado con el control (3.48 kg planta^{-1}), así mismo numéricamente en plantas con AP se incrementó el rendimiento en 23.7 % (0.8 kg planta^{-1}) respecto a plantas sin acolchar. Para el caso de la interacción, todos los tratamientos incrementaron los rendimientos respecto al control absoluto, sin embargo los más altos rendimientos fueron obtenidos en los tratamientos con zeolita más acolchado plástico (T6, T7 y T8) donde se incrementó el rendimiento un 39, 37 y 42.3 % respectivamente.

Esta respuesta de mayor rendimiento por efecto del AP, podría ser atribuido a modificaciones del microclima en el suelo, al balance de energía a nivel de suelo, al control de malezas, menor perdida de humedad, buena estructura del suelo por efecto de acolchado, mejora de la fertilidad del suelo y a la reflexión de radiación PAR, lo que ocasiona un aumento en la fotosíntesis (Alvarado y Castillo, 2003). Por su parte, Ibarra *et al.* (2001), obtuvieron rendimientos de 1.4 kg planta^{-1} en calabacita con AP negro/blanco sin zeolita, mientras que en el presente trabajo se obtuvo un mayor rendimiento por planta, el cual transformado a t ha^{-1} se obtuvieron 64.2 toneladas con el tratamiento (T8), por lo tanto, la interacción entre los factores de estudio incrementó el rendimiento de calabacita cuantitativamente.

6.5. Calidad de fruto

Para calidad de fruto (diámetro y longitud), la zeolita incrementó significativamente el diámetro a los 69 y 76 DDS (Cuadro 9), apreciándose un incrementó de 4.7 % (2.03 mm fruto^{-1}) con 20 t ha^{-1} y 6.8 % (3.13 mm fruto^{-1}) con 40 t ha^{-1} respectivamente (Cuadro 9). Por su parte, el AP cuantitativamente indujo un mayor diámetro de fruto respecto a tratamientos sin acolchar a los 69 DDS un 10.3 % (4.06 mm fruto^{-1}), mientras que a los 76 DDS se redujo dicha variable un 5.4 % (2.58 mm fruto^{-1}) comparado con suelo desnudo (Cuadro 9), por lo que en este trabajo la zeolita presento la mejor respuesta comparado con AP. La interacción zeolita-acolchado, afectó la longitud de fruto a los 62 DDS en los tratamientos evaluados, sin embargo incrementó significativamente en 6.8% (0.88 cm fruto^{-1}) y 10.3% (1.4 cm fruto^{-1}) a los 69 y 76 DDS respectivamente en el tratamiento (T3). Para el caso del diámetro de fruto el tratamiento T8 incrementó un 0.4 % (0.26 mm) respecto al control a los 62 DDS, mientras que a los 69 y 76 DDS el tratamiento T3 presentó los valores más altos de diámetro de fruto con 46.85 y 51.89 mm respecto al control (43.11 mm a los 69 DDS y 46.80 mm a los DDS).

Cabe mencionar que la firmeza, no presentó diferencias significativas entre los tratamientos en las evaluaciones (62, 69 y 76 DDS) (Anexo LXVI). Sin embargo, cuantitativamente la tendencia en las 3 evaluaciones, se observó un aumento de firmeza en frutos de calabacita cultivadas con zeolita respecto al control, esta variable está relacionada con el grado de madurez del fruto, presentando un mayor valor de firmeza cuando el fruto está en desarrollo, el cual comienza a disminuir cuando el fruto se encuentra en estado de madurez y de acuerdo al manejo poscosecha, lo cual indica que los frutos cultivados con zeolita presentaron un retraso de madurez respecto al testigo. Así mismo, se encontró que en

tratamientos sin acolchado se obtuvieron los valores más altos de firmeza (3.14, 3.06 y 3.01 N), en la primera, segunda y tercera evaluación respecto a plantas en suelo desnudo lo que indica que estos frutos presentan mayor resistencia a daños mecánicos durante la recolección y manipulación de los frutos.

Cuadro 9. Diámetro y longitud de frutos de calabacita por efecto de los tratamientos con zeolita, acolchado plástico y por la interacción entre factores.

	Longitud (cm)			Diámetro (mm)		
	62 DDS	69 DDS	76 DDS	62 DDS	69 DDS	76 DDS
Zeolita (t ha^{-1})						
0	12.02 ^{a}	12.68 ^{a}	13.63 ^{a}	43.21 ^{a}	43.07 ^{ab}	45.71 ^{bc}
10	12.20 ^{a}	12.35 ^{a}	13.43 ^{a}	41.55 ^{a}	41.27 ^{b}	45.17 ^{c}
20	11.84 ^{a}	13.19 ^{a}	14.27 ^{a}	40.47 ^{a}	45.10 ^{a}	48.59 ^{ab}
40	12.56 ^{a}	12.81 ^{a}	14.00 ^{a}	43.46 ^{a}	34.87 ^{c}	48.84 ^{a}
E.E	± 0.23	± 0.24	± 0.24	± 0.87	± 0.83	± 0.81
P>F	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	**	**
Acolchado						
AP	12.13 ^{a}	12.79 ^{a}	13.68 ^{a}	42.39 ^{a}	43.11 ^{a}	45.79 ^{b}
SAP	12.18 ^{a}	12.72 ^{a}	13.98 ^{a}	41.96 ^{a}	39.05 ^{b}	48.37 ^{a}
E.E	± 0.16	± 0.17	± 0.17	± 0.61	± 0.58	± 0.57
P>F	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}	^{NS}
Interacción						
T1	12.91 ^{a}	12.59 ^{ab}	13.54 ^{ab}	44.29 ^{a}	43.11 ^{ab}	46.80 ^{bc}
T2	12.29 ^{ab}	11.51 ^{b}	13.81 ^{ab}	43.24 ^{ab}	38.91 ^{b}	47.02 ^{abc}
T3	12.51 ^{ab}	13.64 ^{a}	14.94 ^{a}	37.94 ^{b}	46.85 ^{a}	51.89 ^{ab}
T4	12.36 ^{ab}	13.14 ^{a}	13.63 ^{ab}	42.38 ^{ab}	27.33 c	47.76 bc
T5	11.13 ^{b}	12.76 ^{ab}	13.71 ^{ab}	42.14 ^{ab}	43.04 ^{ab}	44.62 ^{c}
T6	12.11 ^{ab}	13.19 ^{a}	13.05 ^{b}	39.85 ^{ab}	43.62 ^{ab}	43.31 ^{c}
T7	11.18 ^{a}	12.75 ^{ab}	13.60 ^{ab}	43.01 ^{ab}	43.35 ^{ab}	45.29 ^{bc}
T8	12.75 ^{a}	12.48 ^{ab}	14.38 ^{ab}	44.55 ^{a}	42.42 ^{ab}	49.93 ^{ab}
E.E	± 0.32	± 0.34	± 0.34	± 1.22	± 1.17	± 1.14
P>F	**	**	*	**	**	**

Donde: AP= acolchado plástico; SAP= sin acolchado plástico, t ha^{-1}= toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 %, **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

Existe poca información respecto al aumento del diámetro de fruto por efecto de la zeolita, por su parte, Abdi *et al.* (2006) y Ghazvini *et al.* (2007), mencionan que la zeolita no afecta significativamente el diámetro de frutos. Mientras que, Milošević *et al.* (2013) mencionan un mayor diámetro en plantas con zeolita comparada con el control, lo que concuerda con lo

obtenido en este trabajo. Respecto al efecto del AP, Shiukhy *et al.* (2014), mencionan que una película plástica de diversos colores puede incidir en una mejora en diámetro y calidad de fruto, por la interacción de la planta en un ambiente térmico y por los diversos cambios en la radiación por efecto de las propiedades ópticas de los acolchados plásticos. Actualmente no existe información acerca de la longitud de fruto en calabacita por efecto de la zeolita, sin embargo, Amer, (2011) con un riego óptimo (100 % de evapotranspiración) obtuvo longitudes de 12.91 cm en frutos de calabacitas lo que concuerda con lo obtenido en este trabajo. Siendo estas longitudes (10-14 cm) las óptimas con un peso (50 a 100 gr) por fruto, para comercializar en el mercado, además de uniformidad en forma, tierno de la piel, firmeza, brillo de la piel etc. (Casaca, 2005).

6.6. Calidad bioquímica

Los grados brix, son la concentración de sacarosa presente en una solución, obtenido mediante el índice de refracción, el cual se expresa en grados brix, esta variable al igual que las clorofilas totales, indican el nivel de nutrición y absorción de fertilizantes (N) y de complejos de azucares que la planta está fabricando tras la fotosíntesis por lo que a mayor cantidad de clorofilas las plantas presentan mayor tasa fotosintética, con lo que se da un mayor desarrollo y producción del cultivo. Barraza, (2015), menciona que existe una alta correlación entre el intenso color verde y una correcta nutrición en los cultivos lo que está relacionado con una alta concentración de clorofilas totales en las hojas. En este trabajo la zeolita respecto al control redujo significativamente los grados brix, 16.3 % (10 t ha^{-1}) y 20.5 % (40 t ha^{-1}) a los 69 DDS, mientras que a los 76 DDS, incrementó significativamente dicha variable en 19.5 % (10 t ha^{-1}) y 1.5 % (40 t ha^{-1}). El AP incrementó significativamente, clorofilas totales a los 69 DDS en 12.2 % (1.98 mg/L), mientras que para grados brix se encontró, un incrementó cuantitativo respecto a un suelo desnudo. La interacción zeolita-acolchado, incrementó significativamente clorofilas totales en 26 % (T6 tratamiento con zeolita sin acolchar), 15.6 % (T3 tratamiento con zeolita más acolchado) y a los 76 DDS. Así mismo la interacción redujo significativamente grados brix en todos los tratamientos a los 69 DDS, sin embargo a los 76 DDS se incrementó significativamente hasta un 42.54 % (2.14 SST) en el tratamiento T2 que corresponde a evaluaciones con zeolita sin acolchar.

