



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN  
NICOLÁS DE HIDALGO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**RENDIMIENTO DE CALABAZA GREY ZUCCHINI  
(*Cucurbita pepo*) CON APLICACIÓN DE ZEOLITA  
COMO COMPLEMENTO DE LA FERTILIZACIÓN  
QUÍMICA**

**TESIS QUE PRESENTA**

**YESENIA SALINAS SILVA**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR**

**DIRECTOR DE TESIS  
DR. PATRICIO APÁEZ BARRIOS  
DOCTOR EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**APATZINGÁN, MICHOACÁN, MÉXICO, MAYO DEL 2021.**

UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**RENDIMIENTO DE CALABAZA GREY ZUCCHINI (*Cucurbita pepo*) CON  
APLICACIÓN DE ZEOLITA COMO COMPLEMENTO DE LA  
FERTILIZACIÓN QUÍMICA**

TESIS QUE PRESENTA

**YESENIA SALINAS SILVA**

Elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de Asesoría y aprobada como  
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO HORTICULTOR

COMITÉ PARTICULAR

Director	<hr/> Dr. Patricio Apéez Barrios
Asesor	<hr/> Dr. José Luis Escamilla García
Asesor	<hr/> Dra. Maricela Apéez Barrios
Asesor	<hr/> Dr. Noé Armando Ávila Ramírez
Asesor	<hr/> Dr. Juan Carlos Álvarez Hernández

Apatzingán, Michoacán, México, Mayo, 2021.

## Dedicatoria

A Dios Quién siempre me dio sabiduría para alcanzar las metas en mi vida, fortaleza para superar los diferentes obstáculos, constancia necesaria para seguir adelante y las fuerzas para alcanzar este triunfo.

A mis padres Guillermina Silva Munguía y Gonzalo Salinas García, que son el pilar importe en mi formación, a ellos atribuyo todo lo que he podido lograr en mi vida, por su amor y confianza, por su tiempo, sus consejos oportunos y por su ejemplo a seguir.

A mi hermana Maricruz Salinas Silva por su compañía y atención. Porqué en su forma tan especial siempre me está apoyando.

A mi tío Valentín Silva Munguía sin su apoyo esta realidad jamás se hubiese cristalizado en esta grandiosa realidad.

## Agradecimientos

A Dios, por darme la fortaleza y salud para seguir cumpliendo con mis objetivos.

A la UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO y FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS por las facilidades para la realización y culminación del presente trabajo.

Un agradecimiento especial al Dr. Patricio Apáez Barrios por su orientación, apoyo, planeación, desarrollo y culminación del presente trabajo. Por haber depositado su confianza en mí, por su disposición, conocimientos y consejos que me brindo.

Muchas Gracias.

A mi buen amigo Pedro Maldonado Olvera por su apoyo y sugerencias en la aplicación de los materiales y actividades para el mejor desarrollo de este experimento.

Al Lab. Ramón Gutiérrez Niño por su ayuda en mi servicio social y por su colaboración brindada en la investigación de este proyecto de TESIS

A mis profesores de la FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS por orientarme a comprender mejor sus conocimientos durante los cinco años de carrera.

A mis compañeros y amigos que en un momento dado creyeron en mí, para lograr lo que en estos momentos estoy culminando gracias a Dios y a todos ellos.

## CONTENIDO

	Pág.
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS DE APÉNDICE</b> .....	<b>Xi</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>HIPÓTESIS</b> .....	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos .....	4
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>5</b>
Origen y taxonomía .....	5
Origen .....	5
Taxonomía .....	5
Morfología .....	6
Tipo de planta .....	6
Tallos .....	6
Hoja .....	6
Raíz .....	7
Flor .....	7
Fruto .....	7
Semilla .....	7
Requerimientos ambientales .....	8
Temperatura .....	8
Riego .....	8
Suelo .....	9
Fertilización .....	9
Usos de la zeolita en la nutrición de las plantas .....	<b>10</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>14</b>

Descripción del sitio de estudio .....	14
Características climáticas del área .....	15
Vegetación del área .....	15
Descripción del genotipo de la calabaza Grey Zucchini .....	16
Características físico químicas del suelo previo a la siembra .....	16
Preparación del terreno y siembra .....	17
Manejo del cultivo .....	<b>18</b>
Riegos .....	18
Control de plagas y enfermedades .....	19
Fertilización química .....	20
Tratamientos a evaluar .....	20
Diseño experimental y distribución en el campo .....	22
Análisis de suelo al final del cultivo .....	23
Registro de las condiciones ambientales .....	24
Variables de Respuesta .....	24
Tiempo a ocurrencia de etapas fenológicas .....	24
Variables morfológicas .....	24
Rendimiento de fruto y componentes del rendimiento .....	25
Análisis de variables de respuesta .....	25
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>26</b>
Elementos del clima y fenología .....	26
Altura de la planta .....	27
Diámetro del tallo .....	28
Número de hojas .....	30
Rendimiento de frutos frescos .....	32
Número de frutos .....	33
Peso promedio de frutos .....	34
Longitud y diámetro de frutos .....	35
Análisis de rentabilidad económica .....	37
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>41</b>
<b>LITERATURA CITADA .....</b>	<b>42</b>

**APÉNDICE ..... 45**

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Pag.</b>
<b>1</b>	Clasificación taxonómica de la calabaza Grey Zucchini .....	<b>5</b>
<b>2</b>	Características físico químicas del suelo experimental .....	<b>17</b>
<b>3</b>	Descripción de los tratamientos de fertilización, fuentes utilizadas y cantidad por planta .....	<b>21</b>
<b>4</b>	Costos de producción y rentabilidad del cultivo de calabaza Grey Zucchini .....	<b>38</b>
<b>5</b>	Características físico-químicas del suelo después de la aplicación de los tratamientos .....	<b>40</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Pag.</b>
<b>1</b>	a) Roca natural de zeolita, b) Zeolita molida a un tamaño de partícula de 3 mm y c) Zeolita molida a 0.50 mm. ....	<b>10</b>
<b>2</b>	Estructura química de la zeolita .....	<b>11</b>
<b>3</b>	Ubicación del sitio experimental en la Facultad de Ciencias Agropecuarias .....	<b>14</b>
<b>4</b>	Obtención de muestra de suelo previo a la siembra .....	<b>16</b>
<b>5</b>	Aplicación de riego por goteo en el cultivo de calabaza Grey Zucchini .....	<b>18</b>
<b>6</b>	Planta infectada con el virus tristeza del pepino .....	<b>19</b>
<b>7</b>	Mezclas de fertilizantes para la primera fertilización .....	<b>21</b>
<b>8</b>	Distribución de los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar .....	<b>22</b>
<b>9</b>	Cultivo en campo .....	<b>23</b>
<b>10</b>	Análisis de suelo de la parcela experimental .....	<b>23</b>
<b>11</b>	Distribución de la temperatura máxima y mínima (media decenal) durante el desarrollo del cultivo de calabaza Grey Zucchini. S = siembra, E = emergencia, FL = floración, PC = primer corte de frutos y UC = último corte de frutos .....	<b>26</b>
<b>12</b>	Dinámica de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini en función de la aplicación de zeolita y fertilizante químico .....	<b>27</b>
<b>13</b>	Altura de las plantas de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error .....	<b>28</b>

<b>14</b>	Dinámica del diámetro del tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini en función de la aplicación de zeolita y fertilizante químico .....	<b>29</b>
<b>15</b>	Diámetro del tallo de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error .....	<b>30</b>
<b>16</b>	Dinámica de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini en función de la aplicación de zeolita y fertilizante químico .....	<b>31</b>
<b>17</b>	Producción de hojas de las plantas de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error .....	<b>32</b>
<b>18</b>	Rendimiento de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error .....	<b>33</b>
<b>19</b>	Número de frutos por planta de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error .....	<b>34</b>
<b>20</b>	Peso promedio de frutos de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error .....	<b>35</b>
<b>21</b>	Longitud de frutos de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error .....	<b>36</b>

**22** Diámetro de frutos de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error

.....

**37**

## ÍNDICE DE CUADROS DE APÉNDICE

<b>Cuadro</b>		<b>Pag.</b>
<b>1 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 23 días después de la siembra .....	<b>45</b>
<b>2 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 31 días después de la siembra .....	<b>45</b>
<b>3 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 39 días después de la siembra .....	<b>45</b>
<b>4 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 45 días después de la siembra .....	<b>46</b>
<b>5 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 51 días después de la siembra .....	<b>46</b>
<b>6 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 58 días después de la siembra .....	<b>46</b>
<b>7 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 69 días después de la siembra .....	<b>47</b>
<b>8 A</b>	Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra .....	<b>47</b>
<b>9 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 23 días después de la siembra .....	<b>47</b>
<b>10 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 31 días después de la siembra.....	<b>48</b>
<b>11 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 39 días después de la siembra .....	<b>48</b>
<b>12 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 45 días después de la siembra .....	<b>48</b>
<b>13 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 51 días después de la siembra.....	<b>49</b>
<b>14 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 58 días después de la siembra .....	<b>49</b>

<b>15 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 69 días después de la siembra .....	<b>49</b>
<b>16 A</b>	Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra .....	<b>50</b>
<b>17 A</b>	Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 23 días después de la siembra .....	<b>50</b>
<b>18 A</b>	Análisis de varianza de número hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 31 días después de la siembra .....	<b>50</b>
<b>19 A</b>	Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 39 días después de la siembra .....	<b>51</b>
<b>20 A</b>	Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 45 días después de la siembra .....	<b>51</b>
<b>21 A</b>	Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 51 días después de la siembra .....	<b>51</b>
<b>22 A</b>	Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 58 días después de la siembra .....	<b>52</b>
<b>23 A</b>	Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 69 días después de la siembra .....	<b>52</b>
<b>24 A</b>	Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra .....	<b>52</b>
<b>25 A</b>	Análisis de varianza de rendimiento de fruto por mata de calabaza Grey Zucchini .....	<b>53</b>
<b>26 A</b>	Análisis de varianza de número de frutos por mata de calabaza Grey Zucchini .....	<b>53</b>
<b>27 A</b>	Análisis de varianza de peso promedio de los frutos por mata de calabaza Grey Zucchini .....	<b>53</b>
<b>28 A</b>	Análisis de varianza de la longitud del fruto por mata de calabaza Grey Zucchini .....	<b>54</b>
<b>29 A</b>	Análisis de varianza del diámetro del fruto por mata de calabaza Grey Zucchini .....	<b>54</b>

<b>30 A</b>	Análisis de variabilidad y prueba complementaria de la altura de las plantas de calabaza Grey Zucchini durante el cultivo en función a los tratamientos .....	<b>55</b>
<b>31 A</b>	Análisis de variabilidad y prueba complementaria del diámetro del tallo de las plantas de calabaza Grey Zucchini durante el cultivo en función a los tratamientos .....	<b>56</b>
<b>32 A</b>	Análisis de variabilidad y prueba complementaria del número de hojas de las plantas de calabaza Grey Zucchini durante el cultivo en función a los tratamientos .....	<b>57</b>

## RESUMEN

La calabaza Grey Zucchini (*Cucurbita pepo*) se consume principalmente como fruto en fresco (tiernos) y es considerada en la canasta básica, debido a su alto contenido en vitaminas (C, E, B<sub>1</sub>, B y β-caroteno) y minerales (K, Ca, Fe, Zn, Mn, Mg, P, B, Cu y N). Para su producción se aplican grandes cantidades de fertilizantes químicos que representan alrededor del 50 % de los costos totales de producción, además presentan baja eficiencia. En este sentido, la zeolita (clinoptilolita) al reducir la lixiviación y volatilización de elementos, podría aumentar la eficiencia de los fertilizantes y reducir los costos de producción. Por lo que bajo condiciones de riego se sembró calabacita Grey Zucchini el 19 de diciembre de 2017 con el objetivo de determinar el efecto de la mezcla de distintos porcentajes de zeolita (*clinoptilolita*) con fertilizantes químicos sobre la respuesta productiva y rentabilidad económica. Se evaluaron cinco tratamientos, que fueron: 100 % de la dosis de fertilizante químico (100FQ), 100 % zeolita (100Z, equivalente al peso que representó el 100 % de la dosis de FQ), 25 % zeolita + 75 % FQ (25Z + 75FQ), 50 % zeolita + 50 % FQ (50Z + 50FQ), 75 % zeolita + 25 % FQ (75Z + 25FQ), más un testigo sin aplicación. Se encontró que la aplicación de 25Z + 75FQ generó la mayor producción de fruto fresco por incremento en el número de frutos por planta, con este tratamiento también se logró la más alta rentabilidad. La aplicación de zeolita (clinoptilolita) neutralizó el pH e incrementó la capacidad de intercambio catiónico. Por lo que la aplicación de zeolita como complemento de la fertilización química es una opción recomendable para reducir la dosis de fertilizante químico, aumentar el rendimiento y la rentabilidad económica de este cultivo.

**Palabras clave:** características físicas y químicas, costos de producción, rendimiento de fruto fresco.

## ABSTRACT

The pumpkin Gray Zucchini (*Cucurbita pepo*) is consumed mainly as fresh fruit (tender) and is considered in the basic basket, due to its high content of vitamins (C, E, B1, B and  $\beta$ -carotene) and minerals (K, Ca, Fe, Zn, Mn, Mg, P, B, Cu and N). For its production, large amounts of chemical fertilizers are applied, which represent around 50 % of the total production costs, and also have low efficiency. In this sense, zeolite (clinoptilolite) by reducing the leaching and volatilization of elements, could increase the efficiency of fertilizers and reduce production costs. So under irrigation conditions was planted Gray Zucchini on December 19, 2017 with the aim of determining the effect of mixing different percentages of zeolite (clinoptilolite) with chemical fertilizers on the productive response and economic profitability. Five treatments were evaluated, which were: 100 % of the dose of chemical fertilizer (100FQ), 100 % zeolite (100Z, equivalent to the weight that represented 100 % of the CF dose), 25 % zeolite + 75 % FQ (25Z) + 75FQ), 50 % zeolite + 50 % FQ (50Z + 50FQ), 75% zeolite + 25 % FQ (75Z + 25QF), plus a control without application. It was found that the application of 25Z + 75FQ generated the highest production of fresh fruit by increasing the number of fruits per plant, with this treatment the highest profitability was also achieved. The application of zeolite (clinoptilolite) neutralized the pH and increased the capacity of cation exchange. So the application of zeolite as an adjunct to chemical fertilization is a recommended option to reduce the dose of chemical fertilizer, increase the yield and economic profitability of this crop.

