



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE  
MORELOS

---

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**“LA APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE  
NUTRICIÓN  
AUMENTA EL RENDIMIENTO Y  
CALIDAD DE AGUACATE “HASS”  
(Persea americana), EN  
HUECAHUASCO, OCUITUCO,  
MORELOS.”**

**TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE INGENIERO EN DESARROLLO  
RURAL**

**P R E S E N T A**

**ALDO ALBERTO CASTILLO DE LA ROSA**

**DIRECTOR DE TESIS:  
Dr. Irán Alía Tejacal**



**Cuernavaca, Morelos, abril de 2020**

**LA APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE NUTRICIÓN AUMENTA EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AGUACATE 'HASS' (*PERSEA AMERICANA*), EN HUECAHUASCO, OCUITUCO, MORELOS**

Tesis realizada por **Aldo Alberto Castillo de la Rosa** bajo la dirección del Comité Revisor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN DESARROLLO RURAL**

COMITÉ REVISOR

Director de tesis: \_\_\_\_\_  
Dr. Irán Alía Tejacal

Revisor: \_\_\_\_\_  
Dra. Gloria Alicia Pérez Arias

Revisor: \_\_\_\_\_  
M.C. Alyn Mariana Palacios Sosa

Revisor: \_\_\_\_\_  
Dra. Erika Román Montes de Oca

Revisor: \_\_\_\_\_  
Dr. Manuel de Jesús Sainz Aispuro

Cuernavaca, Morelos, Noviembre de 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por permitirme lograr una meta más en esta vida y poder compartir este logro con mis familiares y amigos.

**A la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos**, por darme la oportunidad de realizar mis estudios y adquirir conocimientos para poder desempeñarme en el campo laboral.

**Al Dr. Irán Alía Tejacal**, por el seguimiento, apoyo y amistad que me brindo desde un inicio, para poder concluir satisfactoriamente este trabajo de investigación.

**A la M.C. Alyn Mariana Palacios Sosa y al Dr. Juan Emilio Álvarez Vargas**, por el apoyo y asesoramiento que me brindaron dentro y fuera del laboratorio para poder obtener un trabajo de calidad.

**A la Dra. Erika Román Montes de Oca, a la Dra. Gloria Alicia Pérez Arias, al Dr. Manuel de Jesús Sainz Aispuro**, por el asesoramiento y ser parte del comité revisor de esta investigación.

**A mis Compañeros** de aula que me apoyaron en todo momento.

## DEDICATORIA

**A Dios** por cuidar de nosotros en esta vida.

**A mis padres** Guillermina de la Rosa Pérez y Arturo castillo Pérez, quienes me inculcaron los valores necesarios para poder ser una mejor persona día a día, por darme las herramientas necesarias para concluir mis estudios, por todo el amor y consejos para ser quien soy.

**A mi novia** Liliana y mi **Hijo** Thiago por el apoyo que me brindan en la vida y en todos los trabajos que realizo, por su paciencia y amor que me brindan cada día y por la gran familia que somos.

**A mi Hermano** Israel por el apoyo y por todas las diversiones y peleas que hacen que me libere del estrés.

**A los Catedráticos** por transmitirme todos sus conocimientos para poder desempeñarme y enfrentar los problemas en el área rural, agrícola y pecuaria.

<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>Pág.</b>
ÍNDICE GENERAL	<b>i</b>
INDICE DE CUADROS	<b>ii</b>
INDICE DE FIGURAS	<b>iii</b>
RESUMEN	<b>v</b>
SUMMARY	<b>vi</b>
1. INTRODUCCION	<b>1</b>
2. OBJETIVOS	<b>4</b>
3. HIPÓTESIS	<b>4</b>
4. MATERIALES Y MÉTODOS	<b>5</b>
4.1. Localización	<b>5</b>
4.2. Generación de fórmulas de nutrición	<b>7</b>
4.3. Variables evaluadas	<b>9</b>
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	<b>13</b>
5.1. Rendimiento y Calidad de fruto de aguacate	<b>14</b>
5.2. Calidad poscosecha en fruto de aguacate 'Hass'	<b>18</b>
5.2.1. Respiración de fruto	<b>18</b>
5.2.2. Etileno de fruto	<b>20</b>
5.2.3. Firmeza en fruto	<b>21</b>
5.2.3. Pérdida de peso en fruto	<b>22</b>
5.2.4. Parámetros de color en cascara de aguacate 'Hass'	<b>24</b>
5.2.5. Parámetros de color en pulpa de aguacate 'Hass'	<b>26</b>
5.2.6. Contenido de vitamina C en aguacate 'Hass'	<b>28</b>
5.2.7. Concentración de fenoles totales en fruto de aguacate 'Hass'	<b>29</b>
5.2.8. Concentración de flavonoides totales en fruto de aguacate 'Hass'	<b>30</b>
5.3. Actividades antioxidantes en aguacate 'Hass'	<b>32</b>
6. CONCLUSIONES	<b>34</b>
7. LITERATURA CITADA	<b>35</b>