Un aumento de grados brix, se debe a la presencia de N en la planta en forma de amonio y nitrato, el cual las plantas tiene la capacidad de transformar en carbohidratos y ácidos orgánicos en frutos (Heeb et al., 2005). Un aumento de esta variable por efecto de la zeolita ya ha sido reportado por (Ghazvini *et al*., 2007 y Peña *et al.,* 2013), quienes lo atribuyen a la

característica que presentan las zeolita de absorber y liberar nutrientes en el suelo. Por otra parte Wang *et al.* (1998) y Sharma *et al.* (2013), han demostrado que el AP incrementa grados brix comparado con un suelo desnudo, esto debido al efecto de reflexión que presentan los acolchados plásticos lo que incrementa la tasa fotosintética y por ende carbohidratos en frutos.

Cuadro 10. Contenido de clorofila totales en hojas y grados brix en fruto de calabacita por efecto de los tratamientos zeolita, acolchado plástico e interacción entre factores.

	Clorofilas totales (mg/L)		Grados brix	
Tratamientos	69 DDS	76 DDS	69 DDS	76 DDS
Zeolita (t ha^{-1})				
0	17.42 ^{a}	18.22 ^{a}	6.75 ^{a*}	5.63 ^{b}
10	16.63 ^{a}	20.51 ^{a}	5.65 ^{bc}	6.73 ^{a}
20	16.28 ^{a}	20.27 ^{a}	6.25 ^{ab}	5.65 ^{b}
40	18.38 ^{a}	17.63 ^{a}	5.37 ^{c}	5.72 ^{b}
E.E	± 0.6	± 0.79	± 0.18	± 0. 16
P>F	^{NS}	^{NS}	**	**
Acolchado				
AP	18.17 ^{a}	19.03 ^{a}	5.83 ^{a}	5.79 ^{a}
SAP	16.19 ^{b}	19.28 ^{a}	6.18 ^{a}	6.08 ^{a}
E.E	± 0.43	± 0.56	± 0.13	± 0.11
P>F	**	^{NS}	^{NS}	^{NS}
Interacción				
T1	16.93 ^{a}	18.65 ^{ab}	6.97 ^{a}	5.03 ^{d}
T2	15.66 ^{a}	17.53 ^{bc}	5.80 ^{a}	7.17 ^{a}
T3	15.53 ^{a}	21.56 ^{abc}	6.47 ^{a}	5.80 ^{bcd}
T4	16.65 ^{a}	19.39 ^{abc}	5.47 ^{a}	6.30 ^{ab}
T5	17.92 ^{a}	17.78 ^{b}	6.53 ^{a}	6.23 ^{abc}
T6	17.61 ^{a}	23.5 ^{a}	5.50 ^{a}	6.30 ^{ab}
T7	17.02 ^{a}	18.98 ^{abc}	6.03 ^{a}	5.50 ^{bcd}
T8	20.11 ^{a}	15.87 ^{c}	5.27 ^{a}	5.13 ^{cd}
E.E	± 0.86	± 1.12	± 0.26	± 0.22
P>F	^{NS}	**	^{NS}	**

Donde: AP= acolchado plástico; SAP= sin acolchado plástico, t ha^{-1}= toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 %, **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

Para el caso de las clorofilas totales, Issa *et al.* (2001) en un estudio con gerbera menciona que no encontró diferencias significativas por efecto de la zeolita, sin embargo, Abdi *et al.* (2006) menciona que existe una relación directa de incremento de clorofilas totales conforme se incrementa los dosis de zeolita en el suelo, lo cual concuerda con lo obtenido en

este trabajo. Así mismo Krutilina *et al.* (2000), mencionan que las clorofilas se incrementan en tratamientos con zeolita comparado con las plantas control.

Cuadro 11. Contenido de ácido ascórbico en frutos de calabacita por efecto de los factores zeolita, acolchado plástico y la interacción entre factores.

	Vitamina C (mg 20 g^{-1} muestra)		
Tratamientos	62 DDS	69 DDS	76 DDS
Zeolita (t ha^{-1})			
0	12.73 ^{a*}	5.69 ^{ab}	3.06 ^{a}
10	7.21 ^{b}	6.92 ^{a}	2.13 ^{ab}
20	7.44 ^{b}	4.54 ^{b}	1.42 ^{b}
40	8.59 ^{b}	5.04 ^{ab}	1.87 ^{b}
E.E	± 0.79	± 0.49	± 0.23
P>F	**	*	**
Acolchado			
AP	8.48 ^{a}	5.30 ^{a}	1.83 ^{b}
SAP	9.50 ^{a}	5.79 ^{a}	2.41 ^{a}
E.E	± 0.56	± 0.35	± 0.16
P>F	^{NS}	^{NS}	*
Interacción			
T1	11.54 ^{ab}	7.84 ^{a}	4.00 ^{a}
T2	6.05 ^{b}	7.24 ^{ab}	1.91 ^{b}
T3	8.93 ^{ab}	3.29 ^{c}	1.32 ^{b}
T4	11.49 ^{ab}	4.79 ^{abc}	2.41 ^{ab}
T5	13.92 ^{a}	3.53 ^{bc}	2.12 ^{b}
T6	8.38 ^{ab}	6.59 ^{abc}	2.35 ^{ab}
T7	5.94 ^{b}	5.80 ^{abc}	1.52 ^{b}
T8	5.69 ^{b}	5.29 ^{abc}	1.33 ^{b}
E.E	± 1.12	± 0.70	± 0.33
P>F	*	**	*

Donde: AP= acolchado plástico; SAP= sin acolchado plástico, t ha^{-1}= toneladas por hectárea, P>F significancia estadística de acuerdo a la prueba de Tukey a 0.05 %, **= altamente significativo, * = significativo, ^{NS} = no significativo.

En el cuadro 11 se aprecia una reducción de la vitamina C (o ácido ascórbico AA), a través de las evaluaciones realizadas, así mismo se encontró una reducción de AA, por efecto de la zeolita adicionada al suelo, donde los tratamientos testigos presentaron los valores más altos con 12.73 y 3.03 mg 20 g^{-1} muestra a los 62 y 76 DDS. Para el caso del AP, respecto al testigo redujo significativamente el contenido de AA en 24.07 % (0.58 mg 20 g^{-1} muestra). Por

otra parte en el cuadro 11, se observa que el tratamiento (T5) presentó mayor concentración de vitamina C, con un 20.6 % más a los 62 DDS con respecto al control.

La concentración de vitamina C se ve afectada por factores abióticos, como variación fenotípica, factores ambientales (radiación, temperatura), N y K en suelo, déficit hídrico en fructificación, giberelinas, madurez del fruto en el corte, lesiones o daño mecánico, manejo pos-cosecha (temperatura y humedad relativa) son factores que inducen o afectan la producción de AA (Lee y Kader, 2000), por su parte Rouphael *et al.,* (2006), mencionan que una mayor concentración de AA se relaciona con un aumento de la salinidad del suelo. La vitamina C es de suma importancia en los cultivos debido a que actúa como un antioxidante, además es muy importante en el cuerpo humano, donde no se puede sintetizar por lo que tiene que ser ingerido de frutos que se consumen, en calabacita Rouphael y Colla, (2005) encontraron un concentración de 190 µg gr^{-1} de muestra fresca en frutos, dicha concentración de AA es menor a la obtenida en este trabajo, dado que se obtuvieron concentraciones de hasta 1060.8 µg de vitamina C por gramo de fruto.

6.7. Uso eficiente del agua e índice relativo de clorofilas

La zeolita presento diferencias estadísticas únicamente a los 33 DDS en el $UEA_{I,}$ donde afectó significativamente dicha variable en 12.4 % (10 t ha^{-1}) y 26.2 % (20 t ha^{-1}), (Anexo LXIV). La interacción zeolita-acolchado incremento cuantitativamente el UEA_I en el tratamientos T8 (2.21, 3.37 y 3.21 µmol CO_2*mol H_2O^{-1} a los 33, 34 y 64 DDS), los cuales corresponden a plantas con zeolita más acolchado plástico, respecto testigo y a tratamientos con zeolita sin acolchado plástico, mientras que para el caso del UEA_E los valores más altos se encontraron en los tratamientos T2 a los 33 y 64 DDS con 40.24 y 191.6 µmol CO_2*mol H_2O^{-1} respectivamente. Actualmente no existe información sobre el UEA por efecto de la zeolita. Sin embargo, debido a las propiedades que presentan como retención y absorción de agua en su estructura interna (Xiubin y Zhanbin, 2001), las zeolitas pueden ser utilizadas como un mineral con el que se puede hacer un UEA, sin embargo para el caso particular de este trabajo la zeolita no incrementó la eficiencia en el uso del agua, bajo estas condiciones.

Para el caso del índice relativo de clorofila a los 77 DDS la zeolita lo incrementó un 5.45 % (10 t ha^{-1}), 7.29 % (20 t ha^{-1}) y 5.84 %, (40 t ha^{-1}) comparado con el testigo (Anexo LXV). En la interacción zeolita-acolchado cuantitativamente el testigo presento el mayor índice, a los 37 y 77 DDS (51.07 y 50.53 unidades SPAD respectivamente), comparado con tratamientos donde

se suministró zeolita con y sin acolchado plástico, sin embargo a los 49 DDS, los tratamientos con zeolita sin acolchar (T2 y T3), presentaron los índices más altos con 50.40 y 55. 97 unidades SPAD. El incremento sobre el índice relativo de clorofilas no está totalmente claro, sin embargo, Gómez, (2015) obtuvo resultados similares en tomate y chile con 20 % de zeolita, por su parte, Ramírez *et al.* (2010) señalan que en maíz la zeolita promueve valores altos de unidades SPAD, mientras, Sainz y Echeverría (1998) mencionan que los valores óptimos para alcanzar el 95 % del rendimiento máximo en maíz, los valores deben oscilar entre 51.5 y 61 unidades SPAD.