Keywords: physical and chemical characteristics, production costs, fresh fruit yield.

## INTRODUCCIÓN

La calabaza Grey Zucchini (*Cucurbita pepo*) es una planta cuyo uso principal es el consumo del fruto en tiernos, fresco y maduro. Las semillas son las partes que más comúnmente se emplean para fines alimentarios, mientras que las flores (generalmente las estilizadas o masculinas) y partes tiernas de los tallos se utilizan en menor escala como verdura (Lira, 1996). La calabacita es considerada en la canasta básica debido a su alto contenido en vitaminas (C, E, B<sub>1</sub>, B y  $\beta$ -caroteno) y minerales (K, Ca, Fe, Zn, Mn, Mg, P, B, Cu y N) (Danilchenko *et al.*, 2001).

La mayoría de las calabazas del género *Cucurbita* que se consumen en el mundo tienen su origen en especies que fueron domesticadas en México, ya que la calabaza es la primera planta cultivada en Mesoamérica, hace 10,000 años; desde entonces forma parte fundamental de la dieta mexicana (Financiera rural, 2011).

De los distintos tipos de calabaza que se producen en México, la variedad más cultiva es la Grey Zucchini, que se caracteriza por ser precoz, ya que su ciclo de producción inicia a partir de los 50 días después de la siembra. Se comercializa principalmente en fresco debido a la escasa relación con la agroindustria.

En el año 2016 la mayor superficie sembrada con calabaza Grey Zucchini se situó en Sonora (6,694 ha), seguido por Puebla (4,635.4 ha), Hidalgo (2,150.5 ha). El estado de Michoacán ocupó el cuarto sitio con 1,991 ha, con una producción total de 40,869.7 t, por lo que el rendimiento medio fue de 12.2 t ha<sup>-1</sup>.

En Michoacán el municipio de Zamora ocupa el primer lugar en producción de este cultivo con 6,071.50 t, el rendimiento medio fue de 28.4 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2018).

En la producción de hortalizas actualmente el 50 % de los costos corresponden a los fertilizantes químicos, en donde los fertilizantes nitrogenados representan el 60 % de los costos (Obregón *et al.*, 2015).

Los fertilizantes solubles, sobre todo los nitrogenados, al aplicarse en forma excesiva contaminan los suelos, principalmente a los de textura arenosa. Además, se aumenta la lixiviación como nitratos (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) y volatilización en forma de amoníaco (NH<sub>3</sub>), lo que provoca baja eficiencia de aprovechamiento, principalmente en los suelos tropicales. En promedio, los fertilizantes nitrogenados presentan una eficiencia

del 50 %, los fosfatados de 10 % y los potásicos de 30 % (Sanjuán y Moreno, 2010). La fuente de nitrógeno (N) que más se utiliza es la urea, en todos los casos su eficiencia es menor al 50 %. En este sentido, la zeolita (clinoptilolita) al ser aplicado a los cultivos agrícolas, favorece el intercambio de iones sin modificar la estructura anatómica del suelo (Obregón *et al.*, 2015).

El uso de este mineral reduce la pérdida por lixiviación y volatilización de elementos nutritivos, mejora la estructura coloidal y disminuye los costos de producción. Por lo que la zeolita podría ser una opción como complemento de la fertilización química. Sin embargo, no se cuenta con una dosis específica en el cultivo de calabaza Grey Zucchini para aumentar su rentabilidad económica y reducir el uso de insumos químicos.

## **HIPÓTESIS**

La aplicación de la zeolita (*clinoptilolita*) incrementa el rendimiento agronómico, calidad de la producción en el cultivo de calabaza Grey Zucchini y modifica las características físicas y químicas del suelo.

La aplicación de zeolita (clinoptilolita), como complemento de la fertilización química permite reducir los costos de producción del cultivo de calabaza Grey Zucchini.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Determinar el efecto de la mezcla de distintos porcentajes de zeolita (*clinoptilolita*) con fertilizantes químicos sobre la respuesta productiva y rentabilidad económica de calabaza Grey Zucchini.

### **Objetivos específicos**

Determinar las modificaciones sobre las etapas fenológicas de la calabaza Grey Zucchini a causa de la aplicación de zeolita como complemento de la fertilización.

Determinar el tratamiento que genere el mayor rendimiento de fruto en fresco y ganancia económica en este cultivo.

Evaluar el efecto de la aplicación de zeolita en el cultivo de calabacita sobre las características físicos y químicas del suelo.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen y taxonomía

#### Origen

La mayoría de las calabazas del género *Cucurbita* que se consumen en el mundo tienen su origen en especies que fueron domesticadas en México. La calabaza es la primera planta cultivada en Mesoamérica hace 10,000 años, y desde entonces es fundamental dentro de la dieta mexicana. En la época prehispánica la calabaza fue apreciada sobre todo por sus semillas o pepitas, pues representan una fuente de proteínas y son susceptibles de almacenarse por periodos prolongados de tiempo sin sufrir deterioro (Financiera rural, 2011).

#### Taxonomía

De acuerdo con Jiménez (2011), la clasificación taxonómica de la calabaza es la siguiente (Cuadro 1):

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica de la calabaza Grey Zucchini.**

---

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
<b>División</b>	<b>Magnoliophyta</b>
<b>Clase</b>	<b>Magnoliopsida</b>
<b>Orden</b>	<b>Violales</b>
<b>Familia</b>	<b>Cucurbitaceae</b>
<b>Género</b>	<b><i>Cucurbita</i></b>
<b>Especie</b>	<b><i>pepo</i></b>
<b>Nombre común</b>	<b>Calabacita</b>

---

## Morfología

### Tipo de planta

Las calabazas son plantas anuales, herbáceas y más o menos trepadoras. Botánicamente se distinguen tres especies debido a su forma:

*Cucurbita máxima* o criolla. Especie relativamente grande y globosa de 30 a 40 cm de diámetro con longitudes desde 15 a 20 cm, de corteza firme y rígida.

*Cucurbita moschata*, calabaza cidra o cabello de ángel. Produce frutos de grandes longitudes que van desde 40 a 50 cm de largo, con un diámetro aproximado de 10 a 15 cm, de corteza firme y rígida; este fruto presenta una apariencia curveada.

*Cucurbita pepo* o calabacín. En comparación a las dos especies anteriores esta presenta frutos pequeños con un diámetro aproximado de 5 a 6 cm y con longitudes desde 15 a 18 cm, de forma cilíndrica, su consumo principal es en fresco debido a que su corteza es muy suave (Japón, 1981).

### Tallo

El tallo tiene un crecimiento en forma sinuosa, no erecto, que alcanza gran desarrollo: hasta 1 m de longitud. Es áspero al tacto, cilíndrico, de superficie pelosa, grueso, consistente, con entrenudos cortos de donde parten hojas, flores, frutos y numerosos zarcillos de 10 a 20 cm de longitud, delgados y que nacen junto al pedúnculo del fruto (Reche, 1997).

### Hoja

La calabaza Grey Zucchini tiene hojas grandes, sostenidas por fuertes y alargados peciolo; éstos parten directamente del tallo, que se alternan de forma helicoidal. El limbo de la hoja es grande, hasta 50 cm de ancho y largo (Reche, 1997).

## **Raíz**

Presenta una raíz principal de la que salen las secundarias. El desarrollo radical en los terrenos arenosos alcanza entre 25 y 30 cm de profundidad. En terrenos desnudos y cultivos no protegidos, el desarrollo del sistema radical es más profundo de 50 y 80 cm (Reche, 1997).

## **Flor**

La calabaza Grey Zucchini tiene flores grandes, solitarias, vistosas, axilares, de color amarillo, acampanadas y con un largo pedúnculo. Éstas pueden ser masculinas y femeninas, también conocidas como estamizadas y pistiladas, respectivamente.

Los dos sexos coexisten en una misma planta monoica, pero en flores distintas. La apertura de las flores tiene lugar por las mañanas, son de polinización entomófila (abejas principalmente) o polinización cruzada (Reche, 1997).

## **Fruto**

Es una baya carnosa y voluminosa; sin cavidad central, de color generalmente verde, alargado, procedente de un ovario ínfero y sincárpico. Los frutos nacen de las axilas de las hojas y están unidos a un pedúnculo grueso y corto (Reche, 1997).

## **Semillas**

Son de color blanco amarillento, ovales, alargadas, puntiagudas en su extremidad, con un surco longitudinal paralelo al borde exterior, de 1.5 cm de largas, 0.6-0.7 cm de anchas y de 0.1-0.2 cm de gruesas, con superficie lisa (Reche, 1997).

## **Requerimientos ambientales**

### **Temperatura**

El cultivo de la calabaza Grey Zucchini está extendido a gran diversidad de zonas con climas templados o cálidos, al igual que otras cucurbitáceas. Es sensible a las heladas.

Durante la época de siembra, los suelos donde se establecerá el cultivo necesitan alcanzar temperaturas de 20 a 25 °C, lo que ocasiona que la semilla pueda germinar en el transcurso de 2 a 5 días. Por debajo de estas temperaturas se dificulta la germinación.

La temperatura óptima para el adecuado desarrollo vegetativo de la planta está entre los 25 y 30 °C. En cuanto a la floración, la temperatura óptima oscila alrededor de los 20 °C durante la noche, y los 25 °C durante el día. Por debajo de 10 °C, se produce caída de flores (Reche, 1997).

### **Riego**

Son plantas exigentes en humedad. En las primeras fases de desarrollo no es conveniente exceso de agua en el suelo, a fin de que la planta enraíce bien. Cuando fructifican son exigentes en humedad, por lo que necesita aportaciones frecuentes de agua. Los encharcamientos le son perjudiciales.

A partir del inicio de la recolección, los riegos pueden incrementarse en número y en volumen de agua, como consecuencia de la climatología. Así mismo, es necesario disminuirlos en épocas frías de otoño-invierno. El consumo por hectárea dependerá en primer lugar del marco de siembra, época del año y sistema de riego en cultivos con riego (Reche, 1997).

## **Suelo**

Es una planta poco exigente en suelo y admite prácticamente toda clase de terrenos. No obstante, los más idóneos para su cultivo son los suelos ricos en materia orgánica, francos y profundos (Lira, 1996). Expuestos al sol, con buen drenaje y ricos en elementos esenciales. Se adapta igualmente a terrenos con valores de pH entre 5 y 7, pero prefiere suelos ligeramente ácidos (Reche, 1997).

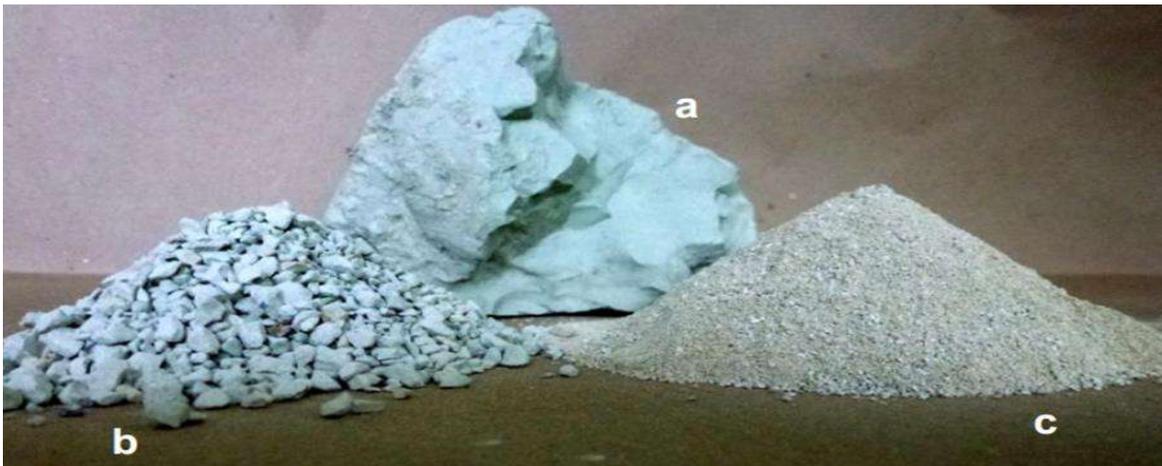
## **Fertilización**

En cuanto a la fertilización química para este cultivo, Méndez *et al.* (2010), encontraron que la mejor dosis de fertilización química es 200-150-100. Sedano *et al.* (2011), indican que para lograr máximos rendimientos y calidad es necesario aplicar la dosis 330-150-00. Mientras que Días *et al.* (2016), recomiendan aplicar 120-90-00, aunque señalan que la dosis puede variar de acuerdo al tipo de suelo.

## Uso de la zeolita en la nutrición de las plantas

Las zeolitas fueron reconocidas como un grupo mineral por el geólogo sueco A. F. Cronstedt en 1756. Su nombre deriva de las palabras griegas *zeo* (que hierve) y *lithos* (piedra) que significa “piedra que hierve” (Paredes *et al.*, 2013).

En 1972 se descubrió en México el primer depósito de zeolitas sedimentarias (clinoptilolita y mordenita) en el valle del río Atoyac, a 15 km al noroeste de la ciudad de Oaxaca. Posteriormente se descubrieron depósitos de clinoptilolita en los estados de Chihuahua, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Sinaloa, Sonora, Tlaxcala y Veracruz, en los que actualmente se explota y comercializa este mineral en gránulos gruesos y finos (Vásquez *et al.*, 2014) (Figura 1).