<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Dosis de Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), requerido por la planta de aguacate has en cada tratamiento.	<b>7</b>
Cuadro 2. Fertilizantes utilizados para realizar la aplicación de las dosis de nutrición evaluados	<b>8</b>
Cuadro 3. Temperatura máxima, promedio y mínima durante el periodo de evaluación en Huecahuasco, Ocuituco, Morelos.	<b>13</b>
Cuadro 4. Mínima, máxima y promedio de la humedad relativa que se obtuvo durante el trabajo de investigación, la información se encuentra dividida en meses	<b>14</b>
Cuadro 5. Rendimiento y calidad de frutos de aguacate 'Hass' después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Primera cosecha 2018.	<b>16</b>
Cuadro 6. Masa y proporción de la clasificación por calidad de frutos de aguacate 'Hass' después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Primer cosecha 2018.	<b>16</b>
Cuadro 7. Rendimiento y calidad de frutos de aguacate 'Hass' después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Segunda cosecha 2019.	<b>17</b>
Cuadro 8. Masa y proporción de la clasificación por calidad de frutos de aguacate 'Hass' después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Segunda cosecha 2019.	<b>18</b>

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Resultados de los análisis de suelo. Realizados en el departamento de suelos laboratorio central universitario Chapingo.	<b>6</b>
Figura 2. Comportamiento de la respiración en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05). DMSH=0.14.	<b>19</b>
Figura 3. Producción de etileno en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).	<b>20</b>
Figura 4. Comportamiento de la firmeza en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.	<b>22</b>
Figura 5. Comportamiento de la pérdida de peso en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05). DMSH=2.56.	<b>23</b>
Figura 6. Comportamiento de la luminosidad de color de cascara en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.	<b>25</b>
Figura 7. Comportamiento de la luminosidad de color de pulpa en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.	<b>27</b>

<p>Figura 8. Comportamiento de vitamina C en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.</p>	<p><b>29</b></p>
<p>Figura 9. Comportamiento de fenoles en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.</p>	<p><b>30</b></p>
<p>Figura 10. Comportamiento de flavonoides en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05). DMSH; 3.308.</p>	<p><b>31</b></p>
<p>Figura 11. Comportamiento de la actividad antioxidante por el método de ABTS (A), DPPH (B) y FRAP (C) en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). FRAP DMSH: 16.089, DPPH DMSH: 14.95</p>	<p><b>33</b></p>

## Resumen

El aguacate 'Hass' Persea americana representa en el estado de Morelos un cultivo de alto valor y que actualmente se fomenta para su cultivo debido a su gran demanda para consumo en fresco y la agroindustria, tanto a nivel nacional como internacional. En la región de mayor producción en Morelos, escasos estudios se han realizado sobre el efecto de la aplicación de fertilizantes en el rendimiento y calidad del producto, aspecto que fue el objetivo de este trabajo. Se realizaron análisis de suelo en una huerta en producción de 8 años de edad y se utilizó la fórmula de restitución se aplicó entre el 100 y 160% de los requerimientos de NPK y se determinó el rendimiento, calidad y algunas características físicas, químicas y fisiológicas en poscosecha de los frutos. Las dosis de nutrición evaluadas no tuvieron efecto en el rendimiento y calidad de aguacate 'Hass' en Huecahuasco, Ocuituco, Morelos, posiblemente porque solo se aplicó las dosis durante un año. La dosis de restitución más 60 % incrementan la velocidad de respiración, producción de etileno que acelera el ablandamiento y la pérdida de peso es mayor, no se observó efecto en el color de epidermis. Se observó cierto efecto de la nutrición en la disminución de la actividad antioxidante, los fenoles y vitamina C contribuyen en mayor proporción en la actividad antioxidante. La nutrición con restitución y restitución entre 20 y 40 % son adecuadas para mantener la vida poscosecha de los frutos de aguacate 'Hass'.