En este trabajo no se puede establecer si existe una correlación directa entre clorofilas totales e índice relativo de clorofilas, debido a que las evaluaciones se realizaron en fechas diferentes, sin embargo a los 77 DDS (Ir-clorofila, Anexo LXV) y 76 DDS (clorofilas totales, Cuadro 10), donde las evaluaciones fueron tomadas con un día de diferencia, de acuerdo a las tendencias se observa que no presentaron un comportamiento similar, debido a que el Ir-clorofila se redujo en tratamientos con zeolita y se incrementó en clorofilas totales. Sin embargo Sainz y Echeverría, (1998), Godoy *et al.* (2008) mencionan que existe una estrecha relación entre el Ir-clorofila y el contenido de nitrógeno en la planta, por lo que el estado nutricional del cultivo puede ser evaluado a través de este índice.

VII. CONCLUSIONES

La interacción zeolita-acolchado, incrementó cuantitativamente los rendimientos en tratamientos T6 (4.24 kg planta^{-1}), T7 (4.18 kg planta^{-1}) y T8 (4.34 kg planta^{-1}), por su parte la zeolita con la dosis más alta (40 t ha^{-1}) obtuvo la mayor producción (40.8 kg planta^{-1}), y el AP comparado con suelo desnudo indujo mayores rendimientos.

La zeolita redujo Fs, e incrementó la Cs y Tr. el AP incrementó significativamente la Cs, Fs y Tr, mientras que en etapas finales del cultivo, se redujo la Fs posiblemente a que la planta se encuentra en un estado senescente y el follaje ha cubierto totalmente el acolchado lo que reduce o elimina totalmente la reflexión de la radiación PAR. Por otra parte en los tratamientos T5 y T8 se incrementó la Fs y se redujo en tratamientos con zeolita sin acolchar (T2, T3 y T4), comparado con el control (T1).

La zeolita no incrementó el área foliar, peso fresco, peso seco, número de flores, frutos, hojas y vitamina C, sin embargo, el AP incrementó significativamente dichas variables respecto a plantas sin acolchar. En la interacción para biomasa el tratamiento T8 incrementó en 69.2 % el número de frutos, lo cual intrínsecamente está relacionado con altos rendimientos, e incremento el número de hojas en tratamientos T6 y T8, los cuales corresponden a tratamientos con zeolita y acolchado plástico.

VIII. PERSPECTIVAS

A partir de los resultados generados en este trabajo, se considera importante que se continúe caracterizando el efecto de la zeolita, combinada con tecnologías de agroplasticultura, para conocer a mayor detalle la respuesta fisiológica, bioquímica y calidad de poscosecha de frutos. Además de orientar investigación sobre el efecto de las zeolitas cargadas o funcionalizadas con macro y micronutrientes en diferentes cultivos, así como aplicaciones de nanopartículas de elementos esenciales (Zn, Cu, Fe, etc.) para las plantas cultivadas. Así mismo se debe analizar su efecto en diversos tipos de suelo (arcillosos, arenosos, etc.).

VIII. LITERATURA

Abdi, G., Khosh K.M. y Eshghi, S. (2006). Effect of natural zeolite on growth and flowering of strawberry (*Fragaria anassa* Duch). International Journal of Agricultural Research. 4: 384-389.

Allen, G.R., Pereira, S.L., Raes, D. y Smith, H. (2006). Evapotranspiración del cultivo, Guías para determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, Estudio FAO 56 Riego y drenaje.

Alvarado, V.P. y Castillo, G.H. (2003). Acolchado de suelos mediante filmes de polietileno. Universidad de Chile. Biblioteca Virtual Universal.

Amer, K.H. (2011). Effect of irrigation method y quantity on squash yield and quality. Agricultural Water Management. 98: 1197–1206.

Anzalone, A., Cirujeda, A., Aibar, J., Pardo, G. y Zaragoza C. (2010). Effect of biodegradable mulch materials on weed control in processing tomatoes. Weed Technology**.** 24: 369-377

Arve, L.E., Kruse, O.M.O., Tanino, K.K., Olsen, J.E., Futsather, C. y Torres, S. (2015). Growth in continuous high air humidity increases the expression of CYP707A-genes and inhibits stomatal closure. Environmental and Experimental Botany. 115: 11-19.

Bahadoran, M., Salehi, H. y Eshghi, S. (2012). Growth and flowering of tuberose as affected by adding natural zeolite to the culture medium. Journal of Plant Nutrition. 35: 1491-1496.

Bansiwal, A.K., Rayalu, S.S., Labhasetwar, N.K., Juwarkar, A.A. y Devotta, S. (2006). Surfactant-modified zeolite as a slow release fertilizer for phosphorus. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 54: 4773-4779.

Barraza, A.F.V. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 9: 60-71.

Basurto, P.F., Castro, L.D., Mera, O.L.M. y Juárez, C.T. (2015). Etnobotánica de las calabazas cultivadas (*Cucurbita* spp.) en valles centrales de Oaxaca, México. Agro productividad. 8: 47-52.

Casaca, A.D. (2005). El cultivo de calabacita (*Cucurbita pepo*), guía técnica de frutas y vegetales. Documento técnico.14 pg.

Chen, Y., Liu, T., Tian, X., Wang, X., Li, S. y Wang, Z. *(*2015). Effects of plastic film combined with straw mulch on grain yield and water use efficiency of winter wheat in Loess Plateau. Field Crops Research. 172: 53–58

De Smedt, C., Someub, E. y Spanoghe, P. (2015). Potencial and actual use of zeolites in crop protection. Review. Pest Management Science. Pg. 13.

Deng, X-P., Shan, L., Zhang, H. y Turner, N.C. (2006). Improving agricultural water use efficiency in arid and semiarid areas of China. Agricultural Water Management. 80: 23–40.

Devi, M.J., Sinclair, T.R., Vadez, V. y Krishnamurthy, L. (2009). Peanut genotypic variation in transpiration efficiency and decreased transpiration during progressive soil drying. Field Crops Research. 114: 280–285.

Englert, A.H. y Rubio J. (2005). Characterization and environmental application of a Chilean natural zeolite. International Journal of Mineral Processing. 75: 21–29.

Farzad, N., Morteza, K., Saeid, E. y Hassan S. (2007). The Effects of Natural Zeolite on Vegetative growth, Flower and Physiological Characteristics of African Marigold (*Tagetes erecta* L. 'Queen'). Horticulture Environment and Biotechnology. 48: 241-245.

Fernández, R. y Camacho, F. (2005). Eficiencia en el uso del agua. Revista Viveros. *1*: 86-89.

Florencia, A.M. (2012). Estudio de zeolitas procedentes de depósitos Argentinos. Aspectos tecnológicos que posibiliten su aplicación en agroindustria y control ambiental, Tesis de Doctorado. Departamento de Química, Universidad Nacional de la Plata.

Flores, M.A, Galvis, S., Hernández, M., De León, G. y Payán, Z. (2007). Efecto de la adición de zeolita (clinoptilolita y mordenita) en un andosol sobre el ambiente químico edáfico y el crecimiento de avena. Interciencia. 32: 692-696.

García, H.C. (2015). La aplicación de Zeolita en la producción avícola: Revisión. Revista de Investigación Agraria y Ambiental. 1: 17-23.

Ghazvini, R.F. y Azarian, G.P.H. (2007). Effect of clinoptilolitic-zeolite and perlite mixtures on the yield and quality of strawberry in soil-less culture. International Journal of Agricultural and Biological. 9: 885–888.

Gil, H.M., Bota, J., Llompart, J.C., Flexas, J. y León, J.G. (2007). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. Investigaciones geográficas. 43: 63-84.

Gliessman, S.R. (2002). Agroecología, procesos ecológicos en agricultura sostenible. Vol. 1. Costa Rica, Editorial LITOCAT.

Godoy, L.J.G D., Santos, T.D.S., Boas, V., Lyra, R., y Leite, J. B. (2008). Índice relativo de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 23: 217-226.

Gómez, G.M.C. (2015). Sustratos funcionalizados con zeolita más nanopartículas metálicas y su efecto promotor de crecimiento en plantas de chile y tomate. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

González, B.J., Ferrer, M.A., Oria, R. y Salvador, M.L. (2013). Alternative method for determining O_2 and CO_2 transmission rates through microperforated films for modified atmosphere packs. Packaging Technology and Science. 26: 413-421.

González, C.M., Gómez, O.M.N., Muñiz, E.J., Espinosa, V.F., Gutiérrez, G.D. y Figueroa, L.H.O. (2012). Irrigated corn yields zeolite treated plus fertilizer in the state of Guerrero. Revista mexicana de ciencias agrícolas. 3: 1129-1144.

Greer, L. y Dole, J.M. (2003). Aluminum foil, aluminium-painted, plastic and degradable mulches increase yields and decrease insectvectored viral diseases of vegetables. Hort Technology. 13: 276-284

Guimaraes, R.P., Duarte, V.P., Santos, B.R. y Souza, T.C. (2014). Analysis of photosynthetic and water-use efficiency of piper aduncun in a degraded area from gaseous exchange. In BMC Proceedings. 8: 129-135.

Gutiérrez, R.M., Reynolds, M.P., Escalante, E.J.A. y Larqué, S.A. (2005). Algunas consideraciones en la relación entre fotosíntesis y el rendimiento de grano en trigo. Ciencia Ergo Sum. 12: 149-154.