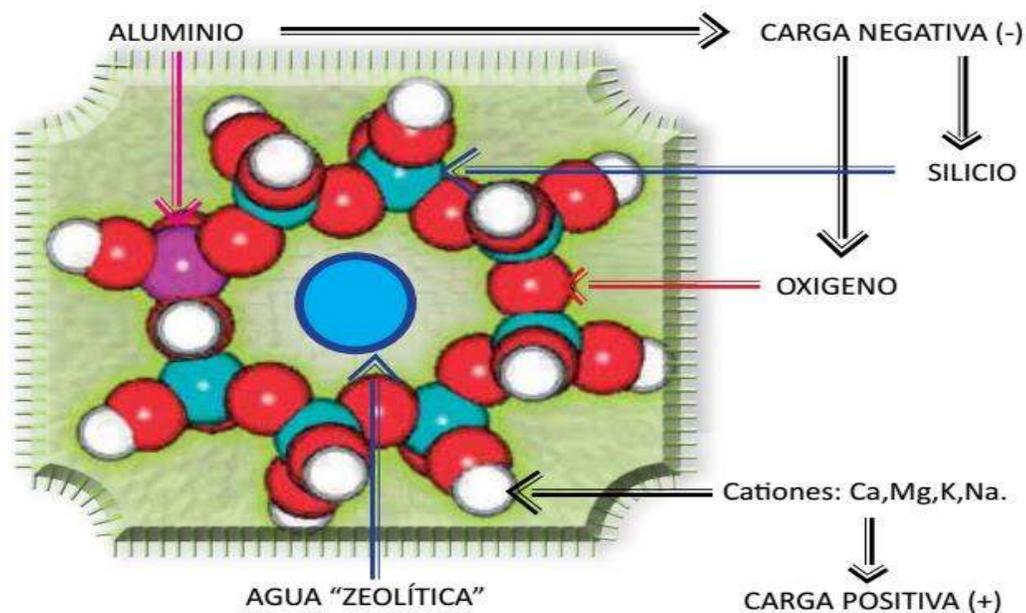
**Figura 1. a) Roca natural de zeolita, b) Zeolita molida a un tamaño de partícula de 3 mm y c) Zeolita molida a 0.50 mm.**

En 1995 en México se comenzó a usar como mejorador de fertilizantes químicos en el Campo Experimental Cotaxtla-INIFAP, en Veracruz.

La zeolita es un mineral natural de origen volcánico con composición química semejante a la arena, pero con diferente estructura cristalina. Está formada por silicio en forma de silicato combinado con átomos de oxígeno y aluminio en una estructura

crystalina tridimensional rígida, que deja pequeñas cavidades interconectadas llamadas microporos, por lo que se comporta como una esponja capaz de retener agua. Una alta capacidad de intercambio catiónico (120 a 200 Cmol (+) kg<sup>-1</sup>) y afinidad por el NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Se ha utilizado con éxito en la reducción del tránsito de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> hacia la zona saturada en suelos arenosos. También para que el nitrógeno amoniacal, potasio, calcio y magnesio puedan ser liberados a las plantas de manera lenta y gradual (Vásquez *et al.*, 2014; Obregón *et al.*, 2015).

La zeolita está integrada por una red tridimensional surcada por una trama interna de poros y cavidades, y por dos unidades: la primaria y la secundaria, esta última es la más simple y consiste de un tetraedro de cuatro iones de oxígeno que rodean un ion central de sílice (Si) o aluminio (Al) (Figura 2). La unidad primaria se enlaza entre sí para formar una estructura tridimensional en la que los iones de oxígeno que están en los vértices del tetraedro se comparten con otro tetraedro (Paredes *et al.*, 2013).



**Figura 2. Estructura química de la zeolita.**

En la agricultura la zeolita se ha implementado como una herramienta por sus características físico-químicas. Se utiliza de forma granulada o molida; sea hecho

participe en la fertilización de cultivos como maíz (*Zea mays* L.), fresa (*Fragaria x ananassa* Duch), chile (*Capsicum spp*), tomate (*Physalis philadelphica* Lam.), etc. en los cuales además de mejorar la respuesta productiva también ha brindado grandes mejorías en el perfil del suelo y reduce el uso de fertilizantes químicos (Paredes *et al.*, 2013).

Existen algunos estudios sobre la aplicación de la zeolita en diversas áreas de las ciencias y particularmente su uso en la agricultura.

En el cultivo de *Raphanus sativus* la aplicación de zeolita provocó el aumento en el rendimiento en suelos con alta y baja salinidad. En suelo salino aumentó el crecimiento y el peso de las plantas, por la reducción en la absorción de sales. En suelo con poca salinidad se mejoró la capacidad de drenaje y se incrementó la eficiencia en el uso de los fertilizantes nitrogenados y potásicos, lo cual permite reducir la dosis de fertilización química (Noori *et al.*, 2007).

Méndez y Soca (2017) señalan que la producción del plátano puede afectarse por las carencias nutricionales, principalmente del nitrógeno y del potasio en los suelos. Por lo que en las variedades de plátano Dominico y Dominico-Hartón evaluaron la aplicación de zeolita; encontraron la mejor respuesta productiva con el suministro de 25 % de zeolita en relación a la fertilización química. Con este tratamiento se aumenta la eficiencia del fertilizante químico, lo que conlleva a la disminución de los costos de la fertilización, con el consecuente incremento en la productividad del cultivo. Esta tecnología representa una inversión que asegura la sostenibilidad de la actividad platanera.

González *et al.* (2012) en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo condiciones de riego y suelo regosol de textura media y pH alcalino, encontraron que la aplicación de zeolita en polvo presenta mejor respuesta en el rendimiento agronómico en comparación con la zeolita granulada. Por lo que recomiendan suministrar 600 kg ha<sup>-1</sup> de clinoptilonita en polvo a la fórmula de fertilización química.

De la Torre *et al.* (2000), encontraron que el suministro de 50 t ha<sup>-1</sup> de clinoptilolita enriquecida previamente con nitrógeno, fósforo y potasio en un suelo arenoso permeable sembrado con fresa, favorece la retención del agua, la cual sirve de vehículo para el transporte de los nutrimentos en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, prolonga el tiempo en que éstos pueden ser aprovechados por las plantas y reducen la filtración de nitratos hasta los acuíferos.

Arredondo *et al.* (2000), señalan que el éxito o fracaso del uso de clinoptilolita como mejorador del suelo depende del tipo del catión predominante y su concentración, debido a que altos niveles de sodio son tóxicos para los cultivos. También es importante considerar la textura del suelo, ya que se ha visto baja o nula respuesta en terrenos de textura media a fina debido a que gran parte de su superficie específica lo constituyen arcillas que lo dotan de alta capacidad de intercambio catiónico y compiten con la zeolita en el proceso de intercambio de cationes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción del sitio de estudio

El trabajo experimental se desarrolló en el campo experimental en la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), que se ubica en el municipio Apatzingán de la Constitución del estado de Michoacán de Ocampo, en las coordenadas 19° 05' 00" de LN y 102° 22' 17" de LO y 314 m de altitud (Figura 3) (García, 2004).



**Figura 3. Ubicación del sitio experimental en la Facultad de Ciencias Agropecuarias.**

Apatzingán limita al norte con el pico de Tancítaro, al este con Parácuaro y Nueva Italia, al sur con Tumbiscatío y al oeste con Aguililla y Buenavista. Posee una superficie de 1,656.67 km<sup>2</sup> que representa el 2.81% de la superficie del estado. Su distancia a la capital del estado es de 200 km.

### **Características climáticas del área**

Según el sistema de clasificación climática Köppen, modificado por García (2004) para la República Mexicana, presenta un clima BS<sub>1</sub>(h')w(w)(i')g correspondiente al grupo de climas secos; el más seco de los BS, con un coeficiente P/T > 22.9; muy cálido. Con temperatura anual > 22 °C; la del mes más frío > 18 °C; régimen de lluvias en verano: por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad del año que en el más seco, con porcentaje de lluvia invernal > 5 de la anual, con poca oscilación. Con marcha de la temperatura tipo Ganges, esto es, el mes más caliente se presenta antes del solsticio de verano y de la temporada lluviosa (Álvarez, 2004).

### **Vegetación del área**

El tipo de vegetación que rodea al área de estudio está relacionado a los tipos vegetativos primarios de la selva baja caducifolia, etapas secundarias de sucesión natural (diferentes grados de regeneración después de eliminada), de porte arbustivo de 4 a 8 m de altura y arbóreo de 8 a 12 m de altura en áreas más altas, pequeñas extensiones de bosques encino y pino.

En los tipos vegetativos de selva baja se puede encontrar en mayor o menor producción de humedad las siguientes especies: Cueramo (*Cordia eleagnoides* Stadell), Tepemesquite (*Lysiloma divaricata* Jacq McBride), Tepehuaje (*L. Acapulcenses* Kunt Benth), Cuajote (*Bursera spp*), Guacima o Cablote (*Guazuma umifolia*), Brasil (*Haematoxilon brasiletto* Karst), Nanche (*Byrsonima crassifolia*) (Andrés *et al.*, 1994).

## **Descripción del genotipo de la calabaza Grey Zucchini**

Se utilizó semilla de Calabaza Grey Zucchini F1 proveniente de Estados Unidos de América, importadas por Semillas Shamrock International S.A. de C.V. Calabaza tipo Grey Zucchini F1 de polinización abierta con frutos color verde grisáceo, rectos y de tamaños uniformes. Son planta de porte abierto, vigorosa, de alto potencial de rendimiento y precoz. La calidad de frutos es ideal para comercializar en el mercado nacional.

## **Características físico químicas del suelo previo a la siembra**

Previo a la siembra, se realizó un muestreo del suelo experimental con profundidad de 0-30 cm, para determinar las propiedades físicas y químicas (Figura 4).

Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Análisis de Suelos del Valle de Apatzingán. En el Cuadro 2, se presentan los resultados de las características físico-químicas de suelo del suelo.



**Figura 4. Obtención de muestra de suelo previo a la siembra.**

**Cuadro 2. Características físico-químicas del suelo experimental.**

VARIABLES EVALUADAS	UNIDAD	RESULTADO
pH Suelo	-	7.94
Materia Orgánica	%	3.49
Nitrógeno(NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	mg kg <sup>-1</sup>	6.44
Fósforo (P)	mg kg <sup>-1</sup>	27.8
Potasio (K)	mg kg <sup>-1</sup>	1320
Calcio (Ca)	mg kg <sup>-1</sup>	7454
Magnesio (Mg)	mg kg <sup>-1</sup>	2125
Hierro (Fe)	mg kg <sup>-1</sup>	2.72
Cobre (Cu)	mg kg <sup>-1</sup>	0.39
Zinc (Zn)	mg kg <sup>-1</sup>	0.22
Manganeso (Mn)	mg kg <sup>-1</sup>	6.46
Boro (B)	mg kg <sup>-1</sup>	0.98
C. I. C.	Cmol kg <sup>-1</sup>	56
Densidad Aparente	t m <sup>-3</sup>	0.96
Sodio (Na)	mg kg <sup>-1</sup>	115.0

### **Preparación del terreno y siembra**

La preparación del suelo consistió en un barbecho a 30 cm de profundidad, con paso de rastra para romper terrones, hasta dejar una textura acolchonada polvosa. Se realizó el surcado a distancias entre surcos de 80 cm. En el cultivo se estableció un sistema de riego por goteo.

Previo a la siembra se realizó un riego pesado, después de 24 hrs de forma directa sobre el lomo del surco se colocaron dos semillas por golpe (mata) a una profundidad de 1 cm, la distancia entre matas fue de 1 m y entre surcos de 0.8 m; esto generó una densidad de población de 25,000 plantas por hectárea.

## Manejo del cultivo

Las labores del manejo del cultivo se desarrollaron bajo las especificaciones del paquete tecnológico establecido por Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP).

### Riegos

El suministro de agua se realizó a través de un sistema de riego por goteo. En la etapa de la pre-siembra, se efectuaron riegos pesados. Después de la siembra se regó cada dos días una hora en las mañanas, hasta la emergencia de la planta.

Después de la emergencia de la plántula se realizaron riegos cada tercer día, con periodos de riego de dos horas en las mañanas. Considerando las altas temperaturas del valle de Apatzingán los riegos se mantuvieron de esta forma hasta que concluyó el ciclo vegetativo de la calabaza Grey Zucchini (Figura 5).



**Figura 5. Aplicación de riegos por goteo en el cultivo de calabaza Grey Zucchini.**

## **Control de plagas y enfermedades**

El cultivo de la calabaza Grey Zucchini es susceptible a gran cantidad de plagas y enfermedades de importancia económica, por lo que fue necesario realizar aplicaciones preventivas semanales del insecticida Imidacloprit (Confidor).

En el trascurso del cultivo se manifestaron algunas plagas y enfermedades que afectaron el desarrollo, la primera que se presentó fue la mosca blanca (*Aleyrodidae*), que se controló con aplicaciones de la mezcla: Sivanto (Flupyradifurone) 2.5 mL más Exalt (Spinetoram) 5 mL L<sup>-1</sup>. También se encontraron pulgones (*Aphididae*) en el envés de algunas plantas, por lo que se suministraron al cultivo Engeo (Thiametoxam 12.62 % + lambda cralotrina 9.49 %) a la dosis de 1 mL L<sup>-1</sup>.

Debido a la incidencia de la mosca blanca (*Aleyrodidae*), la planta fue afectada con el virus de tristeza de pepino, caracterizado por enrollamiento y malformaciones en hojas, punteaduras amarillas y crecimiento raquítico. El virus afectó el 42 % de la población (Figura 6).



**Figura 6. Planta infectada con el virus tristeza del pepino.**

En el periodo de floración se identificaron daños por minador (*Liriomyza sp.*), para ello se hizo una aplicación de Tega (Trifloxytrobin), a razón de 1 mL L<sup>-1</sup> de agua.

En el cultivo también tuvo lugar el desarrollo enfermedades como Cenicilla polvorienta (*Oidium ssp*), su control fue a base de Folpan 80 WDG (Folpet 80 %) a una dosis de 2.6 g L<sup>-1</sup> de agua.

En la etapa de fructificación se encontraron daños causados por barrenador (*Diaphania sp.*) en los frutos, para el control de esta plaga se utilizó Clorantraniliprol (Rynaxypyr) a una concentración de 1 mL L<sup>-1</sup> de agua.

### **Fertilización química**

La dosis de fertilización química utilizada en el presente estudio fue la recomendada por Díaz *et al.* (2016). Esta fue de 120-90-00 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, respectivamente. Las fuentes utilizadas fueron: urea (46% N), Fosfato diamónico (DAP, 18%N + 46%P). La fertilización se dividió en dos aplicaciones, la primera después de la emergencia con la mitad de N y todo el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y la segunda con el resto de N al inicio de la fructificación (Cuadro 3).