**Palabras clave:** Aguacate, 'Hass', fenoles, DPPH, respiración, etileno, color.

## Summary

Avocado 'Hass' in Morelos State is a tree fruit production with highest value and at this moment the increase in surface is required because the increase in fresh consumption and agricultural industry, in the national and international market. In the production area in Morelos scarce studies about the effects of fertilization in yield and quality of the product are been realized, and this is the objective of the present study. Soil analysis of an orchard production with 8 years of stablimenth were realized and with the restitution formula the requirements of NPK among 100 and 160 % were calculated, and evaluated in the field during 17 months, the yield, quality and some physical , chemical and physiologicas characteristics in postharvest of the fruits were determined. Nutrition proportions evaluated has no efecto in yield and quality of avocado 'Hass' in Ocuituco, Morelos, because only one year of evaluation was carried out. The treatment of 60 % increase in the dosage on restitution increase the respiration velocity, ethylene production that increase the velocity of softening and the los weight in the fruit. No changes in the color of skin were detected among treatments. Certain changes in the antioxidant activity, total phenosl and vitaminn C were observed. Nutrition with 20 or 40 % more of the restitution formula are ade quate to mantain the postharvest life of avocado 'Hass' fruits.

**Key words:** Avocado, 'Hass', phenols, DPPH, respiration, ethylene, color.

## 1. INTRODUCCIÓN

El aguacate es un árbol originario de Mesoamérica, que es la región alta del centro de México y Guatemala (Williams, 1997). El árbol es perenifolio, extremadamente vigoroso alcanzando hasta 30 m de altura, aunque las razas mexicanas son más cortos, hasta 15 m; las hojas son alternas, pedunculadas, muy brillantes, alcanzan su tamaño final en 30 días, mostrando entre 350 a 510 estomas  $\text{mm}^{-2}$ ; las flores son perfectas en racimos subterminales, aunque cada flor abre en dos momentos distintos y separados, es decir; los órganos femeninos y masculinos son funcionales en diferentes tiempos, lo que evita la autofecundación, su raíz es superficial y no se extiende más allá de la línea de goteo de la copa de los árboles (Chanderbali *et al.*, 2013). El fruto de aguacate puede ser redondo, aplanado u oblongo, y la cáscara puede variar en textura y color, la pulpa es verde amarillento a amarillo brillante y cuando está madura es cremosa en consistencia, el fruto contiene una semilla que ocupa el 20 a 25 % de su peso; la alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados y otros fitoquímicos hacen que el aguacate sea un fruto muy nutritivo y saludable (Yahia y Wolf, 2011).

Se reconocen tres tipos de razas de aguacate; Mexicana, Guatemalteca y Antillana. La raza mexicana tiene como principal ventaja la resistencia al frío, así como su alto contenido de aceite. La raza guatemalteca presenta cáscara bastante gruesa si se compara con las otras tres razas, lo que le permite resistencia del fruto al transporte, sin embargo, como está formada por tejidos esclerificados son bastantes duros y no permiten saber con facilidad mediante el tacto si los frutos ya están en madurez de consumo. La raza antillana se adapta a clima tropical y como portainjerto es más tolerante a la salinidad (Barrientos *et al.*, 2015). A nivel mundial, la variedad 'Hass' raza mexicana es la que está establecida en mayor superficie.

La importancia socioeconómica del aguacate se deriva del beneficio que derrama entre productores, comercializadoras, industrializadores y consumidores. Los huertos generan empleo al demandar mano de obra para las podas, los riegos, el

cuidado nutritivo y fitosanitario, la cosecha, el acarreo, la selección, el empaque, el traslado, el mercado y ventas al mayoreo y menudeo. La demanda de mano de obra para la poda, cosecha, selección y comercialización es una aportación del aguacate a la atención de los problemas socioeconómicos derivados de la globalización de la economía. El valor del cultivo por unidad de área hace del aguacate una opción comercial enfocada a los mercados nacionales e internacionales. La importancia del aguacate en el mercado internacional ha crecido sostenidamente, dejando de ser una fruta exótica para incorporarse en la dieta de muchos países. Tiene un gran mercado para su consumo en fresco y de sus procesados, tales como guacamole, congelados y pasta (Téliz y Marroquín, 2015).