Hai, L., Li, X.G., Liu, X.E., Jiang, X.J., Guo, R.Y., Jing, G.B., Rengel, Z. y Li, F.M. (2015). Plastic mulch increases soil nitrogen mineralization in a semiarid environment. Agronomy journal. 107: 921-930.

Haytova, D. (2015). Physiological response of zucchini squash (*cucurbita pepo* l. Var. Giromontia) to foliar fertilization. Scientia. 9: 30-33.

Heeb, A., Lundegårdh, B., Ericsson, T. y Savage, G.P. (2005). Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. Journal of the Science of Food and Agriculture. 85: 1405-1414.

Hernández, M.A., Rojas, F., Lara, V.H., Portillo, R., Castelán, R., Pérez, G. y Salas, R. (2010). Estructura porosa y propiedades estructurales de mordenita y clinoptilolita. Superficies y Vacío. 23: 51-56.

Hernández, R.J., Galdo, E.C. y Pantoja, Y.D. (2011). Composta vítreo-mineral para fertilización de la *Cucurbita pepo*. Epistemus. 5: 40-42.

Hidalgo, T.J. y Fernández, C.L.H. (2011). Tratado de viticultura II. 4ta Edición. Mundi-Prensa.

Hou F., Zhang L., Xie B., Dong S., Zhang H., Li A. y Wang Q. 2015. Effect of plastic mulching on the photosynthetic capacity, endogenous hormones and root yield of summer-sown sweet potato (Ipomoea batatas (L). Lam.) in Northern China. Acta Physiologiae Plantarum, 37: 1-10.

Ibarra, J.L., Flores, J., Quezada, M.R. y Zermeño, A. (2004). Acolchado, riego y microtúneles en tomate, chile anaheim y chile pimiento. Revista Chapingo Serie Horticultura. 10: 179-187.

Ibarra, J.L., Hernández, C.F., Munguía, L.J. y Cedeño, R. (2001). Cubiertas flotantes, acolchado plástico y control de mosca blanca en el cultivo de calabacita. Revista Chapingo Serie Horticultura. 7: 159-169.

Idrovo, W.J.O. (2007) Estudio del Comportamiento Agronómico de las Zeolitas en la Fertilización del Cultivo de la Sandía (*Citrullus vulgaris*) en la Zona de Taura, Guayas. Tesis de licenciatura. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

Jayasinghe, G.Y., Tokashiki, Y., Kitou, M. y Kinjo, K. (2008). Oil palm waste and synthetic zeolite: An alternative soil-less growth substrate for lettuce production as a waste management practice. Waste Management y Research. 26: 559-565.

Jolliffe, P.A., y Gaye, M.M. (1995). Dynamics of growth and yield component responses of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) to row covers and population density. Scientia Horticulturae. 62: 153-164.

Jordán, H.R., Betancourt, R.R., Betancourt, R.R., Cabrera, G.E., y Cabrera, G.D. (2014). Mejorador de suelo a partir de una zeolita natural: Una propuesta sustentable para la agricultura. Nova scientia. 6: 1-11.

Kader, A.A. y Saltveit, M.E. (2003). Respiration and gas Exchange. Postharvest physiology and pathology of vegetables, USA. 2 da Edition Marcel Dekker, Inc.

Krutilina, V.S., Polyanskaya, S.M., Goncharova, N.A. y Letchamo, W. (2000). Effects of zeolite and phosphogypsum on growth, photosynthesis and uptake of Sr, Ca and Cd by barley and corn seedlings. Journal of Environmental Science y Health Part A. 35: 15-29.

Landi, M., Remorini, D., Pardossi, A. y Guidi, L. (2013). Boron excess affects photosynthesis and antioxidant apparatus of greenhouse *Cucurbita pepo* and *Cucumis sativus*. Journal of plant research. 126: 775-786.

Lee, S. K. y Kader, A. A. (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. Postharvest Biology and Technology .20:207–220.

Li, Z. 2003. Use of surfactant-modified zeolite as fertilizer carriers to control nitrate release. Microporous and Mesoporous Materials. 61: 181–188.

Liu, X.E., Li, X.G., Hai, L., Wang, Y.P. y Li F.M. (2014) How efficient is film fully-mulched ridge-furrow cropping to conserve rainfall in soil at a rainfed site. Field Crop Res. 169: 107–115

Lopez, M.I. (2009). Fall melon trial for cysdv and whitefly control. Arthropod Management. 36: 1-8.

Maloupa, E., Samartzidis, C., Couloumbis, P. and Komninou, A. (1999). Yield, quality and photosynthetic activity of greenhouse-grown 'madelon' roses on perlite-zeolite substrate mixtures. Acta Horticulturae. 481: 97-102

Matsumoto, K., Ohta, T. y Tanaka, T. (2005). Dependence of stomatal conductance on leaf chlorophyll concentration and meteorological variables. Agric. Forest Meteorol. 132: 44–57

Medina, R.M., García, S.T., Ortiz, C.M. y Valdivia, B.R. (2011). Variación estacional de la fotosíntesis en cultivares de aguacate. Revista Biociencias. 1: 36-45.

Medrano, H., Bota, J., Cifre, J., Flexas, J., Ribas, C.M. y Gulías, J. (2007). Eficiencia en el uso del agua por las plantas. Investigaciones Geográficas. 43: 63-84.

Mejía, Z.F., Valenzuela, G.J.L., Aguayo, S.S. y Meza, F.D. (2009). Adsorción de arsénico en zeolita natural pretratada con óxidos de magnesio. Revista internacional de contaminación ambiental. 25: 217-227.

Meloni, D.A., Oliva, M.A., Martínez, C.A. y Cambraia, J. (2003). Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. Environmental and Experimental Botany. 49: 69-76.

Mendoza, M.S.F., Vargas, J.A. y Moreno, D.L. (2000). Producción de melón (*Cucumis melo* L.) mediante acolchado plástico y riego por cintilla. Revista Chapingo, serie zonas áridas. 1: 155-124.

Mihajlović, M., Perišić, N., Pezo, L., Stojanović, M., Milojković, J., Petrović, M. y Petrović, J. (2014). Optimization of process parameters to obtain NH4-clinoptilolite as a supplement to ecological fertilizer. Clay Minerals, 49: 735-745.

Millan, G., Agosto, F., Vázquez, M. y Botto, L. (2008). Use of clinoptilolite as a carrier for nitrogen fertilizers in soils of the pampean regions of Argentina. Journal of Ciencia e Investigación Agraria. 35: 245-254.

Molina, M.M.A. (2008). Variación de la pubescencia foliar en plantas y sus implicaciones funcionales a lo largo de gradientes altitudinales. Ecosistemas. 17: 146-154

Morales, D., Rodríguez, P., Dell' Amico, J.A., Torrecillas, A. y Sánchez, B.M.J. (2006). Efecto de altas temperaturas en algunas variables del crecimiento y el intercambio gaseoso en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. CV. AMALIA). Cultivos tropicales. 27: 45-48.

Monares, G.I. (2009). Tamaño de partícula y tiempos de aplicación de harina de pescado (*Plecostomus spp.*) en la producción de calabacita. Tesis presentada para obtener el grado de Maestro en Ciencias, México. Instituto Politécnico Nacional.

Mu, L. y Fang, L. (2015). Effects of different mulching practices on the photosynthetic characteristics of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) in a greenhouse in Northwest China. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil & Plant Science. 65: 735-746.

Mumpton, F.A. (1999). Uses of natural zeolites in agriculture and industry. Proceedings of the National Academy of Sciences. 96: 3463–3470.

Muncharaz, P.M. (2012). El nogal, técnica de producción de fruto y madera. Ediciones Mundi-Prensa. 1ra edición. España.

Ominaga, J., Inafuku, S., Coetzee, T. y Kawamitsu, Y. (2014). Diurnal regulation of photosynthesis in *Jatropha curcas* under drought during summer in a semi-arid region, Biomass and Bioenergy. 67: 279-287.

Orozco, S.M., Pérez, Z.O. y López, A.O. (1995). Floating row cover and transparent mulch to reduce insect populations, virus diseases and increase yield in cantaloupe. Florida Entomologist. 78: 493.

Pagán, R.E. (2012). Uso de indicadores del estado hídrico de la planta para la optimización del riego en cultivos leñosos. Tesis Doctoral. Departamento de Producción Vegetal, Universidad Politécnica de Cartagena.

Pearcey, R., Mooney, H.A. y Rundel, P. (2012). Plant physiological ecology: field methods and instrumentation. 1ra edición España. Chapman and Hall.

Peña, M.Y., Casierra, P.F. y Monsalve, O.I. (2013). Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cascarilla de arroz mezclada con materiales minerales y orgánicos. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 7: 217-227.

Pérez, L. y Melgarejo, L. (2012). Ecofisiología del cultivo de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). 1ra edición. Editorial Luz María Melgarejo. 11-123.

Pinheiro, C., y Chaves, M.M. (2011). Photosynthesis and drought: can we make metabolic connections from available data. Journal of experimental botany. 62: 869-882.

Quezada, M.M.R., Munguía, L.J., Ibarra, J.L., García, L.A. y Cedeño, R.B. (2011). Fisiología y producción de pimiento morrón cultivado con diferentes colores de acolchado. Terra Latinoamericana. 29: 421-430.

Ramírez, A.M., Sosa, A.R. y Haller, V.H. (2010). Evaluación de la adición de zeolita clinoptilolita en la producción de biomasa en maíz criollo. Foro regional de agricultura sostenible, la sostenibilidad como eje fundamental en la producción de alimentos y el desarrollo rural, Noviembre de 2010, Pg. 79-83.