También se realizaron aplicaciones foliares de elementos menores. Para lo cual, se utilizó Verdeabon 20-30-10 más elementos menores y Bayfolan forte 11-08-6 más elementos menores.

### **Tratamientos a evaluar**

Se evaluaron cinco tratamientos, que fueron 100 % de la dosis de fertilizante químico (100FQ), 100 % zeolita (100Z, equivalente al peso del FQ aplicado al 100 %), 25 % zeolita + 75 % FQ (25Z + 75FQ), 50 % zeolita + 50 % FQ (50Z + 50FQ), 75 % zeolita + 25 % FQ (75Z + 25QF), más un testigo sin aplicación (Cuadro 3). La zeolita (*clinoptilolita*), fue aplicada en la primera fertilización (Figura 7).



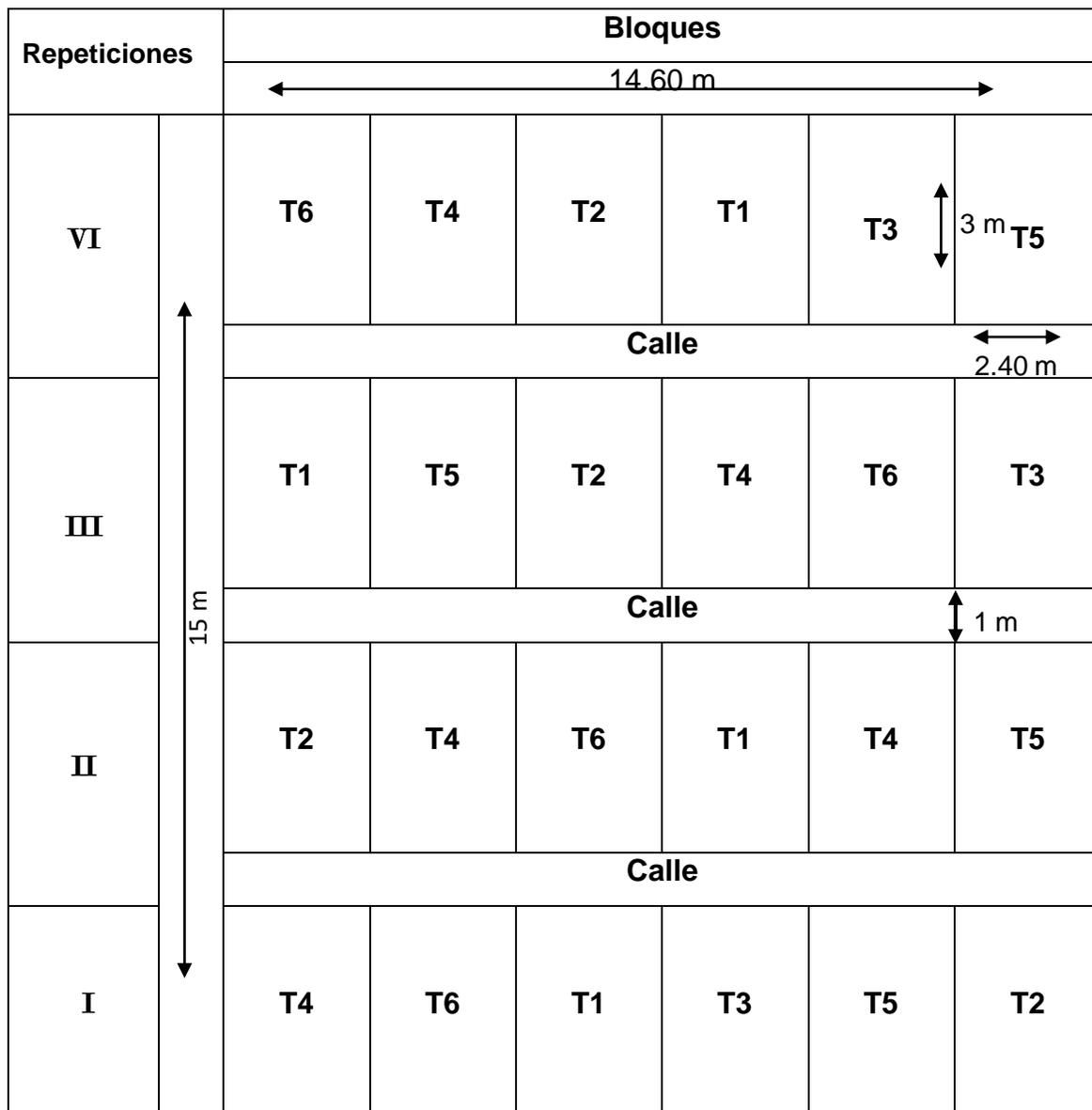
**Figura 7. Mezclas de fertilizantes para la primera fertilización.**

**Cuadro 3. Descripción de los tratamientos de fertilización, fuentes utilizadas y cantidad por planta.**

Tratamientos	Fertilizantes	Fertilización # 1 (g/planta)	Fertilización # 2 (g/planta)
100% FQ	Urea.	2.44	5.6
	D.A.P.	8.08	-
	Zeolita	-	-
100% Zeolita	Urea.	-	-
	D.A.P.	-	-
	Zeolita	16.2	-
25% Zeolita + 75% FQ	Urea.	1.8	4.2
	D.A.P.	6.1	-
	Zeolita	4.03	-
50% Zeolita + 50% FQ	Urea.n	1.22	2.8
	D.A.P.	4.04	-
	Zeolita	8.06	-
75% Zeolita + 25% FQ	Urea.	0.61	1.4
	D.A.P.	2.02	-
	Zeolita	12.09	-
Testigo absoluto	Urea	-	-
	D.A.P.	-	-
	Zeolita	-	-

## Diseño experimental y distribución en el campo

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Por lo que el experimento constó de 24 unidades experimentales, cada unidad experimental, estuvo conformada por tres surcos de 3 m de longitud por 2.40 m de ancho en una superficie 7.2 m. Entre bloques se dejaron calles de 1 m de ancho. En total la superficie para el experimento fue de 219 m<sup>2</sup> (Figuras 8 y 9).



**Figura 8. Distribución de los tratamientos en un diseño de bloques completos al azar.**



**Figura 9. Cultivo en campo.**

### **Análisis de suelo al final del cultivo**

Después de terminar el estudio y con el propósito de conocer las modificaciones del suelo a causa de los tratamientos evaluados, se procedió a realizar el análisis físico-químicos, esto debido a que la zeolita también tiene la función de mejorar el suelo (Figura 10).



**Figura 10. Análisis de suelo de la parcela experimental.**

## **Registro de las condiciones ambientales**

Durante el desarrollo del cultivo se registró la temperatura máxima (32 y 39.4 °C) y mínima (15 y 19.3 °C) y precipitación pluvial diaria (43 mm). Estos datos fueron tomados de la estación agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias.

## **Variables de respuesta**

### **Tiempo a ocurrencia de etapas fenológicas**

Se registró el tiempo a la ocurrencia de las etapas fenológicas: días a emergencia, días a inicio de floración, días a primer corte de fruto y días a último corte de fruto.

### **Variables morfológicas**

Para medir el efecto de los tratamientos sobre el cultivo, en tres plantas del surco central de cada unidad experimental se realizó el registro de variables de respuesta.

A partir de los 23 días después de la siembra y cada siete días se midieron las siguientes variables:

Altura de la planta (cm): Con una regla graduada en cm se midió esta variable desde la base del tallo hasta el ápice.

Diámetro de tallo (cm): aproximadamente a los 2 cm sobre la base del tallo con un vernier se midió esta variable.

Número de hojas: Se contabilizó el número de hojas en las plantas de la parcela útil de cada unidad experimental.

En total se realizaron cinco mediciones de estas variables.

## **Rendimiento de fruto y componentes del rendimiento**

La cosecha de los frutos se realizó cuando estos presentaron un tamaño mínimo de 15 cm de longitud. El primer corte se efectuó a los 48 días después de la siembra y posteriormente se cosecharon conforme fueron llegando al tamaño comercial.

De tres plantas de cada unidad experimental se contabilizaron los frutos cosechados. En cada fruto se midió su longitud y diámetro con un vernier. Fueron pesados en una báscula digital. Con los datos obtenidos se determinó el peso promedio de frutos y considerando la densidad de población se estimó el rendimiento en fresco.

### **Análisis de variables de respuesta**

Las variables de respuesta se sometieron al análisis estadístico usando SAS versión 9.4 (SAS, 2017). A las variables con diferencias significativas se les aplicó la prueba de medias de Tukey al 5 % de probabilidad del error.

Adicionalmente, se realizó un análisis económico para determinar la rentabilidad en los tratamientos, mediante la ecuación:  $IN = YPy - (\sum XiPi + CF)$ ; donde IN: ingreso neto, Y: rendimiento ( $kg\ ha^{-1}$ ), Py: precio por kg,  $\sum XiPi$ : suma de costos variables (fertilizante, jornales para la cosecha, fletes etc.) y CF: costos fijos (preparación del terreno, semilla y jornales para el manejo del cultivo). El precio de venta considerado por kilogramo fue de \$25.00 MXN (Raya *et al.*, 2018).

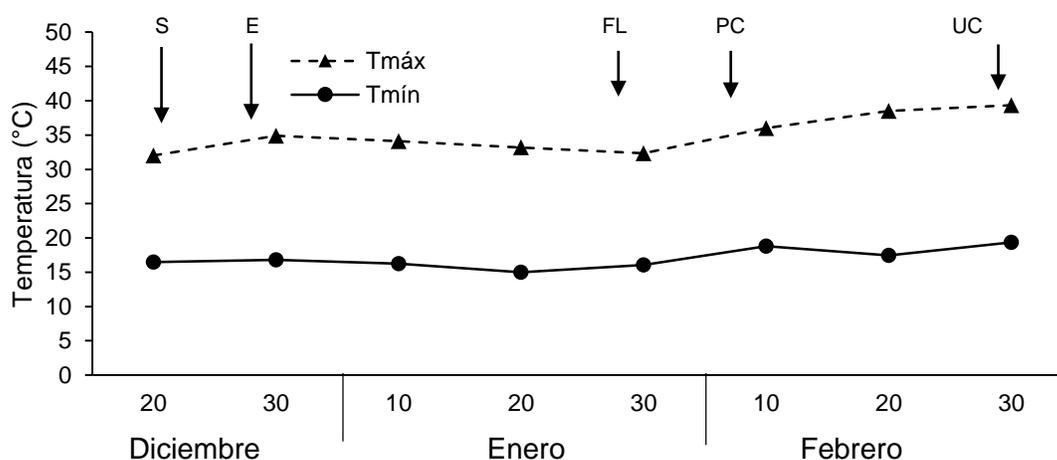
El incremento en altura, diámetro del tallo y número de hojas en función de los días después de la siembra para cada tratamiento fue determinado mediante análisis de regresión con el programa de EXCEL.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Elementos del clima y fenología

En la Figura 11 que presenta las temperaturas máximas y mínimas (media decenal), se observa que, en promedio durante el cultivo, la temperatura máxima osciló entre 32 y 39.4°C y la temperatura mínima entre 15 y 19.3 °C. En general las temperaturas tendieron a incrementarse conforme avanzó el ciclo del cultivo y fueron superiores a las requeridas por este cultivo que, de acuerdo a Maroto, (1989) deben ser entre 18 y 35°; situación que pudo limitar la respuesta productiva de este cultivo. En cuanto a la precipitación pluvial, únicamente se presentaron dos lluvias, una el 25 de enero y la otra el 26 de enero que sumaron 43 mm. Sin embargo, el requerimiento hídrico restante fue proporcionado mediante riego por goteo.

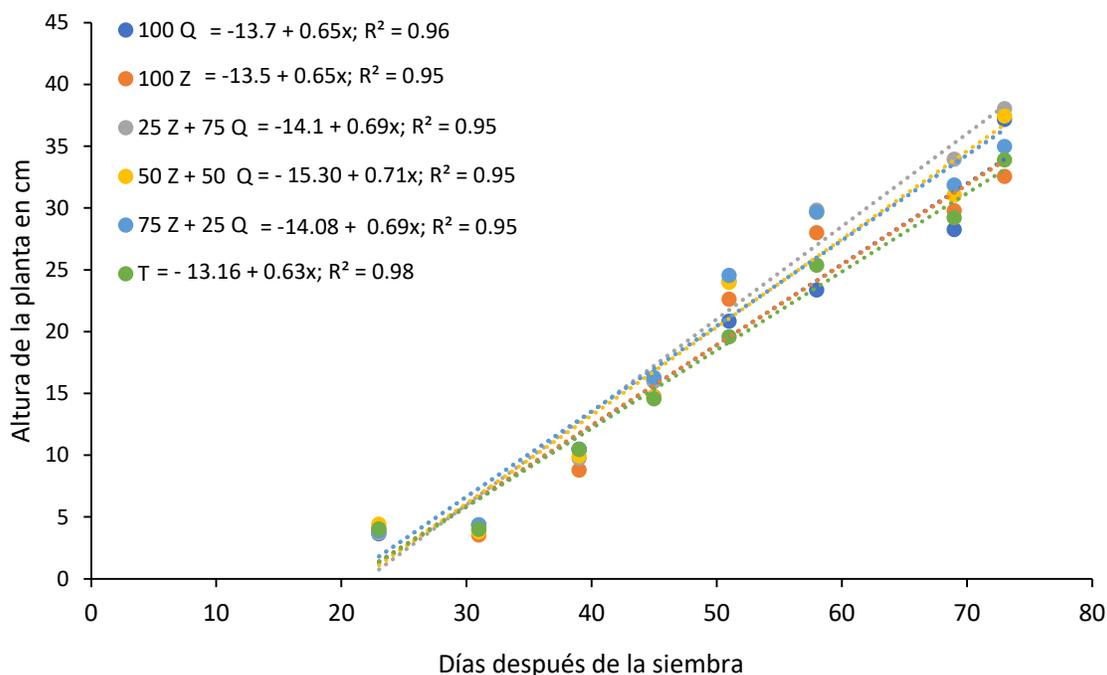
El tiempo a ocurrencia de las etapas fenológicas de la calabacita no se modificó por efecto de los tratamientos, así, la emergencia ocurrió a los nueve días después de la siembra (dds), la floración a los 39 dds, el primer corte de frutos a los 48 dds y a los 71 dds el último corte.