En 2017 el área total cosechada de aguacate a nivel mundial fue de 587,278 ha, de las cuales se colectan 5,924,398 t. El continente americano mantuvo la mayor producción con un total de 4,385,364 t. A nivel de países, México lidera la producción con un total de 2,029,886 t, seguido de República Dominicana con 637,688 t, Perú con 466,758 t, Indonesia con 363,157 t, Colombia con 314,275 t, Brasil aporta 213,041 t, Kenia con 194,276 t, Venezuela con 133,922 t, Chile con 133,636 t y finalmente Estados Unidos de América con una aportación de 132,730 t (FAOSTAT, 2017).

En México los estados con mayor producción de aguacate son; Michoacán con una producción de 1,565,895.76 t, Jalisco con 169,688.15 t, Estado de México con 108,767.56 t, Nayarit con 49,245.79 t, y finalmente el estado de Morelos con 34,845.57 t de producción de aguacate; en Morelos los principales municipios productores son: Ocuilco con 13,497.20 t, Tetela del Volcán con 12,683.17 t y Yecapixtla con 3,161.08 t (SIAP, 2017).

El aguacate es hasta cierto punto un cultivo rústico, en condiciones subtropicales con clima templado todo el año, inviernos benignos, lluvias abundantes y suelos ligeros y bien drenados, puede prosperar y producir rendimientos aceptables (2-6 t ha<sup>-1</sup>), prácticamente sin riego y fertilización (Coria, 2008). Sin embargo, Tapia *et al.* (2015) indican que los suelos donde se produce aguacate, en el mundo generalmente, son muy jóvenes en términos geológicos, de fácil drenaje, friables, ligeros y debido a estas características, son también de baja fertilidad natural. Por

estas características, el manejo del suelo para suplir las necesidades nutricionales del cultivo es una práctica que adquiere relevancia y que se vuelve indispensable para la obtención de fruto de calidad en peso, tamaño, apariencia y forma, que satisfaga los gustos del consumidor final (Tapia *et al.*, 2015).

En Ocuilco, Morelos se tiene una superficie de 1, 971 ha en producción de aguacate, donde la comunidad de Huecahuasco cuenta con importante aportación (SIAP, 2020). La producción de aguacate en Huecahuasco es mediante el manejo de aguacate 'Hass' injertado en materiales criollos, podas de mantenimiento, distancia de plantación, control de plagas y enfermedades. Sin embargo, en la nutrición, aún se maneja de forma empírica, en algunos casos no se realiza aplicación de fertilizantes, y en otros se aplican fertilizantes orgánicos y químicos de acuerdo con experiencias personales. Actualmente la mayor conciencia mundial en el uso eficiente de los insumos, ha impulsado la práctica de utilizar los fertilizantes con mayor cuidado y buscando siempre mantener al árbol en condiciones nutrimentales adecuadas (Tapia *et al.*, 2015).

Maldonado *et al.* (2001) y Conde-Delgado *et al.* (2018) mencionan que las fórmulas de fertilización que se habrían de utilizar deben obtenerse mediante el método de restitución, que consiste en reponer al suelo los nutrientes extraídos por tonelada de fruta tomando en cuenta los nutrientes disponibles en el suelo y el rendimiento esperado de 20 t ha<sup>-1</sup>. Recomiendan utilizar la siguiente fórmula: Requerimientos de elemento (N, P o K) = remoción – aporte del suelo/eficiencia del fertilizante. La remoción de nutrientes extraídos por tonelada de frutos de aguacate Hass es; Nitrógeno (N)= 2.73 kg, Fósforo (P)= 0.72 kg, Potasio (K)= 4 kg (Maldonado *et al.* 2007).