Ramírez, V.H. (2013). Direct transpiration measurement and estimation. Evapotranspiration: Principles and Applications for Water Management, 1ra Edición. Canada. Aple academic press.

Rojas, M.I. y Fernández, S.R. (2010) Efecto del acolchado en rendimiento de tomate de cascara en Tlaxcala. Ficha técnica No 4. INIFAP-SAGARPA-CIRCE.

Rosales, L.D.D., y Arias, A.G. (2015). Vitamina C y parámetros fisicoquímicos durante la maduración de Berberis lobbiana" Untusha". Revista de la Sociedad Química del Perú. 81: 63-75.

Rouphael, Y. y Colla, G. (2005). Growth, yield, fruit quality and nutrient uptake of hydroponically cultivated zucchini squash as affected by irrigation systems and growing seasons. Scientia Horticulturae. 105: 177-195.

Rouphael, Y., Cardarelli, M., Rea, E., Battistelli, A. y Colla, G. (2006). Comparison of the subirrigation and drip-irrigation systems for greenhouse zucchini squash production using saline and non-saline nutrient solutions. Agricultural Water Management. *82*: 99-117.

Ruíz, M.L.M., Ibarra, J.L., Valdez, A.L.A., Robledo, T.V., Benavides, M.A. y Cabrera, F.M. (2015). Cultivation of potato use of plastic mulch and row covers on soil temperature, growth, nutrient status, and yield. Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil y Plant Science. 65: 30-35.

Sainz, R.H. y Echeverría, H.E. (1998). Relación entre las lecturas del medidor de clorofila (Minolta SPAD 502) en distintos estadios del ciclo del cultivo de maíz y el rendimiento en grano. Revista de la Facultad de Agronomía. 103: 37-44.

Salamanca, A.P., Pérez, U., Robredo, A., Miranda, A.J., Mena, A., Lacuesta, M. y Muñoz, R.A. (2012). Respuestas fotosintéticas de especies pascícolas crecidas en monocultivo y en cultivo mixto a la interacción de la concentración de CO2 y la sequía. Revista Inventum. 9: 20:30

Salazar, M.R., Rojano, A.A. y López, C.I.L. (2014). La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. Tecnología y Ciencias del Agua. 5: 177-183.

Sánchez, B., Rasmussen, A. y Porter, J.R. (2014). Temperatures and the growth and development of maize and rice: a review. Global change biology. 20: 408-417.

Schurgers, G., Lagergren, F., Molder, M., Lindroth, A. (2015). The importance of micrometeorological variations for photosynthesis and transpiration in a boreal coniferous forest. Biogeosciences. 12: 237-256.

Sedano, C.G., González, H.V.A., Engleman, E.M. y Villanueva, V.C. (2005). Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita. Revista Chapingo Serie Horticultura. 11: 291-297.

Sedano, C.G., González, H.V.A., Engleman, E.M. y Villanueva, V.C. (2005). Dinámica del crecimiento y eficiencia fisiológica de la planta de calabacita. Revista Chapingo Serie Horticultura. 11: 291-297.

Sedano, C.G., González, H.V.A., Saucedo, V.C., Soto, H.M., Sandoval, V.M. y Carrillo, S.A. (2011). Yield and quality of zucchini fruits on high doses of N and K. Terra Latinoamericana. 29: 133-142.

Sharma, N.C., Sharma, S.D. y Spehia, R.S. (2013). Effect of plastic mulch colour on growth, fruiting and fruit quality of strawberry under polyhouse cultivation. International Journal of Bio-resource and Stress Management. 4: 314-316.

Shiukhy, S., Raeini, S.M. y Chalavi, V. (2014). Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. International Journal of Biometeorology. 1: 1-6.

Soliman A.S. y Mahmoud A.M. (2013). Response of Adansonia digitata to Compost and Zeolite in Replacement of Chemical Fertilization. American-Eurasian Journal of Agricultural y Environmental. 13: 198-206.

Stephen, R.G. (2002). Agroecología procesos ecológicos de la agricultura sustentable. Turrialba, C.R. Pg. 339

Su W., Qu Y., Feng B. y Chai Y. 2014. Photosynthesis characteristics and yield of broomcorn millet under film mulching on ridge-furrow for harvesting rainwater model in semi-arid region of Northern Shaanxi. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 30: 137-145.

Summers, C.G., Mitchell, J.P. y Stapleton, J.J. (2004). Management of aphid-borne viruses and *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) in zucchini squash by using UV reflective plastic and wheat straw mulches. Environmental entomology. 33: 1447-1457.

Summers, C.G., Stapleton, J.J., Newton, A.S., Duncan, R.A. y Hart, D. (1995). Comparison of sprayable and film mulches in delaying the onset of aphid-transmitted virus diseases in zucchini squash. Plant disease. 79: 1126-1131.

Tao, Y., Yu, Q. X., Zhou, Y. H., Shi, K., Zhou, J., Yu, J. Q. y Xia, X. J. (2015). Application of 24-epibrassinolide decreases the susceptibility to cucumber mosaic virus in zucchini (*Cucurbita pepo* L). Scientia Horticulturae. 195: 116-123.

Torres, R.A.N. (2014). Desarrollo de zeolitas con cationes metálicos para su utilización en matrices poliméricas con propiedades antibacterianas. 2014. Tesis Doctoral.

Villalobos, R.E. (2001). Fisiología de la producción de los cultivos tropicales. Primera edición. Editorial de la Universidad de Costa Rica.

Wang, S.Y., Galletta, G.J., Camp, M.J. y Kasperbauer, M.J. (1998). Mulch types affect fruit quality and composition of two strawberry genotypes. Hort. Science. 33: 636-640.

Wen, Z.Z., Chi, X., Jing, W.W., Jie, S.H., Qiang, Z. y Mou, S.W. (2014). Impacts of Salinity and Nitrogen on the Photosynthetic Rate and Growth of Sunflowers (*Helianthus annuus* L.) Pedosphere. 24: 635–644.

Xiubin, H. y Zhanbin, H. (2001). Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil. Resources, conservation and recycling. 34: 45-52.

Yolcu, H., Seker, H., Kerim, Gullap, M. y Lithourgidis, A. (2011). Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions. Australian Journal of Crop Science. 5: 926-931.

Yu, H., Murchie, E.H., González, C.Z.H., Pyke, K.A., y Roberts, J.A. (2015). Decreased photosynthesis in the erect panicle 3 (ep3) mutant of rice is associated with reduced stomatal conductance and attenuated guard cell development. Journal of experimental botany. 66: 1543-1552.

Zavala E.F., Maldonado, T.R. Sandoval, V.M. y Álvarez S.E. (2011). Cambios morfológicos y fisiológicos en hojas de frijol tolerante y susceptible a deficiencia de Fe. Terra Latinoamericana. 29: 267-276.

Zermeño, G.A., Munguía, L.J., Gil, M.J.A., Ibarra, J.L., Quezada, M.R., Cadena, Z.M., García, D. M.A. y Cantú, S.M. (2011). Intercambio de bióxido de carbono en chile morrón cultivado en acolchado plástico. Terra Latinoamericana. 29: 411-419.

Zhang J. y Huang, W. (2015). Effects of source reduction on photosynthetic rate, dry mass and distribution in pumpkin. Acta Ecologica Sinica. 35: 23–28.

Zhi-Guo L.I., Zhang R.H., Xiu-Jun W, Jie-Ping, W, Zhang C.P., y Chang-Yan T. (2011). Carbon dioxide fluxes and concentrations in a cotton field in northwestern China: effects of plastic mulching and drip irrigation. Pedosphere, 21:178-185.

IX. ANEXOS

Intercambio gaseoso (primera evaluación)

Anexo I. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 8:00 am).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	280.3	7	40.04	49.62	<0.0001
Zeolita	109.41	3	36.47	45.19	<0.0001
Acolchado	0.11	1	0.11	0.14	0.7135
Zeolita-acolchado	170.77	3	56.92	70.54	<0.0001
Error	12.91	16	0.81		
Total	293.21	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo II. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 10:00 am).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.25	7	1.32	4.18	0.0085
Zeolita	6.91	3	2.3	7.28	0.0027
Acolchado	0.89	1	0.89	2.81	0.1129
Zeolita-acolchado	1.45	3	0.48	1.53	0.2455
Error	5.06	16	0.32		
Total	14.31	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo III. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 8:00 am).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.77	7	1.11	15.18	<0.0001
Zeolita	0.88	3	0.29	4	0.0265
Acolchado	0.41	1	0.41	5.54	0.0317
Zeolita-acolchado	6.48	3	2.16	29.56	<0.0001
Error	1.17	16	0.07		
Total	8.94	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo IV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 2:00 pm).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	127.16	7	18.17	4.26	0.0078
Zeolita	70.93	3	23.64	5.54	0.0084
Acolchado	36.7	1	36.7	8.61	0.0097
Zeolita-acolchado	19.53	3	6.51	1.53	0.2461
Error	68.24	16	4.27		
Total	195.4	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo V. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 2:00 pm).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.8	7	0.11	1.09	0.4167
Zeolita	0.17	3	0.06	0.54	0.6636
Acolchado	0.08	1	0.08	0.77	0.3928
Zeolita-acolchado	0.55	3	0.18	1.74	0.1994
Error	1.68	16	0.1		
Total	2.47	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo VI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 2:00 m).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9.53	7	1.36	1.01	0.4606
Zeolita	0.53	3	0.18	0.13	0.9401
Acolchado	0.51	1	0.51	0.38	0.548
Zeolita-acolchado	8.49	3	2.83	2.1	0.1407
Error	21.57	16	1.35		
Total	31.09	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo VII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138.03	7	19.72	1.21	0.3541
Zeolita	102.34	3	34.11	2.09	0.1422
Acolchado	16.44	1	16.44	1.01	0.3308
Zeolita-acolchado	19.25	3	6.42	0.39	0.76
Error	261.49	16	16.34		
Total	399.52	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo VIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.34	7	0.19	5.07	0.0035
Zeolita	0.66	3	0.22	5.83	0.0069
Acolchado	0.34	1	0.34	9.05	0.0083
Zeolita-acolchado	0.34	3	0.11	2.98	0.0625
Error	0.6	16	0.04		
Total	1.94	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo IX. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración con cubierta de agribón en calabacita a los 33 DDS (Evaluación 5:00 Pm).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	35.37	7	5.05	4.44	0.0065
Zeolita	13.87	3	4.62	4.06	0.0253
Acolchado	6.1	1	6.1	5.36	0.0342
Zeolita-acolchado	15.4	3	5.13	4.51	0.0178
Error	18.21	16	1.14		
Total	53.59	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Intercambio gaseoso (segunda evaluación)