**Figura 11. Distribución de la temperatura máxima y mínima (media decenal) durante el desarrollo del cultivo de calabacita grey zucchini. S = siembra, E = emergencia, FL = floración, PC = primer corte de frutos y UC = último corte de frutos.**

## Altura de la planta

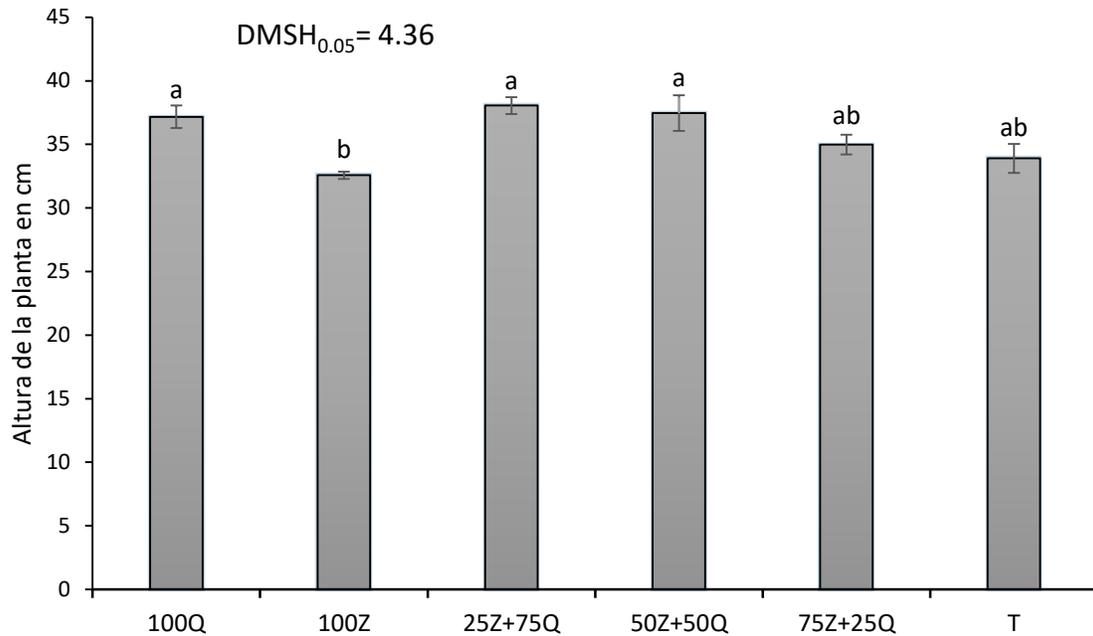
La altura de la planta en función a los días después de la siembra, se ajustó a modelos de regresión lineal simple para todos los tratamientos ( $Y = \alpha + \beta X$ ). Los modelos resultantes mostraron buena correlación, con valores superiores a 0.94. Sin embargo, se registraron diferencias en las velocidades de incremento en altura de la planta. Así, las plantas fertilizadas con 50Z+50FQ presentaron las tasas mayores de aumento (0.71 cm por día), seguidas por las plantas con 25Z+75FQ y 75Z+25FQ, que registraron aumentos de 0.69 cm por día. Las plantas del Testigo absoluto mostraron las tasas más bajas de incremento con solo 0.63 cm por día (Figura 12).



**Figura 12. Dinámica de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini en función de la aplicación de zeolita y fertilizante químico.**

De acuerdo con el análisis estadístico, se encontraron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ) en la altura de la planta a causa de los tratamientos (Figura 13). La aplicación de 100Z generó las plantas de menor tamaño. Mientras que las más

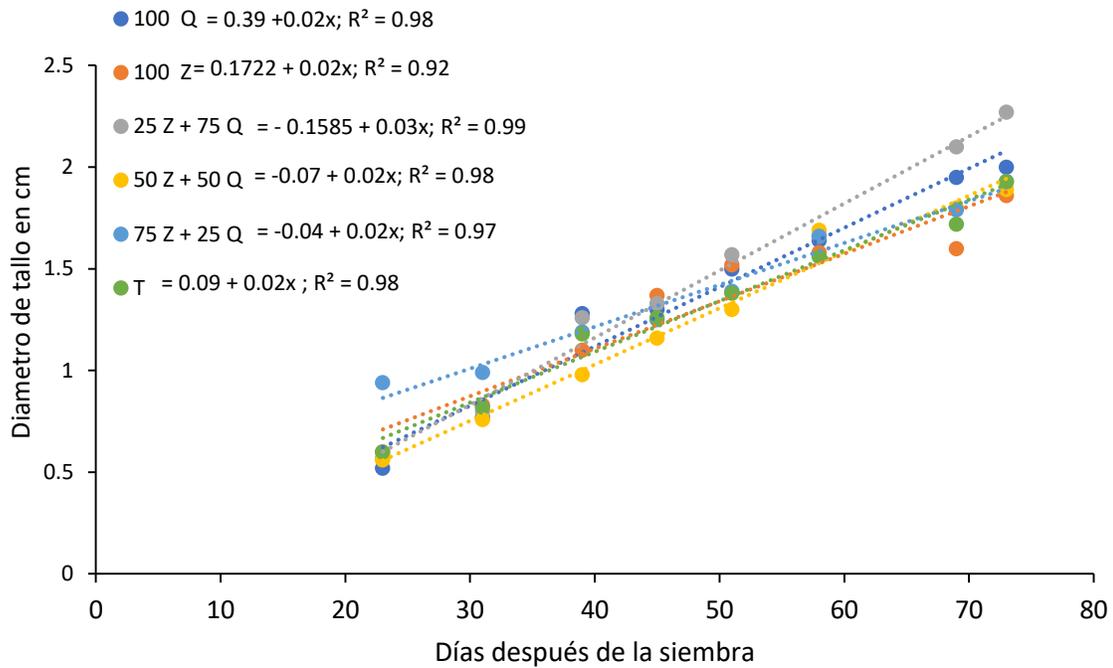
altas fueron con los tratamientos 25Z+75FQ, 100FQ y 50Z+50FQ. Valores intermedios se registraron con 75Z+25FQ y el Testigo absoluto.



**Figura 13. Altura de las plantas de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

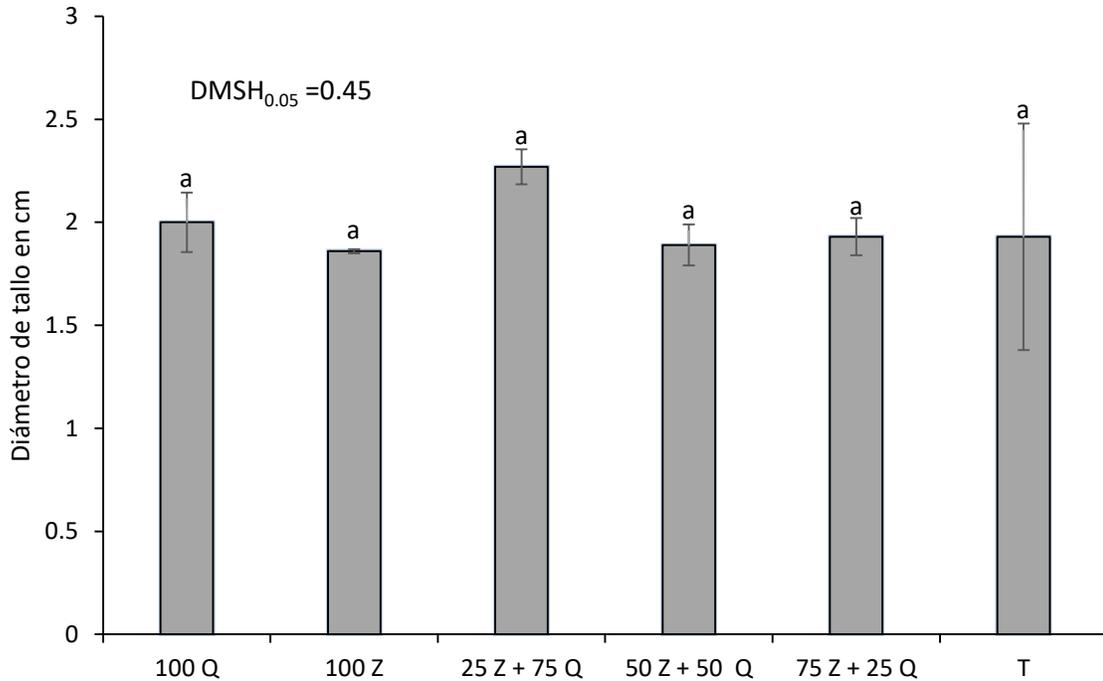
### Diámetro del tallo

En la Figura 14 se muestra que la dinámica del diámetro de tallo durante el ciclo del cultivo de las plantas de calabaza Grey Zucchini, se ajustó en todos los tratamientos a modelos de regresión lineal. De acuerdo con estos modelos, las plantas con aplicación de 25Z + 75FQ mostraron los incrementos mayores que fueron de 0.03 cm por día, mientras que con los otros tratamientos el aumento el grosor fue similar, en promedio de 0.02 cm por día.



**Figura 14. Dinámica del diámetro del tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini en función de la aplicación de zeolita y fertilizante químico.**

A pesar de observar variaciones en el incremento en el grosor del tallo en función a los tratamientos, el análisis estadístico aplicado a esta variable a los 73 días después de la siembra no detectó diferencias significativas en ninguno tratamientos y en promedio el grosor del tallo fue de 1.98 cm (Figura 15).

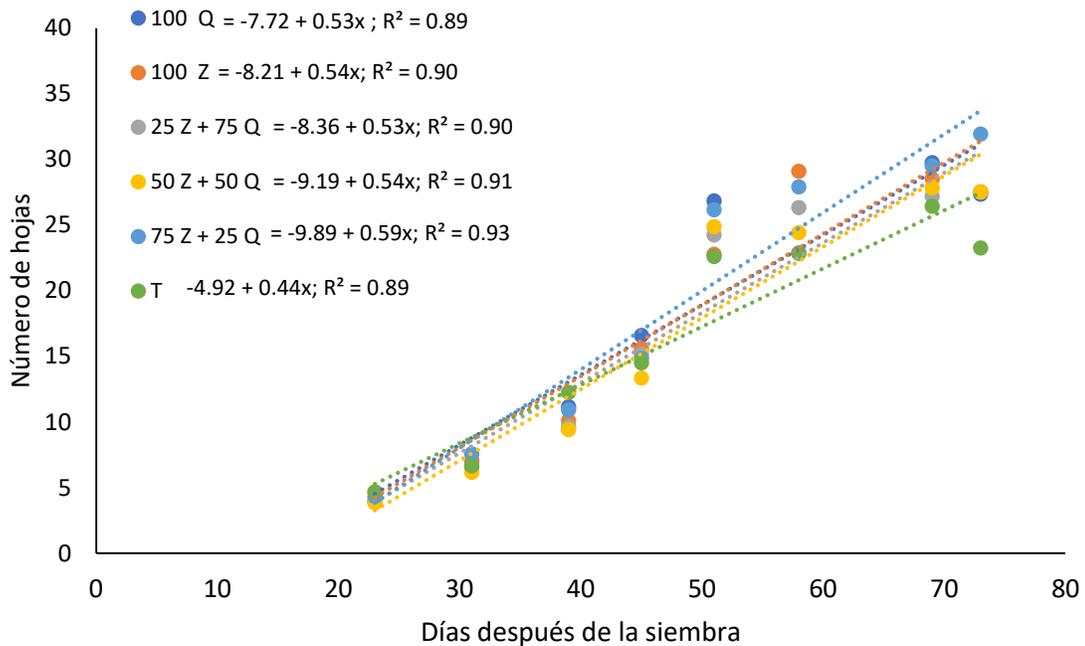


**Figura 15. Diámetro del tallo de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

### Número de hojas

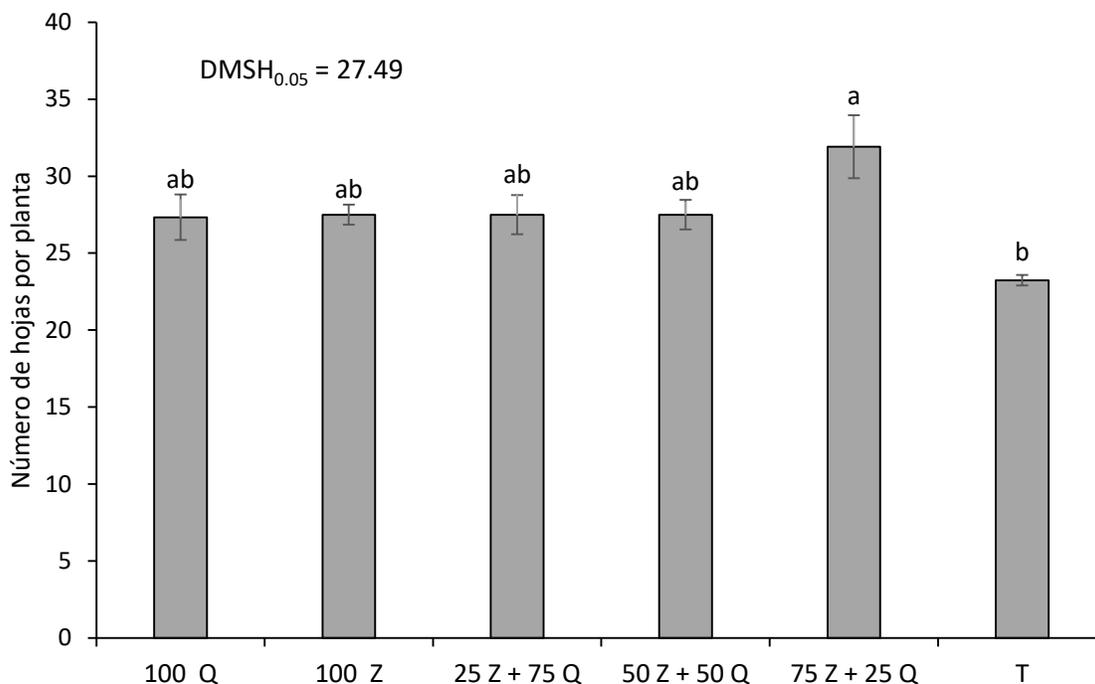
La aparición de las hojas en planta de calabaza Grey Zucchini en función a los días después de la siembra, se ajustó a un modelo de regresión lineal simple para todos los tratamientos ( $Y = \alpha + \beta X$ ).