En Morelos, Tapia *et al.* (2008) sugiere una aplicación de 0.2 -0.2 – 0.3 kg de N-P-K para mantener al menos un rendimiento de 10 t ha<sup>-1</sup> y 25 % de fruta superior a 200 g. Sotelo (2014) realizó aplicación de dosis de fertilización en aguacate 'Hass' en Jumiltepec, Ocuilco Morelos. Con las dosis de fertilización evaluadas que constan de; dosis calculada más el 15 %, dosis calculada más el 40 % y dosis aplicada por los productores, se logró incrementar el tamaño de los frutos en 15% en el agrohábitat 1,

24.1% en el agrohábitat 2 y 24.8% en el agrohábitat 3, en comparación al tamaño de fruto que obtienen los productores con la dosis tradicional. Los aguacates con el 40 % más de la dosis calculada fueron los que obtuvieron mayor aceite a diferencia de los otros tratamientos. El contenido de humedad fue mejor en los tratamientos con 40 % de la dosis y la utilizada por los productores. Las cenizas totales en los frutos de aguacate fueron mejor en los tratamientos con 15 y 40 % más de la dosis calculada.

En Huecahuasco, Morelos, no se ha realizado alguna investigación de evaluación sobre la nutrición en el rendimiento y calidad del fruto en poscosecha, aspecto que se abordó en el presente trabajo.

## **2. OBJETIVO**

Evaluar el rendimiento y calidad de frutos de aguacate 'Hass' donde se aplique dosis de restitución entre 100 y 160 %, para determinar la mejor dosis de nutrición.

## **3. HIPÓTESIS**

El rendimiento y la calidad del aguacate 'Hass' en Huecahuasco, Ocuilco, aumentará y será mejor con la aplicación de la fórmula de restitución al 120% favoreciendo una producción con un rendimiento cercano a 20 t ha<sup>-1</sup> y una mejora en calidad de; color, pulpa, firmeza y peso del fruto.

#### 4. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la parcela San Sebastián ubicada en la localidad de Huecahuasco, Ocuituco (18.928757, -98.790326,) una altitud de 2,041 msn. Con un clima templado subhúmedo, fisiografía de lomerío y una unidad de suelo tipo andosol (Ornelas *et al.*,1990).

El tipo de variedad del aguacate es 'Hass' (*Persea americana*) injertado sobre porta injerto criollo, con una edad de 9 años en producción, la parcela tiene una densidad de 250 plantas por hectárea con una distancia de 6 x 6 m entre cada planta y es de temporal. El tipo de suelo es andosol, el manejo del cultivo por parte del productor es la aplicación de nutrientes de materia como la pollinaza y estiércol de bovino, estas dos aportaciones las realizan cada 3 años, la aplicación de estos nutrientes es dentro del radio de la copa del árbol, se aplican a consideración del productor que van de 3 a 6 kg por árbol, el abono solo se deja en la superficie del suelo sin hacer ninguna mezcla con otro abono o con la misma tierra. Realiza aplicaciones de fertilizante químico triple 18, la aplicación de este fertilizante se efectúa cada 2 años y la cantidad de aportación por árbol es a consideración del productor que puede ser de entre 1 kg y 2 kg por planta. El productor no ha realizado podas desde el inicio de la plantación del árbol por lo que está a libre crecimiento, hace aspersiones con insecticidas cada 2 meses para el control de plagas como la araña roja (*Olyganychus perseae*) y cristalina (*Oligonychus perseae*), barrenador de rama (*Copturus aguacatae*) y hueso (*Conotrachelus perseae*), trips (*Pseudophilothrips perseae*). El control de maleza se realiza en época de lluvia para evitar la propagación de hierba invasora, utilizando la maquina desmalezadora es como se lleva a cabo este trabajo.

Se realizó un análisis de suelo para obtener el contenido de N P K y después realizar las fórmulas de nutrición. La técnica para la recolección de las muestras se llevó acabo en la parte de goteo de la copa del árbol, se hizo un corte en forma de "V" sobre el suelo a una profundidad de 30 cm, se desecharon los primeros 5 cm del corte y el resto se colocó en un balde limpio y descontaminado , se tomaron 25 muestras

aleatorias en forma de zigzag en el área del experimento, y todas se colocaron en una superficie de plástico limpio para que se homogenizara la muestra, se consideró el método de cuarteo que consiste en: partir la muestra en 4 cuadrantes y seleccionar dos cuadrantes opuestos y los otros dos cuadrantes se desecharon, los dos cuadrantes seleccionados se vuelve a homogenizar y se hizo el mismo procedimiento de cuarteo hasta obtener la cantidad de suelo requerida para el análisis de suelo.