Anexo X. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 8:00 am).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	87.09	7	12.44	35.84	<0.0001
Zeolita	17.92	3	5.97	17.21	<0.0001
Acolchado	5.97	1	5.97	17.2	0.0008
Zeolita-acolchado	63.2	3	21.07	60.68	<0.0001
Error	5.55	16	0.35		
Total	92.65	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 10:00 am).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.33	7	0.19	6.84	0.0007
Zeolita	0.54	3	0.18	6.49	0.0044
Acolchado	0.48	1	0.48	17.48	0.0007
Zeolita-acolchado	0.3	3	0.1	3.64	0.0356
Error	0.44	16	0.03		
Total	1.77	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 8:00 am).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.08	7	0.15	2.2	0.0906
Zeolita	0.38	3	0.13	1.81	0.1868
Acolchado	0.01	1	0.01	0.17	0.6855
Zeolita-acolchado	0.69	3	0.23	3.28	0.0484
Error	1.12	16	0.07		
Total	2.21	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 3:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	194.5	7	27.79	3.28	0.0234
Zeolita	59.38	3	19.79	2.33	0.1127
Acolchado	0.08	1	0.08	0.01	0.9225
Zeolita-acolchado	135.04	3	45.01	5.31	0.0099
Error	135.72	16	8.48		
Total	330.22	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XIV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 3:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.13	7	0.02	1.8	0.1558
Zeolita	0.04	3	0.01	1.16	0.354
Acolchado	1.80E-04	1	1.80E-04	0.02	0.8946
Zeolita-acolchado	0.09	3	0.03	3.03	0.0597
Error	0.16	16	0.01		
Total	0.29	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 3:00 am).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10.71	7	1.53	1.75	0.1682
Zeolita	2.59	3	0.86	0.98	0.4249
Acolchado	0.72	1	0.72	0.82	0.3778
Zeolita-acolchado	7.4	3	2.47	2.82	0.0724
Error	14.01	16	0.88		
Total	24.72	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XVI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	98.05	7	14.01	2.72	0.046
Zeolita	48.91	3	16.3	3.17	0.0531
Acolchado	1.75	1	1.75	0.34	0.5676
Zeolita-acolchado	47.39	3	15.8	3.07	0.0579
Error	82.32	16	5.14		
Total	180.36	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XVII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.03	7	4.80E-03	0.57	0.7673
Zeolita	0.02	3	0.01	0.73	0.5475
Acolchado	0.01	1	0.01	1.05	0.3217
Zeolita-acolchado	0.01	3	2.10E-03	0.26	0.8555
Error	0.13	16	0.01		
Total	0.17	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XVIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración en calabacita a los 34 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3.37	7	0.48	0.35	0.9206
Zeolita	2.03	3	0.68	0.49	0.6968
Acolchado	0.47	1	0.47	0.34	0.5696
Zeolita-acolchado	0.87	3	0.29	0.21	0.8898
Error	22.29	16	1.39		
Total	25.66	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Intercambio gaseoso (tercera evolución)

Anexo XIX. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 8:00 am).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	27.05	7	3.86	4.95	0.0039
Zeolita	0.57	3	0.19	0.24	0.8643
Acolchado	4.26	1	4.26	5.46	0.0328
Zeolita-acolchado	22.22	3	7.41	9.48	0.0008
Error	12.5	16	0.78		
Total	39.55	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XX. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 8:00 am).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.35	7	0.05	1.37	0.2832
Zeolita	0.09	3	0.03	0.78	0.523
Acolchado	0.21	1	0.21	5.82	0.0282
Zeolita-acolchado	0.05	3	0.02	0.48	0.7024
Error	0.59	16	0.04		
Total	0.94	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 8:00 am).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6.07	7	0.87	2.63	0.0517
Zeolita	2.16	3	0.72	2.19	0.129
Acolchado	2.16	1	2.16	6.57	0.0208
Zeolita-acolchado	1.74	3	0.58	1.76	0.1953
Error	5.27	16	0.33		
Total	11.33	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 2:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	417.13	7	59.59	3.18	0.0262
Zeolita	201.83	3	67.28	3.59	0.0371
Acolchado	177.17	1	177.17	9.46	0.0072
Zeolita-acolchado	38.13	3	12.71	0.68	0.5779
Error	299.71	16	18.73		
Total	716.84	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 2:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.38	7	0.05	2.21	0.0891
Zeolita	0.17	3	0.06	2.38	0.1082
Acolchado	0.15	1	0.15	6.1	0.0252
Zeolita-acolchado	0.06	3	0.02	0.76	0.5343
Error	0.39	16	0.02		
Total	0.76	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXIV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 2:00 am).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	88.85	7	12.69	2.96	0.0344
Zeolita	49.21	3	16.4	3.82	0.0307
Acolchado	18.35	1	18.35	4.27	0.0553
Zeolita-acolchado	21.28	3	7.09	1.65	0.2171
Error	68.7	16	4.29		
Total	157.55	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de tasa fotosintética en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	173.56	7	24.79	1.89	0.1375
Zeolita	40.96	3	13.65	1.04	0.4006
Acolchado	30.11	1	30.11	2.3	0.149
Zeolita-acolchado	102.49	3	34.16	2.61	0.0874
Error	209.54	16	13.1		
Total	383.1	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXVI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de conductancia estomática en calabacita a los 64 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.17	7	0.02	1.09	0.4118
Zeolita	0.07	3	0.02	1.02	0.4083
Acolchado	0.01	1	0.01	0.45	0.5139
Zeolita-acolchado	0.09	3	0.03	1.38	0.2844
Error	0.36	16	0.02		
Total	0.53	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXVII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de transpiración en calabacita a los 44 DDS (Evaluación 5:00 pm).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	11.74	7	1.68	1.16	0.3746
Zeolita	6.08	3	2.03	1.41	0.2772
Acolchado	0.49	1	0.49	0.34	0.5688
Zeolita-acolchado	5.18	3	1.73	1.2	0.342
Error	23.03	16	1.44		
Total	34.77	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Variables morfológicas (Primera evaluación)

Anexo XXXII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de área foliar en calabacita a los 37 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29240304	7	4E+06	1.5	0.2379
Zeolita	4012267	3	1E+06	0.48	0.7014
Acolchado	17883985	1	2E+07	6.4	0.0222
Zeolita-acolchado	7344053	3	2E+06	0.88	0.4738
Error	44675427	16	3E+06		
Total	73915731	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXXIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de peso fresco en calabacita a los 37 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	501633.1	7	71662	1.51	0.2343
Zeolita	59960.71	3	19987	0.42	0.741
Acolchado	269589.8	1	269590	5.67	0.03
Zeolita-acolchado	172082.6	3	57361	1.21	0.3394
Error	760918	16	47557		
Total	1262551	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXXIV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de número de hojas en calabacita a los 37 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	506.29	7	72.33	3.48	0.0184
Zeolita	100.13	3	33.38	1.61	0.2275
Acolchado	315.38	1	315.38	15.17	0.0013
Zeolita-acolchado	90.79	3	30.26	1.46	0.264
Error	332.67	16	20.79		
Total	838.96	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXXV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de número de flores en calabacita a los 37 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	170.29	7	24.33	3.84	0.0122
Zeolita	59.46	3	19.82	3.13	0.055
Acolchado	100.04	1	100.04	15.8	0.0011
Zeolita-acolchado	10.79	3	3.6	0.57	0.6441
Error	101.33	16	6.33		
Total	271.63	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXXVI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de número de fruto en calabacita a los 37 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	89.96	7	12.85	3.95	0.0108
Zeolita	19.13	3	6.37	1.96	0.1605
Acolchado	5.04	1	5.04	1.55	0.2309
Zeolita-acolchado	65.79	3	21.93	6.75	0.0038
Error	52	16	3.25		
Total	141.96	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXXVII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de peso seco en calabacita a los 37 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2946.09	7	420.87	1.62	0.2007
Zeolita	686.81	3	228.94	0.88	0.472
Acolchado	378.34	1	378.34	1.46	0.2452
Zeolita-acolchado	1880.94	3	626.98	2.41	0.1048
Error	4159.9	16	259.99		
Total	7105.99	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Variables morfológicas (Segunda evaluación).