Las plantas fertilizadas con 75Z+25FQ mostraron las mayores velocidades de aparición de hojas con 0.59 hojas por día. Fueron las plantas del testigo las que presentaron los menores incrementos con sólo 0.44 hojas por día. Valores intermedios pero similares entre ellos se encontraron con el resto de los tratamientos (Figura 16).



**Figura 16. Dinámica de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini en función de la aplicación de zeolita y fertilizante químico.**

El análisis estadístico aplicado a los datos tomados a los 73 dds, detectó cambios significativos a causa de los tratamientos. En este sentido, las plantas que presentaron la mayor cantidad de hojas fueron a las que se les aplicó 75Z+25FQ que superaron en 37.3 % el número de hojas de las plantas testigo. Valores intermedios se registraron con los tratamientos restantes (Figura 17).



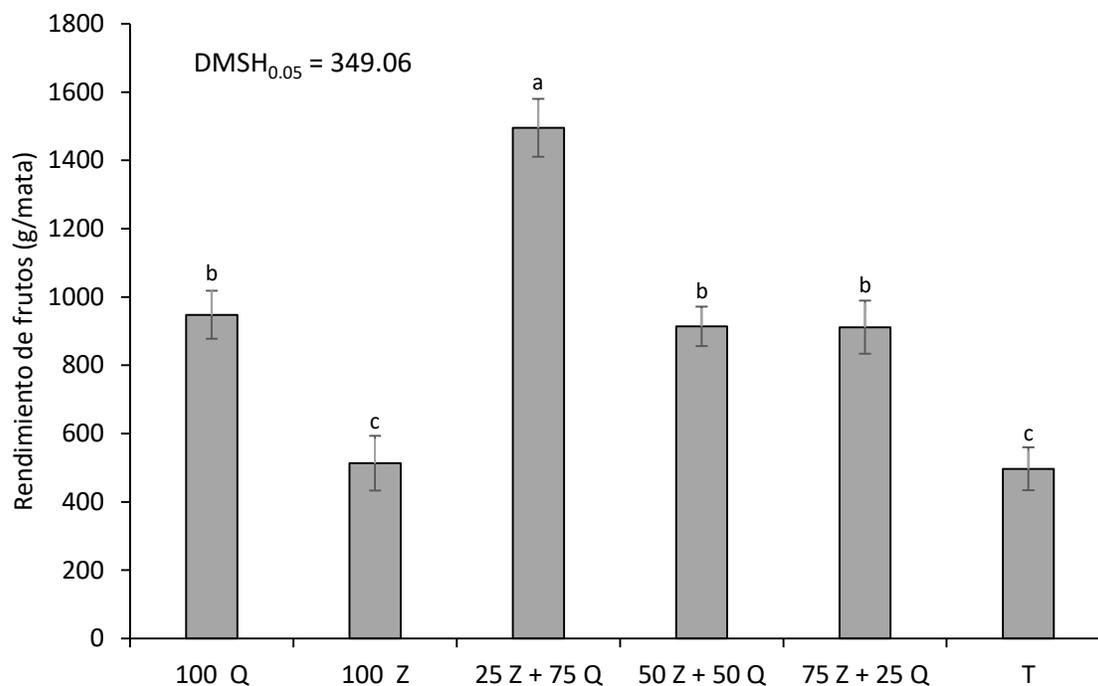
**Figura 17. Producción de hojas de las plantas de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

### **Rendimiento de frutos frescos**

El rendimiento de fruto fresco presentó cambios estadísticos altamente significativos ( $P \leq 0.01$ ) a causa de los tratamientos. Se encontró que la más alta producción de fruto se registró con 25Z + 75FQ, con el que las plantas presentaron incrementos del 200 % en comparación con las plantas del testigo y del 57.7 % en relación a las que se les aplicó la dosis completa de fertilizante químico (100FQ) (Figura 18).

La aplicación de zeolita sin fertilizante químico (100Z) provocó 65.6% menos rendimiento que con 25Z + 75FQ. Es importante destacar que con 100FQ las plantas

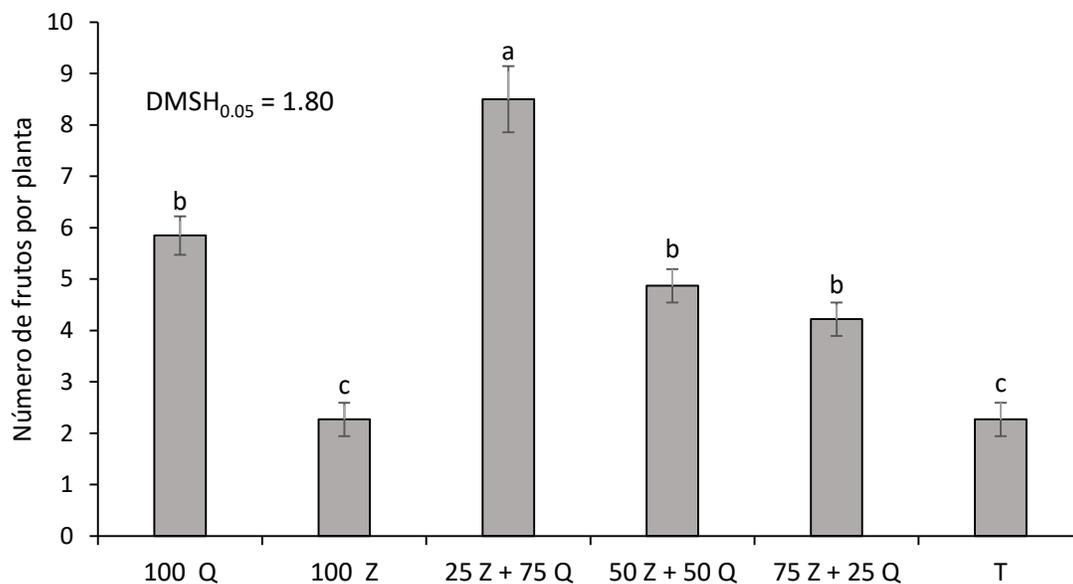
mostraron estadísticamente similar rendimiento de fruto que con 50Z + 50FQ y 75Z + 25FQ (Figura 18).



**Figura 18. Rendimiento de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

### Número de frutos

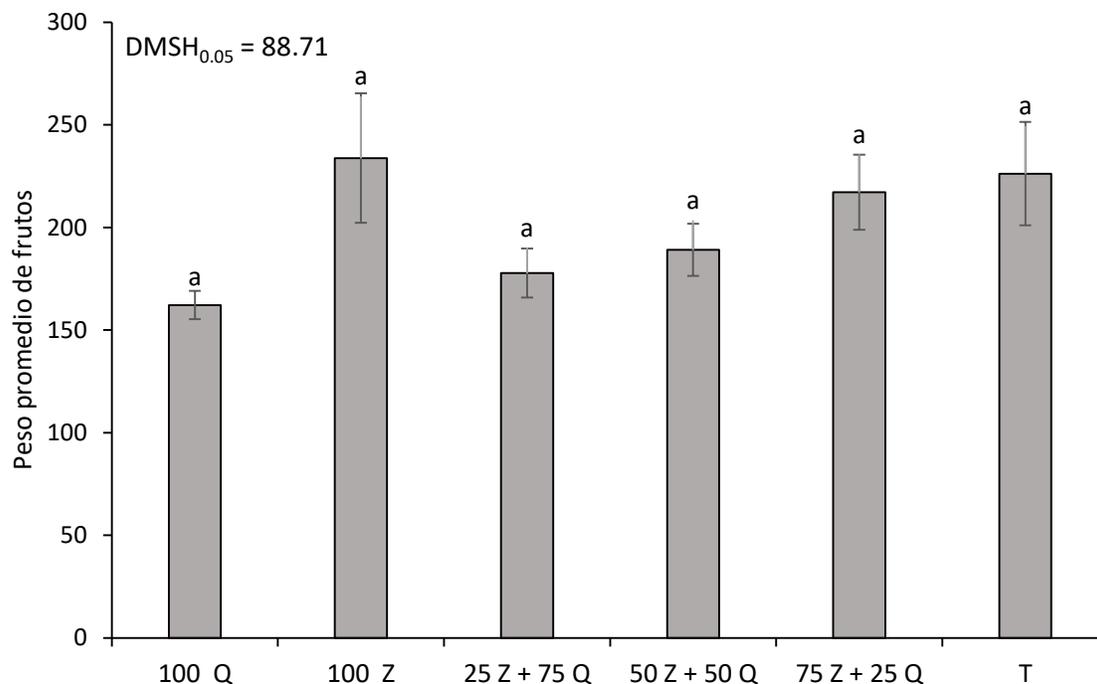
Se encontró que el número de frutos por mata da Calabaza Grey zucchini mostró diferencias estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre tratamientos. Produjeron 274 % más frutos por mata con 25Z + 75FQ, que las del testigo sin aplicación y con 100Z. Así mismo, superaron en un 45.3 % a las plantas fertilizadas con 100FQ. Las plantas con 50Z + 50FQ y 75Z + 25FQ estadísticamente produjeron similar cantidad de frutos (Figura 19).



**Figura 19. Número de frutos por planta de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

### Peso promedio de frutos

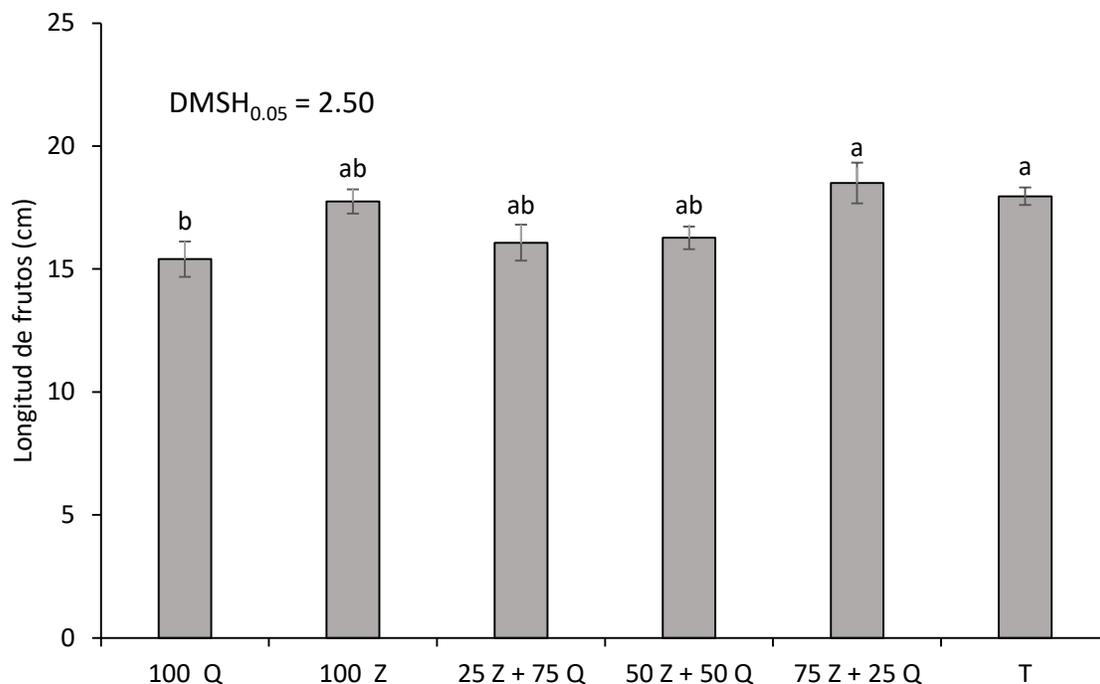
El peso promedio de frutos no presentó cambios estadísticos significativos a causa de los tratamientos evaluados. Los valores oscilaron entre 162.2 a 233 g por fruto, con un valor promedio de 201.1 g por fruto (Figura 20).



**Figura 20. Peso promedio de frutos de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

### Longitud y diámetro de frutos

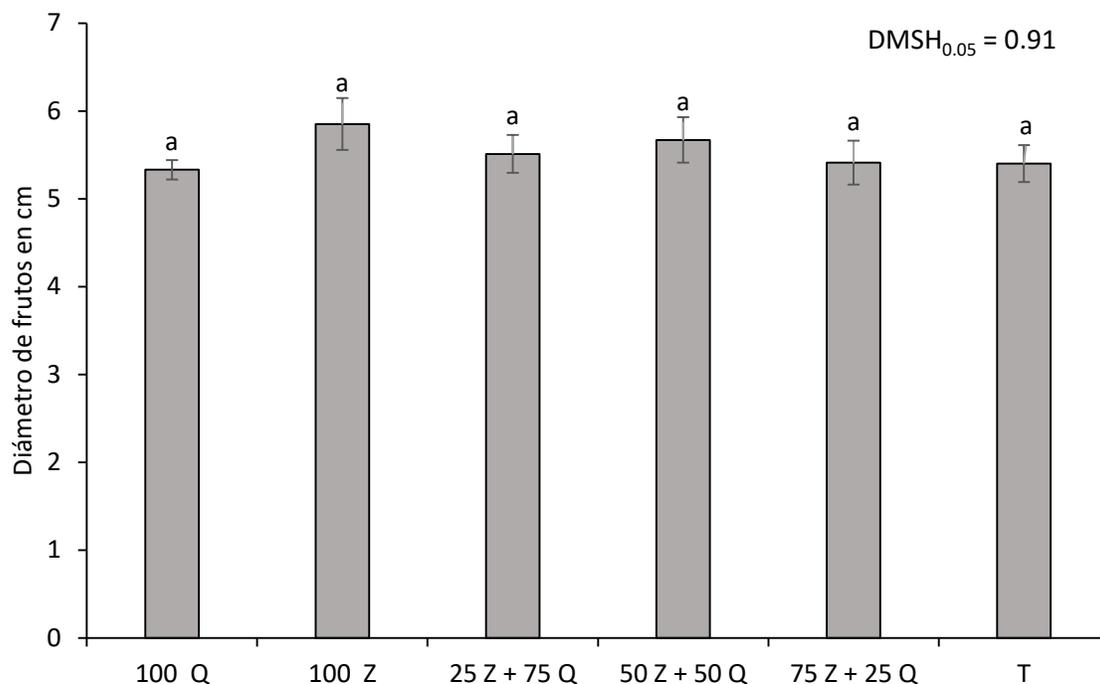
De acuerdo con el análisis estadístico, los tratamientos estudiados mostraron modificaciones estadísticas altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en la longitud de frutos. Sin embargo, el diámetro de frutos fue similar entre tratamientos (Figuras 21 y 22).