Se realizaron los análisis de suelo en el Laboratorio Central Universitario de Chapingo al Departamento de Suelos, se evaluaron 3 muestras con un peso de 1 kg en seco cada una, los parámetros determinadores fueron: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, Nitrógeno (N) orgánico, Fósforo (P) asimilable, Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeso (Mn), Boro (B), Densidad aparente y Textura (Figura 1).



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



No. DE OFICIO: 158

USUARIO: **ALDO ALBERTO CASTILLO DE LA ROSA**

PROCEDENCIA: HUECAHUASCO, OCUITUCO, MORELOS

TIPO DE MUESTRA: SUELO (3 MUESTRAS)

Nº CONTROL	pH	C. E. dS m <sup>-1</sup>	MO %	N. Inorg. mg kg <sup>-1</sup>	P mg kg <sup>-1</sup>	K mg kg <sup>-1</sup>	Ca mgKg <sup>-1</sup>
943	6.27	-	-	13.7	169.6	986	-
944	8.28	-	-	13.7	70.1*	1006	-
945	6.25	0.26	5.77	13.7	124.78	982	1882

Nº CONTROL	Mg mg kg <sup>-1</sup>	Fe mg kg <sup>-1</sup>	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	B mg kg <sup>-1</sup>	Dens. Apar. g cm <sup>-3</sup>
943	-	-	-	-	-	-	-
944	-	-	-	-	-	-	-
945	293	122.456	18.34	4.884	5.524	2.82	1.10

Nº CONTROL	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura
943	-	-	-	-
944	-	-	-	-
945	67.5	27.3	5.2	FRANCO-ARENOSO

**METODOLOGIA:**

pH: POTENCIOMETRICO, RELACION SUELO-AGUA, 1:2.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE): PUENTE DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN SUSPENSIÓN MUESTRA: AGUA, 1:2.

MATERIA ORGANICA (MO): WALKLEY Y BLACK.

NITROGENO INORGANICO (N. Inorg.): EXTRAIDO CON CLORURO DE POTASIO 2N Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR.

FOSFORO ASIMILABLE (P): BRAY P-1, \*OLSEN

POTASIO (K): EXTRAIDO EN ACETATO DE AMONIO 1.0 N, pH 7.0, RELACIÓN 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISION DE FLAMA.

CALCIO, MAGNESIO (Ca, Mg): EXTRAIDO CON ACETATO DE AMONIO 1.0 N, pH 7.0, RELACIÓN 1:20 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATOMICA.

HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO (Fe, Cu, Zn, Mn): EXTRAIDO CON DTPA RELACIÓN 1:4 Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATOMICA.

BORO (B): EXTRAIDO CON CaCl<sub>2</sub> 1.0M Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA CON AZOMETINA-H.

DENSIDAD APARENTE (DAP): METODO DE LA PROBETA.

TEXTURA (TEX): HIDROMETRO DE BOUYOUCCOS.



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



**IDENTIFICACION:**

943: PRODUCTOR: ALDO CASTILLO, MUESTRA 1, DETERMINAR: NI, P, pH, K.

944 MEUSTRA 2, PRODUCTOR: ALDO CASTILLO, DETERMINAR: NI, P, pH, K.

945 MUESTRA 3, DETERMINAR DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD DEL SUELO.

ATENTAMENTE.

*Edmundo Robledo Santoyo*  
DR. EDMUNDO ROBLEDO SANTOYO

JEFE DEL LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO

Km. 38.5 Carretera Federal México-Texcoco, Chapingo, Méx., CP. 56230, Tel. (01 595) 95-2-16-36, (01 595) 2 1500 ext.6738, 6739 Y 6681

Figura 1: Resultados de los análisis de suelo. Realizados en el departamento de suelos laboratorio central universitario Chapingo.

Con los resultados del análisis de suelo y considerando un rendimiento objetivo de 20 t ha<sup>-1</sup>, se utilizó la fórmula de restitución: Requerimientos de elemento (N, P o K) = remoción – aporte del suelo/eficiencia del fertilizante. para calcular la dosis de restitución y los tratamientos de 20, 40 y 60 % (Cuadro 1)

El experimento se llevó acabo en 20 árboles, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, se tuvieron cinco bloques utilizando un árbol para cada tratamiento, con el mismo vigor de tallo y copa, con una altura de tres metros aproximadamente cada uno, se evaluaron 5 repeticiones por tratamiento. Los tratamientos fueron: 1) Testigo, 2) 100 % de restitución, 3) 100 % + 20 % de restitución, 4) 100 % + 40 % y 5) 100 % + 60 %.