Anexo XXXVIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de peso fresco en calabacita a los 67

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	45676916	7	7E+06	1.7	0.1792
Zeolita	4270436	3	1E+06	0.37	0.775
Acolchado	26533551	1	3E+07	6.92	0.0182
Zeolita-acolchado	14872928	3	5E+06	1.29	0.3112
Error	61385083	16	4E+06		
Total	1.07E+08	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XXXIX. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de número de hojas en calabacita a los 67 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	9900	7	1414.3	0.67	0.6924
Zeolita	7982.33	3	2660.8	1.27	0.3194
Acolchado	20.17	1	20.17	0.01	0.9232
Zeolita-acolchado	1897.5	3	632.5	0.3	0.8242
Error	33623.33	16	2101.5		
Total	43523.33	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XL. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de número de flores en calabacita a los 67 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3395.96	7	485.14	1.11	0.4057
Zeolita	3073.46	3	1024.5	2.33	0.1125
Acolchado	9.37	1	9.37	0.02	0.8856
Zeolita-acolchado	313.12	3	104.37	0.24	0.8686
Error	7020.67	16	438.79		
Total	10416.63	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XLI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de número de fruto en calabacita a los 67 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3092.67	7	441.81	0.92	0.5188
Zeolita	2250.67	3	750.22	1.56	0.2387
Acolchado	216	1	216	0.45	0.5127
Zeolita-acolchado	626	3	208.67	0.43	0.7323
Error	7710.67	16	481.92		
Total	10803.33	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XLII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de peso seco en calabacita a los 67 DDS.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	90885.03	7	12984	1.51	0.233
Zeolita	18230.83	3	6076.9	0.71	0.5616
Acolchado	53064.7	1	53065	6.18	0.0244
Zeolita-acolchado	19589.49	3	6529.8	0.76	0.5329
Error	137489.2	16	8593.1		
Total	228374.2	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Evaluación de diámetro longitud y textura de fruto

Anexo XLIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de diámetro de fruto (primera evaluación).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	282.61	7	40.37	3.37	0.0046
Zeolita	96.49	3	32.16	2.68	0.0554
Acolchado	2.92	1	2.92	0.24	0.6236
Zeolita-acolchado	183.2	3	61.07	5.09	0.0035
Error	671.24	56	11.99		
Total	953.85	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XLIV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de longitud de fruto (primera evaluación).

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo.	25.07	7	3.58	4.38	0.0006
Zeolita	4.45	3	1.48	1.82	0.1549
Acolchado	0.06	1	0.06	0.07	0.7958
Zeolita-acolchado	20.57	3	6.86	8.39	0.0001
Error	45.76	56	0.82		
Total	70.84	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XLV. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de textura de fruto (primera evaluación).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.58	7	0.08	0.74	0.6419
Zeolita	0.38	3	0.13	1.13	0.3446
Acolchado	0.06	1	0.06	0.57	0.4554
Zeolita-acolchado	0.13	3	0.04	0.4	0.7537
Error	6.26	56	0.11		
Total	6.83	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XLVII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de longitud de fruto (segunda evaluación).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	22.1	7	3.16	3.45	0.0038
Zeolita	5.85	3	1.95	2.13	0.1064
Acolchado	0.09	1	0.09	0.1	0.7549
Zeolita-acolchado	16.16	3	5.39	5.89	0.0014
Error	51.22	56	0.91		
Total	73.32	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XLVIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de textura de fruto (segunda evaluación).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.64	7	0.09	0.9	0.5143
Zeolita	0.41	3	0.14	1.34	0.2692
Acolchado	0.07	1	0.07	0.73	0.3956
Zeolita-acolchado	0.16	3	0.05	0.51	0.679
Error	5.71	56	0.1		
Total	6.36	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo XLIX. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de diámetro de fruto (tercera evaluación).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	442,18	7	63,17	6,08	<0,0001
Zeolita	174,62	3	58,21	5,61	0,0020
Acolchado	106,63	1	106,63	10,27	0,0022
Zeolita-acolchado	160,93	3	53,64	5,17	0,0032
Error	581,45	56	10,38		
Total	1023,63	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo L. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de longitud de fruto (tercera evaluación).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	18.61	7	2.66	2.92	0.0112
Zeolita	6.76	3	2.25	2.47	0.0709
Acolchado	1.38	1	1.38	1.52	0.2233
Zeolita-acolchado	10.47	3	3.49	3.83	0.0144
Error	50.98	56	0.91		
Total	69.6	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo LI. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de textura de fruto (tercera evaluación).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	0.48	7	0.07	0.84	0.5595
Zeolita	0.22	3	0.07	0.91	0.4438
Acolchado	0.09	1	0.09	1.13	0.2926
Zeolita-acolchado	0.16	3	0.05	0.68	0.5704
Error	4.54	56	0.08		
Total	5.02	63			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo LII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de rendimiento total en Kg planta^{-1}

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5.61	7	0.8	0.89	0.5355
Zeolita	1.41	3	0.47	0.52	0.6719
Acolchado	3.81	1	3.81	4.24	0.0562
Zeolita-acolchado	0.39	3	0.13	0.14	0.9322
Error	14.38	16	0.9		
Total	20	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Análisis de la varianza de vitamina C en fruto

Anexo LVII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) vitamina C total en frutos de calabacita (primera evaluación)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	132.59	7	18.94	7.58	0.0053
Zeolita	78.86	3	26.29	10.51	0.0038
Acolchado	4.16	1	4.16	1.66	0.2332
Zeolita-acolchado	49.56	3	16.52	6.61	0.0147
Error	20	8	2.5		
Total	152.59	15			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

Anexo LVIII. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de vitamina C total en frutos de calabacita (segunda evaluación)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	38.16	7	5.45	5.64	0.0132
Zeolita	12.62	3	4.21	4.35	0.0427
Acolchado	0.95	1	0.95	0.98	0.3506
Zeolita-acolchado	24.59	3	8.2	8.48	0.0072
Error	7.73	8	0.97		
Total	45.9	15			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

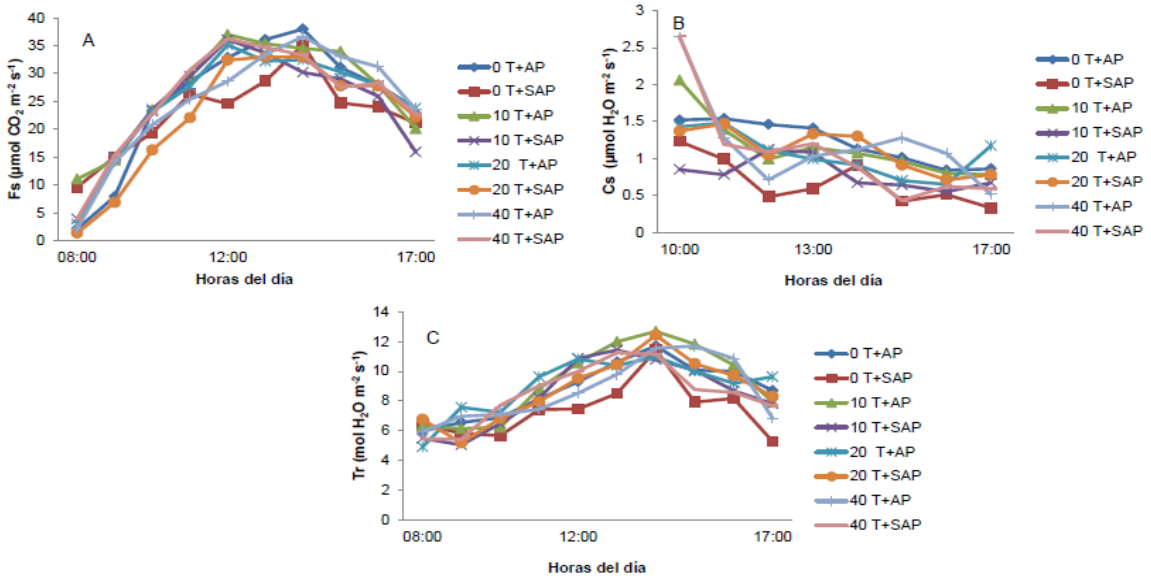
Análisis de la varianza de grados brix en fruto

Anexo LIX. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de grados brix en frutos de calabacita (primera evaluación)

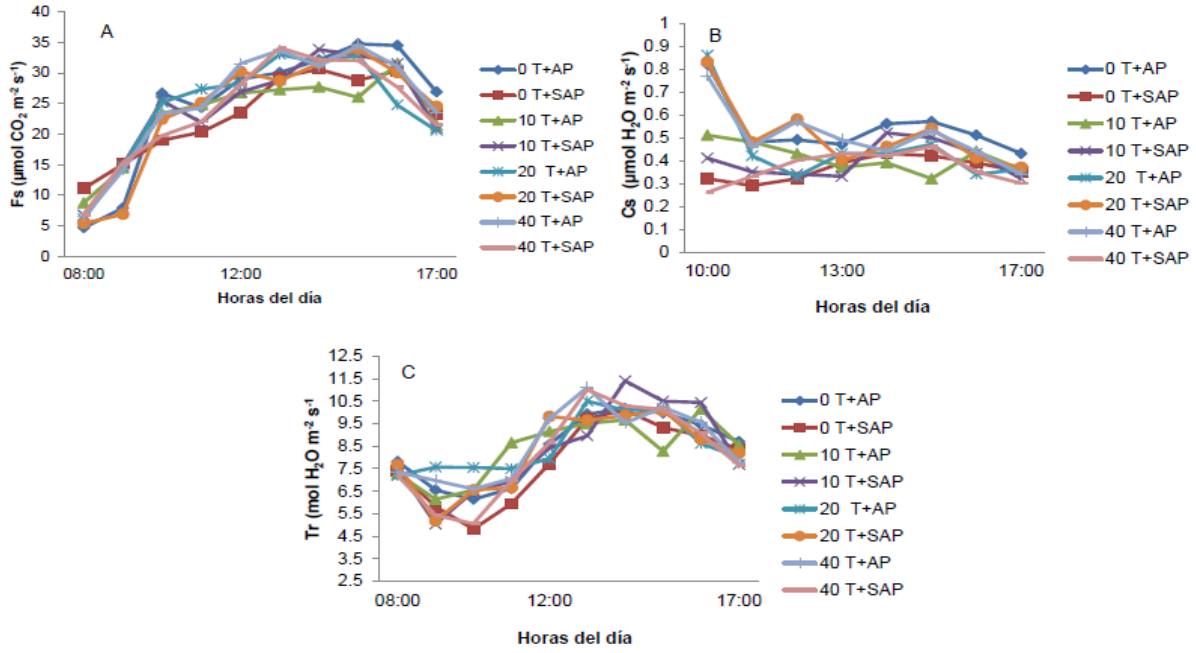
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	7.65	7	1.09	5.53	0.0022
Zeolita	6.89	3	2.3	11.63	0.0003
Acolchado	0.7	1	0.7	3.55	0.078
Zeolita-acolchado	0.06	3	0.02	0.1	0.9601
Error	3.16	16	0.2		
Total	10.81	23			

F.V.= Fuente de variación, SC= Suma de cuadrados, gl= Grados de libertad, C.M.= Cuadrados medios.