**Figura 21. Longitud de frutos de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

Las plantas que estadísticamente presentaron mayor longitud de frutos fueron a las que se les aplicó 75Z + 25FQ y las del testigo sin aplicación. Valores intermedios se registraron con 100Z, 25Z + 75FQ, 50Z + 50FQ. Mientras que los frutos más cortos fueron los cosechados en las plantas con la dosis completa de fertilizante químico (Figura 21).

El diámetro de frutos fue similar con todos los tratamientos, los valores oscilaron de 5.33 a 5.85 cm con promedio de 5.53 cm (Figura 22).



**Figura 22. Diámetro de frutos de las plantas de calabaza Grey Zucchini en función de la combinación de zeolita y fertilizante químico. DMSH = diferencia mínima significativa al 5 % de probabilidad del error.**

### **Análisis de rentabilidad económica**

El análisis económico por tratamiento se describe en el Cuadro 4. Se observa que los costos variables y totales más elevados se generaron con el tratamiento 25Z+75FQ. Sin embargo, con estos se lograron los mayores rendimientos e ingresos totales. Debido a esto, se saldaron los costos totales, de tal manera que presentaron el más alto ingreso neto.

Con el tratamiento 25Z + 75FQ se logró obtener la ganancia económica más alta. Así mismo, con este tratamiento se obtuvo una ganancia de \$14.12, por \$ 1.00 peso invertido: superior a lo logrado con los otros tratamientos. Cabe destacar que la variedad es rentable con cualquier tratamiento.

**Cuadro 4. Costos de producción y rentabilidad del cultivo de calabaza Grey Zucchini.**

Tratamientos	Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	IT	CF	CV	CT	IN	GPI
		-----\$-----					
100Q	11,846.70	296167.5	23,167	12,579	35,746	260,421	7.28
100Z	6,412.20	160305	23,167	10,363	33,530	126,775	3.78
25Z+75FQ	18688.2	467205	23,167	15,590	38,757	428,448	11.05
50Z+50FQ	11427	285675	23,167	11,968	35,135	250,540	7.13
75Z+25FQ	11394.1	284852.5	23,167	11,710	34,877	249,975	7.16
Testigo	6,212.40	155310	23,167	14,840	38,007	117,303	3.08

**Ingreso total (IT):** rendimiento \* precio por kg (\$25.00). **Costo fijo (CF):** incluye costos de preparación del terreno, semilla, jornales para el manejo del cultivo. **Costos variables (CV):** incluyen el costo de fertilizante, cosecha y flete. **Costo total (CT):** costo fijo + costo variable. **Ingreso neto (IN):** ingreso total – costo total. **GPI:** ganancia por peso invertido.

De acuerdo con los resultados obtenidos, la mayor cantidad de frutos cosechados por planta se registró en las plantas fertilizadas con 25 % zeolita + 75 % fertilizante químico, superior en 45 % a las plantas fertilizadas con el 100 % de fertilizante químico. El menor número de frutos por planta se presentó en las plantas con 100 % zeolita y el testigo absoluto que mostraron valores estadísticamente similares. En cuanto a la longitud de frutos, los más cortos se cosecharon en las plantas con 100 % de fertilización química y estadísticamente fue similar esta variable con los otros tratamientos.

El aumento en el número de frutos en plantas con 25 % de zeolita + 75 % fertilizante químico, favoreció el rendimiento de frutos frescos, ya que también fue con este tratamiento con el que se logró la mayor producción, 58 % más de rendimiento que con la dosis completa de fertilización química, y tres veces más que con 100 % zeolita y el testigo. A pesar que se logró la mayor producción de frutos con 25 % de zeolita + 75 % de fertilizante químico, no favoreció a las variables altura de planta, diámetro del tallo y número de hojas.

Respuestas similares se han encontrado en otros cultivos, en donde la aplicación de zeolita como complemento de la fertilización química permite incrementar rendimiento y bajar costos de producción.

Al respecto, en maíz cultivado en distintas regiones del estado de Guerrero se encontraron incremento en el rendimiento de grano, aunque el efecto positivo solo se presentó en suelos con textura media y pH alcalino (González *et al.*, 2012), condición similar a las del sitio experimental del presente estudio.

Así mismo, en rábano la aplicación de zeolita provocó el aumento en el rendimiento. En suelos con alta salinidad redujo la absorción de sales y en suelos con baja salinidad mejoró el drenaje y aumentó la eficiencia en el uso de los fertilizantes nitrogenados y potásicos, que permite reducir la dosis de fertilización química (Noori *et al.*, 2007).

En el cultivo de plátano también se ha encontrado una respuesta similar (Méndez y Soca, 2017).

Se menciona que la zeolita se ha utilizado como mejorador del suelo, para restringir las pérdidas de fertilizantes por lixiviación y neutralizar pH del suelo, presenta alta capacidad de intercambio catiónico y afinidad por iones  $\text{NH}_4^+$ . También a la zeolita se le considera que funciona como fertilizante de lenta liberación al capturar  $\text{NH}_4^+$  en sus canales estructurales con lo que se evita su oxidación a  $\text{NO}_3^-$ .

En el presente estudio, la aplicación de zeolita provocó cambios en las características físicas y químicas del suelo.

Con 25 % zeolita + 75 % fertilizante químico el pH se redujo a 7.16, presentó el mayor contenido de Mg, además junto con el tratamiento 75 % zeolita + 25 % fertilizante químico mostraron la mayor C.I.C todo esto pudo favorecer el rendimiento en fresco (Cuadro 5).

A pesar del aumento del rendimiento de fruto fresco con la aplicación de 25 % de zeolita este fue inferior al registrado por Sedano-Castro *et al.* (2011) en calabacita cv Tala (Seminis®), quienes al aplicar  $330 \text{ kg N ha}^{-1}$  de nitrógeno lograron cosechar  $68 \text{ t ha}^{-1}$  de calabacita en fresco; cabe destacar que en nuestro estudio solo aplicamos  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$ . Por otra parte, las temperaturas máximas que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron superiores a  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  que son superiores a las requeridas por el

cultivo, se menciona que el intervalo térmico para que germine la semilla está comprendido entre 21 y 35 °C, y la temperatura de crecimiento puede situarse entre los 18 y 35 °C (Maroto, 1989), lo que pudo reducir la respuesta productiva de este cultivo.

**Cuadro 5. Características físico-químicas del suelo después de la aplicación de tratamientos experimentales.**

Características físico-químicas	Unidades	100 %	100 %	25 % Z	50 % Q	75 % Z +	T. A.
		Q	Z	+ 75 % Q	+ 50 % Z	25 % Q	
pH del suelo	-	6.90	7.73	7.16	7.15	7.77	7.77
Materia Orgánica	%	3.09	2.82	2.96	3.09	2.82	3.23
Nitrógeno (NO <sub>3</sub> , NH <sub>4</sub> )	mg kg <sup>-1</sup>	107.5	33.5	83.1	52.8	25.7	21.9
Fósforo (P)	mg kg <sup>-1</sup>	68.6	20.0	73.7	44.3	21.7	18.6
Potasio (K)	mg kg <sup>-1</sup>	1054	1050	728	1023	896	976
Calcio (Ca)	mg kg <sup>-1</sup>	5690	5692	5932	5450	6252	5454
Magnesio (Mg)	mg kg <sup>-1</sup>	1862	1894	2048	1898	1818	1854
Hierro (Fe)	mg kg <sup>-1</sup>	7.98	5.29	6.80	6.4	4.44	4.20
Cobre (Cu)	mg kg <sup>-1</sup>	2.17	1.82	1.82	2.10	1.69	1.83
Zinc (Zn)	mg kg <sup>-1</sup>	0.86	0.73	0.80	0.84	0.68	0.67
Manganeso (Mn)	mg kg <sup>-1</sup>	28.9	9.46	15.40	14.3	8.33	9.01
Boro (B)	mg kg <sup>-1</sup>	1.24	0.73	1.40	1.09	0.73	0.73
C. I. C.	Cmol kg <sup>-1</sup>	46	47	48	45	48	45
Densidad Aparente	t m <sup>-3</sup>	1.11	1.09	1.11	11.1	1.11	1.12
Sodio (Na)	mg kg <sup>-1</sup>	120.0	115.0	122.0	120.0	110.0	112.0

## CONCLUSIONES

La aplicación de zeolita como complemento de la fertilización no modificó el tiempo a ocurrencia de las etapas fenológicas (germinación, desarrollo vegetativo, floración, cuaje “madures de consumo” y maduración de fruto) en el cultivo de calabaza Grey Zucchini.

La aplicación de zeolita modificó la dinámica de la altura de la planta y número de hojas.

La mezcla con mayor efectividad sobre el rendimiento de fruto fresco de calabaza Grey Zucchini fue con 25 % de zeolita y 75 % de fertilizante químico con el que se incrementó el número de frutos por planta. Con este tratamiento también se logró la mayor ganancia económica.

La aplicación de zeolita modificó las características físicas y químicas del suelo del terreno experimental principalmente el pH y la densidad aparente.

## LITERATURA CITADA

- Alvares, H. J. C. 2004. Relación entre niveles nutricionales de nitrógeno en peciolos y producción de fruta de papaya (*Carica papaya* L.) Cv. 'Madaron Roja' en el Valle de Apatzingán. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Agropecuarias. Apatzingán. Michoacán. 23 p.
- Andrés, A. J., Arteaga, L. G., Blancarte, D. M., Calderón, A. J. H., López, P. V., Rivera, M. S., Romero, P. J. y Santo, C. C. 1994. La producción agropecuaria de la región Valle de Tepalcatepec Michoacán. 1ra ed. Universidad Autónoma de Chapingo. 652 p.
- Arredondo, V. C., Cano, G. M. A., Contreras, H. R., González, C. M. y Cabrera, T. J. M. 2000. Rocas minerales, compostas, estiércoles y abonos verdes; una alternativa a la fertilización química del maíz en Oaxaca. In: Foro Nacional Investigación para el Desarrollo Regional. SIBEJ-CONACyT. Oaxaca, Oaxaca. pp: 13-18.
- Danilchenko, H. A., Paulauskienė and Marciukaitė, G. 2001. The research of technological characteristics of pumpkin cultivars. *SodininkystėDaržin.* 20: 196-204.
- De la Torre, S. M. L., Grande, G. J. A. y Sainz, S. A. 2000. Aplicación de zeolita en rocas detríticas para la reducción del tránsito de nutrientes hacia zona saturada. Comunicación del grupo de recursos y calidad del agua. Universidad de Huelva. Palos de Frontera, Huelva, España. 63-71 p.
- Díaz, F. A. Alvarado, C. M. y Alejandro, A. F. 2016. Crecimiento, nutrición y rendimiento de calabacita con fertilización biológica y mineral. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 32(4): 445-453.
- Financiera, Rural. 2011. Dirección general adjunta de planeación estratégica y análisis sectorial. Dirección ejecutiva de análisis sectorial. Monografía de calabaza: fruto, semilla.

- García, E. 2004. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. México: Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México.
- González, C. M., Gómez, M. N. O., Muñiz, E. J., Valencia, E. F., Damazo, G. G. y Figueroa, L. H. O. 2012. Rendimiento del maíz de riego tratado con zeolita más fertilizante en el estado de Guerrero. Campo Experimental Iguala, INIFAP. Carretera Iguala-Tuxpan, Iguala, Guerrero.
- Japón, Q. J. 1981. Hojas Divulgadas del Ministerio de Agricultura "Cultivo de Calabazas". Publicaciones de expresión agraria Bravo Murillo. Madrid, España. 11-12/81 HD.
- Jiménez, J. A. 2011. Evaluación de cuatro dosis de fertilización en calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en Caracha Michoacán, Tesis de Licenciatura UMICH. Uruapan, Michoacán, México. 34 p.
- Lira, S. R. 1996. Calabazas de México. Ciencias, núm. 42, abril-junio, pp. 52-55.
- Maroto, B., J. V. 1989. Horticultura herbácea especial. Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Méndez, D. N. y Soca, N. M. 2017. La zeolita como alternativa para la sustentabilidad de la producción de platanera. Avances. 19: 84-91.
- Méndez, L. A., Villanueva, V. C., Sahagún, C. J., Jaminela, Q. M. y Rojas, M. R. I. 2010. Obtención, caracterización y agrupamiento de genotipos partenocarpios de la calabaza (*Cucurbita pepo* L.) tipo "round Zucchini". Revista Chapingo serie Horticultura. 16(2): 123-131.
- Noori, M., Zendehtdel M. and Ahmadi, A. 2007. Using natural zeolite for the improvement of soil salinity and crop yield. Toxicological & Environmental Chemistry. 88(1): 77-84.
- Obregón, P. N., Díaz, O. J. E., Daza, T. M. C. y Aritizabal, R. H. F. 2015. Efecto de aplicación de zeolita en la recuperación de nitrógeno y el rendimiento de maíz. Universidad del Valle. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y Medio Ambiente. Área de Ingeniería Agrícola y Recursos Hídricos. Cali. Colombia. 7 p.