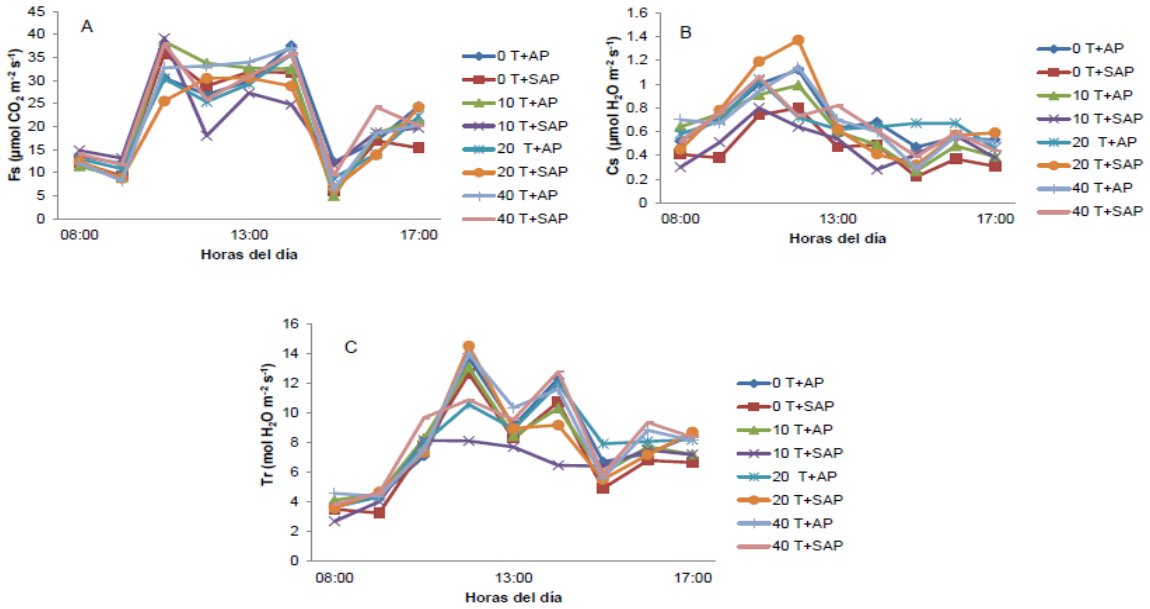
medios.



Anexo LXI**.** Efecto de la interacción de zeolita y acolchado plástico en la tasa fotosintética (A), conductancia estomática (B) y transpiración (C).Fs = tasa fotosintética, Cs = conductancia estomática. Tr = transpiración. AP = acolchado plástico; SAP = sin acolchado plástico.



Anexo LXII**.** Efecto de la interacción de zeolita y acolchado plástico en la tasa fotosintética (A), conductancia estomática (B), y transpiración (C), Cs = conductancia estomática. Tr = transpiración. AP = acolchado plástico; SAP = sin acolchado plástico.



Anexo LXIII. Efecto de la interacción de zeolita y acolchado plástico en la tasa fotosintética (A), conductancia estomática (B), y transpiración (C), a los 64 DDS. Fs = tasa fotosintética, Cs = conductancia estomática, Tr = transpiración. AP = acolchado plástico; SAP = sin acolchado plástico.

Anexo LXIV**.** Evaluación del uso eficiente del agua (UEA) intrínseco y extrínseco a los 33 DDS, por efecto del agribón y a loa 34 y 64 DDS, en calabacita a campo abierto.

	33 DDS		34 DDS		64 DDS	
	UEA_I	UEA_E	UEA_I	UEA_E	UEA_I	UEA_E
Zeolita (T ha^{-1})						
0	3.17 ^{a}	36.30 ^{a}	3.30 ^{a}	67.10 ^{a}	3.01 ^{a}	61.27 ^{a}
10	2.78 ^{b}	41.25 ^{a}	3.17 ^{a}	75.18 ^{a}	4.43 ^{a}	132.2 ^{a}
20	2.81 ^{ab}	31.28 ^{a}	3.30 ^{a}	66.90 ^{a}	3.08 ^{a}	65.68 ^{a}
40	3.11 ^{ab}	40.83 ^{a}	3.27 ^{a}	68.30 ^{a}	3.01 ^{a}	61.94 ^{a}
E.E	± 0.09	± 4.42	± 0.27	± 4.59	± 0.58	± 28.19
P>F	**	NS	NS	NS	NS	NS
Acolchado						
AP	3.04 a	35.70 ^{a}	3.32 ^{a}	70.62 ^{a}	3.12 ^{a}	62.26 ^{a}
SAP	2.89 ^{a}	39.13 ^{a}	3.19 ^{a}	68.12 ^{a}	3.65 ^{a}	98.28 ^{a}
E.E	± 0.06	± 3.13	± 0.07	± 3.25	± 0.41	± 19.93
P>F	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Interacción						
T1	3.09 ^{a}	39.00 ^{a}	3.09 ^{a}	70.55 ^{a}	2.96 ^{a}	66.62 ^{a}
T2	2.82 ^{a}	49.24 ^{a}	3.14 ^{a}	67.18 ^{a}	5.66 ^{a}	191.6 ^{a}
T3	2.66 ^{a}	25.94 ^{a}	3.36 ^{a}	63.05 ^{a}	3.16 ^{a}	75.06 ^{a}

T4	3.01 a	42.32 a	3.17 a	71.71 a	2.81 a	59.85 a
T5	3.25 a	33.59 a	3.50 a	63.66 a	3.06 a	55.92 a
T6	2.73 a	33.26 a	3.20 a	83.19 a	3.19 a	72.77 a
T7	2.96 a	36.62 a	3.23 a	70.75 a	3.00 a	56.31 a
T8	3.21 a	39.35 a	3.37 a	64.89 a	3.21 a	64.04 a
E.E	± 0.13	± 6.25	± 0.15	± 6.49	± 0.88	± 39.87
P>F	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Anexo LXV. Efecto del factor zeolita, acolchado plástico e interacción en el IR-CLOROFILA a los 37, 49, 63 y 77 DDS

Tratamientos	IR.CLOROFILA (UNIDADES SPAD)			
	37 DDS	49 DDS	63 DDS	77 DDS
Zeolita (t ha^{-1})				
0	49.88 a	53.25 a	54.25 a	51.65 a
10	49.63 a	55.93 a	51.97 a	48.83 ab
20	48.52 a	52.53 a	49.37 a	47.88 b
40	47.55 a	54.03 a	52.67 a	48.63 ab
E.E	± 1.18	± 1.61	± 1.45	± 0.86
P>F	NS	NS	NS	*
Acolchado				
AP	49.10 a	53.64 a	51.18 a	49.43 a
SAP	48.69 a	54.23 a	52.95 a	49.07 a
E.E	± 0.84	± 1.14	± 1.02	± 0.61
P>F	NS	NS	NS	NS
Interacción				
T1	51.07 a	51.90 a	51.53 a	50.53 a
T2	48.87 a	56.40 a	50.10 a	49.00 a
T3	46.30 a	55.97 a	49.13 a	48.10 a
T4	48.53 a	52.67 a	51.40 a	48.63 a
T5	48.70 a	54.60 a	56.97 a	52.77 a
T6	50.40 a	55.47 a	53.83 a	48.67 a
T7	48.80 a	49.10 a	49.60 a	47.67 a
T8	48.50 a	55.40 a	53.93 a	48.63 a
E.E	± 1.67	± 2.28	± 2.05	± 1.21
P>F	NS	NS	NS	NS

Anexo LXVI. Efecto del factor zeolita, acolchado plástico e interacción en el la firmeza de fruto a los 62, 69 y 76 DDS

	Firmeza (N cm^{-2})		
	62 DDS	69 DDS	76 DDS
Zeolita (T ha^{-1})			
0	3.09 a*	2.89 a	2.92 a
10	3.18 a	3.04 a	3.01 a
20	2.99 a	3.06 a	3.04 a
40	3.17 a	3.10 a	2.90 a
E.E	± 0.08	± 0.08	± 0.07
P>F	NS	NS	NS
Acolchado			
AP	3.08 a	2.99 a	2.93 a
SAP	3.14 a	3.06 a	3.01 a
E.E	± 0.06	± 0.06	± 0.05
P>F	NS	NS	NS
Interacción			
T1	3.06 a	2.92 a	3.02 a
T2	3.25 a	3.15 a	3.04 a
T3	3.07 a	3.02 a	3.00 a
T4	3.17 a	3.14 a	2.96 a
T5	3.12 a	2.86 a	2.82 a
T6	3.11 a	2.94 a	2.98 a
T7	2.91 a	3.09 a	3.08 a
T8	3.17 a	3.06 a	2.84 a
E.E	± 0.12	± 0.11	± 0.10
P>F	NS	NS	NS