- Paredes, R. M., María, A. R., Osuna, E. S. C., Alamilla, P. G. y Mandujano, A. B. 2013. Alternativa ecológica y económica para la agricultura de temporal en México. Instituto Nacional de Investigadores Forestales, Agrícolas y Pesqueras. 40 p.
- Raya, M. Y. A., Apáez, B. P., Guillen, A. H. y Lara, C. M. B. N. 2018. Producción de brócoli en función al genotipo y dosis de nitrógeno. Revista Fitotecnia Mexicana. 41(4-A): 537-542.
- Reche, J. M. 1997. Cultivo de Calabacín en Invernadero. Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Agrícolas. 48 p.
- Sanjuán, P. J. y Moreno S. N. 2010. Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. Revista Colombiana de Biotecnología. 12(1): 1-4.
- Sedano, C. G., González, H. V. A., Saucedo, V. C., Solo, H. M. y Carillo, S. J. A. 2011. Rendimiento calidad de tratos de calabacitas con altas dosis de N y K. Terra Latinoamericana. 29(2): 133-142.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesca). 2018. Datos preliminares de calabacita. <https://www.gob.mx/siap>. (2018)
- Statistical Analysis System (SAS Institute). (2007). SAS User's Guide version 9.0. Cary N.C., USA: Author.
- Vásquez, A. H., Zatina, R. L., Meneses, I. M., Durán, A. P. y Luna, S. U. 2014. Usos de zeolita para reducir costos de fertilización química en la agricultura. Cuerpo de Investigación Regional Golfo Centro. Campo experimental Cotaxtla. Veracruz. 2 p.

## APÉNDICE

**Cuadro 1 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 23 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.853	0.1706	0.45	0.81 NS
Bloque	3	0.3657	0.1219	0.32	
Error	15	5.7301	0.382		
Total	23				

Coeficiente de variación = 15.8 %

**Cuadro 2 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 31 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	2.3446	0.4689	1.05	0.42 NS
Bloque	3	0.1356	0.0452	0.1	
Error	15	6.6818	0.4454		
Total	23	9.1621			

Coeficiente de variación =16.38%

**Cuadro 3 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 39 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	8.8698	1.7739	2.99	0.04*
Bloque	3	1.1481	0.3816	0.64	
Error	15	8.9135	0.5942		
Total	23	8.9135			

Coeficiente de variación =7.71%

**Cuadro 4 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 45 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	12.7131	2.5426	3.59	0.02*
Bloque	3	7.9794	2.6598	3.36	
Error	15	10.6227	0.7081		
Total	23	31.3153			

Coeficiente de variación =4.47%

**Cuadro 5 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 51 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	80.8059	16.1611	1.17	0.36NS
Bloque	3	29.1749	9.7249	0.7	
Error	15	207.5255	13.825		
Total	23	317.5064			

Coeficiente de variación =16.45%

**Cuadro 6 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 58 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	145.6643	29.1328	4.99	0.00**
Bloque	3	36.62	12.2066	2.09	
Error	15	87.6078	5.8405		
Total	23	269.8922			

Coeficiente de variación = 8.73%

**Cuadro 7 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 69 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	84.7107	16.9421	9.12	0.00**
Bloque	3	55.8449	18.6149	10.02	
Error	15	27.8597	1.8573		
Total	23	168.4155			

Coeficiente de variación = 4.44 %

**Cuadro 8 A. Análisis de varianza de la altura de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	97.1149	19.4229	5.64	0.04*
Bloque	3	10.5438	3.5146	1.02	
Error	15	51.6394	3.4426		
Total	23	159.2983			

Coeficiente de variación = 5.19 %

**Cuadro 9 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 23 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.4631	0.0926	0.96	0.47 NS
Bloque	3	0.3723	0.1241	1.29	
Error	15	1.4451	0.0963		
Total	23	2.2806			

Coeficiente de variación =48.68%

**Cuadro 10 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 31 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.1363	0.0272	1.33	0.92 NS
Bloque	3	0.009	0.003	0.15	
Error	15	0.3068	0.0204		
Total	23	0.4521			

Coeficiente de variación =17.19%

**Cuadro 11 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 39 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.2459	0.0491	3.51	0.06 NS
Bloque	3	0.1226	0.0405	2.9	
Error	15	0.21	0.014		
Total	23	0.5775			

Coeficiente de variación =10.11%

**Cuadro 12 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 45 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.1061	0.0212	1.16	0.37 NS
Bloque	3	0.1581	0.0527	2.89	
Error	15	0.2735	0.0182		
Total	23	0.5377			

Coeficiente de variación =10.52%

**Cuadro 13 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 51 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.2398	0.0479	3.78	0.00**
Bloque	3	0.3498	0.1166	9.2	
Error	15	0.1901	0.0126		
Total	23	0.7798			

Coeficiente de variación =7.75%

**Cuadro 14 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 58 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.0512	0.0102	0.3	0.90 NS
Bloque	3	0.0606	0.0202	0.6	
Error	15	0.5053	0.0336		
Total	23	0.6171			

Coeficiente de variación =22.23%

**Cuadro 15 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 69 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.6101	0.122	4.68	0.42 NS
Bloque	3	0.0771	0.0257	0.99	
Error	15	0.3914	0.026		
Total	23	1.0787			

Coeficiente de variación =8.82%

**Cuadro 16 A. Análisis de varianza de diámetro de tallo de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.4363	0.0872	2.18	0.92 NS
Bloque	3	0.0182	0.006	0.15	
Error	15	0.5997	0.0399		
Total	23	1.0543			

Coeficiente de variación =10.08%

**Cuadro 17 A. Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 23 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	2.6666	0.5333	1.95	0.29 NS
Bloque	3	1.1225	0.3741	1.36	
Error	15	4.1129	0.2741		
Total	23	7.9022			

Coeficiente de variación =12.35%

**Cuadro18 A. Análisis de varianza de número hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 31 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	4.9444	0.9888	2.07	0.73 NS
Bloque	3	0.6203	0.2067	0.43	
Error	15	7.1574	0.4771		
Total	23	12.7222			

Coeficiente de variación =10.10%

**Cuadro 19 A. Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 39 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	12.7222	2.5444	2.53	0.26 NS
Bloque	3	4.4629	1.4876	1.48	
Error	15	15.0925	1.0061		
Total	23	352777			

Coeficiente de variación =9.62%

**Cuadro 20 A. Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 45 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	23.7222	4.7444	1.24	0.44 NS
Bloque	3	10.8888	3.6296	0.95	
Error	15	57.3888	3.8259		
Total	23	92			

Coeficiente de variación =13.03%

**Cuadro 21 A. Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 51 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	60.0502	12.01	0.92	0.18 NS
Bloque	3	73.0271	24.3423	1.86	
Error	15	196.4581	13.0972		
Total	23	329.5355			

Coeficiente de variación =14.72%

**Cuadro 22 A. Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 58 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	138.3621	27.6724	1.62	0.17 NS
Bloque	3	97.1728	32.3909	1.9	
Error	15	255.4938	17.0329		
Total	23	491.0288			

Coeficiente de variación =16.17%

**Cuadro 23 A. Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 69 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	34.2592	6.8518	0.8	0.08 NS
Bloque	3	70.0925	23.3641	2.71	
Error	15	129.1851	8.6123		
Total	23	233.537			

Coeficiente de variación =10.40%

**Cuadro 24 A. Análisis de varianza de número de hojas de la planta de calabaza Grey Zucchini a los 73 días después de la siembra.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	150.5306	30.1061	5.05	0.29 NS
Bloque	3	24.0111	8.0037	1.34	
Error	15	89.3973	5.9598		
Total	23	263.9391			

Coeficiente de variación = 8.87%

**Cuadro 25 A. Análisis de varianza de rendimiento de fruto por mata de calabaza Grey Zucchini.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	2663648	532729.7	23.08	0.66 NS
Bloque	3	37599	12533	0.54	
Error	15	346276.2	23085.08		
Total	23	3047523			

Coeficiente de variación =17.26%

**Cuadro 26 A. Análisis de varianza de número de frutos por mata de calabaza Grey Zucchini.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	111.0933	22.2186	36.08	0.29 NS
Bloque	3	2.5233	0.8411	1.37	
Error	15	9.2366	0.6157		
Total	23	122.8533			

Coeficiente de variación =16.81%

**Cuadro 27 A. Análisis de varianza de peso promedio de los frutos por mata de calabaza Grey Zucchini.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	16639.3	3327.86	2.23	0.34 NS
Bloque	3	5392.606	1797.535	1.21	
Error	15	22368.26	1491.217		
Total	23	44400.17			

Coeficiente de variación =19.20%

**Cuadro 28 A. Análisis de varianza de la longitud del fruto por mata de calabaza Grey Zucchini.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	31.358	6.2716	5.29	0.07 NS
Bloque	3	10.2561	3.4187	2.88	
Error	15	17.7857	1.1857		
Total	23	59.3998			

Coeficiente de variación =6.40%

**Cuadro 29 A. Análisis de varianza del diámetro del fruto por mata de calabaza Grey Zucchini.**

Fuente de variación	de GL	Suma de cuadrados	de Cuadrado medio	F Valor	Prob. F
Tratamiento	5	0.7621	0.1524	0.95	0.05 NS
Bloque	3	1.5002	0.5	3.12	
Error	15	2.4022	0.1601		
Total	23	4.6646			

Coeficiente de variación =7.23%

**Cuadro 30 A. Análisis de variabilidad y prueba complementaria de la altura de las plantas de calabaza Grey zucchini durante el cultivo en función a los tratamientos.**

Tratamientos	Diámetro de tallo de la planta a los días							
	23	31	39	45	51	58	69	73
100 % Q	0.52±0.05A	0.77±0.04A	1.28±0.15A	1.30±0.07A	1.54±0.06AB	1.64±0.22A	1.95±0.09AB	2.00±0.29A
100 % Z	0.60±0.08A	0.83±0.09A	1.10±0.08AB	1.37±0.25A	1.52±0.22AB	1.58±0.21A	1.60±0.20B	1.86±0.02A
25%Z+75%Q	0.57±0.07A	0.80±0.10A	1.26±0.22A	1.33±0.17A	1.57±0.26A	1.66±0.08A	2.10±0.20A	2.27±0.17A
50%Z+50%Q	0.56±0.06A	0.76±0.16A	0.98±0.11B	1.16±0.094A	1.30±0.15B	1.69±0.13A	1.80±0.23AB	1.89±0.20A
75%Z+25%Q	0.94±0.75A	0.99±0.16A	1.19±0.05AB	1.25±0.10A	1.39±0.12AB	1.66±0.17A	1.79±0.06AB	1.93±0.18A
T. A.	0.60±0.13A	0.82±0.16A	1.18±0.11AB	1.26±0.15A	1.38±0.12AB	1.56±0.19A	1.72±0.06B	1.93±1.10A
Media general	0.63	0.83	1.16	1.28	1.45	1.63	1.83	1.98
Prob. F.	0.47	0.92	0.06	0.37	0	0.9	0.42	0.92
D.M.S.H. <sub>0.05</sub>	0.71	0.32	0.27	0.31	0.25	0.42	0.37	0.45
C.V.	48.68	17.19	10.11	10.52	7.75	22.23	8.82	10.08

**Cuadro 31 A. Análisis de variabilidad y prueba complementaria del diámetro del tallo de las plantas de calabaza Grey Zucchini durante el cultivo en función a los tratamientos.**

Tratamientos	Diámetro de tallo de la planta a los días							
	23	31	39	45	51	58	69	73
100 % Q	0.52±0.05A	0.77±0.04A	1.28±0.15A	1.30±0.07A	1.54±0.06AB	1.64±0.22A	1.95±0.09AB	2.00±0.29A
100 % Z	0.60±0.08A	0.83±0.09A	1.10±0.08AB	1.37±0.25A	1.52±0.22AB	1.58±0.21A	1.60±0.20B	1.86±0.02A
25%Z+75%Q	0.57±0.07A	0.80±0.10A	1.26±0.22A	1.33±0.17A	1.57±0.26A	1.66±0.08A	2.10±0.20A	2.27±0.17A
50%Z+50%Q	0.56±0.06A	0.76±0.16A	0.98±0.11B	1.16±0.094A	1.30±0.15B	1.69±0.13A	1.80±0.23AB	1.89±0.20A
75%Z+25%Q	0.94±0.75A	0.99±0.16A	1.19±0.05AB	1.25±0.10A	1.39±0.12AB	1.66±0.17A	1.79±0.06AB	1.93±0.18A
T. A.	0.60±0.13A	0.82±0.16A	1.18±0.11AB	1.26±0.15A	1.38±0.12AB	1.56±0.19A	1.72±0.06B	1.93±1.10A
Media general	0.63	0.83	1.16	1.28	1.45	1.63	1.83	1.98
Prob. F.	0.47	0.92	0.06	0.37	0	0.9	0.42	0.92
D.M.S.H. <sub>0.05</sub>	0.71	0.32	0.27	0.31	0.25	0.42	0.37	0.45
C.V.	48.68	17.19	10.11	10.52	7.75	22.23	8.82	10.08

**Cuadro 32 A. Análisis de variabilidad y prueba complementaria del número de hojas de las plantas de calabaza Grey Zucchini durante el cultivo en función a los tratamientos.**

Tratamientos	Numero de hojas de la planta a los días							
	23	31	39	45	51	58	69	73
100 % Q	3.91±0.41A	7.00±0.72A	11.16±0.33A	16.58±1.77A	26.83±3.37A	22.86±6.00A	29.75±2.31A	27.33±2.95AB
100 % Z	4.66±0.72A	7.08±0.99A	10.08±1.03A	15.58±2.37A	22.77±2.93A	29.08±2.99A	28.50±3.29A	27.50±1.29AB
25%Z+75%Q	4.08±0.31A	6.50±0.45A	9.66±0.60A	15.16±2.47A	24.25±5.82A	26.33±4.11A	27.16±2.67A	27.50±2.53AB
50%Z+50%Q	3.83±0.43A	6.16±0.69A	9.41±1.13A	13.33±1.18A	24.86±3.08A	24.41±2.00A	27.83±1.81A	27.50±1.93AB
75%Z+25%Q	4.33±0.72A	7.58±0.16A	10.91±1.42A	14.83±2.11A	26.16±4.68A	27.91±4.92A	29.50±2.38A	31.91±4.09A
T. A.	4.66±0.49A	6.66±0.60A	12.25±14.50A	14.50±1.40A	22.58±2.11A	22.83±5.22A	26.41±5.83A	23.24±0.69B
Media general	1.2	1.58	2.3	4.49	8.31	9.48	6.74	5.6
Prob. F.	0.29NS	0.73NS	0.26NS	0.44NS	0.18NS	0.17NS	0.08NS	0.29NS
D.M.S.H. <sub>0.05</sub>	4.25	6.83	10.41	15	24.57	25.57	28.19	27.49
C.V.	12.35	10.1	9.62	13.03	14.72	16.17	10.4	8.87