Cuadro 1: Dosis de Nitrógeno (N) , Fosforo (P) , Potasio (K), requerido por la planta de aguacate 'Hass' en cada tratamiento.

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>
<b>T1</b>	Testigo	Testigo	Testigo
<b>T2</b>	0.436 kg árbol <sup>-1</sup>	0.334 kg árbol <sup>-1</sup>	0.650 kg árbol <sup>-1</sup>
<b>T3</b>	0.524 kg árbol <sup>-1</sup>	0.401 kg árbol <sup>-1</sup>	0.780 kg árbol <sup>-1</sup>
<b>T4</b>	0.611 kg árbol <sup>-1</sup>	0.468 kg árbol <sup>-1</sup>	0.910 kg árbol <sup>-1</sup>
<b>T5</b>	0.698 kg árbol <sup>-1</sup>	0.534 kg árbol <sup>-1</sup>	1.041 kg árbol <sup>-1</sup>

Cuadro 2. Fertilizantes utilizados para realizar la aplicación de las dosis de nutrición evaluados

	<b>Urea</b>	<b>Superfosfato Triple</b>	<b>Cloruro de Potasio</b>
<b>T1</b>	Testigo	Testigo	Testigo
<b>T2</b>	0.949 Kg/A	0.726 Kg/A	1.084 Kg/A
<b>T3</b>	1.138 Kg/A	0.871 Kg/A	1.300 Kg/A
<b>T4</b>	1.328 Kg/A	1.016 Kg/A	1.517 Kg/A
<b>T5</b>	1.518 Kg/A	1.161 Kg/A	1.734 Kg/A

La aplicación de los fertilizantes fue en época de lluvias, fraccionando la fertilización en dos ocasiones, una al inicio del periodo de lluvias y otra después de 1 mes. En la primera se aplicó todo el P y K, y la mitad de N; en la segunda aplicación se adicionará la mitad restante de nitrógeno. Después de 6 a 7 meses (enero 2019) se cosecharon los frutos de cada árbol y se evaluó el rendimiento por árbol, número de frutos por calidad: primera, segunda y tercera.

De cada árbol se seleccionaron 6 frutos de primera o segunda y se llevaron al laboratorio de producción agrícola de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, donde se evaluó durante el periodo de maduración variables físicas, químicas y fisiológicas. Se realizaron evaluaciones destructivas y no destructivas, a los 0, 3, 6, y 9 días después del corte y durante la maduración. En las variables destructivas se realizaron en seis frutos. La unidad experimental fue un fruto y se tuvieron seis repeticiones.

Durante el periodo de evaluación se determinaron las condiciones de temperatura en la huerta con ayuda de un data logger Hobo®.

## Variables no destructivas

### Pérdida de peso

La pérdida de peso se evaluó pesando cada fruto en una balanza digital (OHAUS®, Pro scout, USA) y se utilizó la fórmula:  $[(P_i - P_f / P_i) * 100]$ , donde  $P_i$ = peso inicial,  $P_f$ = peso final.

### Velocidad de respiración y producción de etileno

La velocidad de respiración y producción de etileno se determinó por el método estático (Salveit, 2016), se colocaron los frutos en recipientes (un fruto en cada recipiente) sellados durante 2 horas, posteriormente se extrajo del espacio de cabeza 1 mL del gas, el cual se inyectó en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies® 7890a (USA) y se cuantificó la concentración de los gases. Las condiciones de temperatura del inyector, horno y detectores DCT (Detector de Conductividad Térmica) para la determinación de CO<sub>2</sub> y FID (Ionización de Flama), fueron de 150, 80 y 170 °C. Se utilizó nitrógeno como gas de arrastre, para medir la concentración de gas en las muestras, se usó el método de calibración absoluta utilizando estándares (Praxair®) de CO<sub>2</sub> (460 mg L<sup>-1</sup>) y etileno (100 mg L<sup>-1</sup>).

### Parámetros de color

El color de cáscara se midió en tres zonas específicas de cada uno de los frutos para tomar las lecturas, con ayuda de un espectrofotómetro (X-rite, Mod. SP64, USA), que proporcionó lecturas de L\* = Luminosidad (0: blanco, 100: negro); C\* = cromaticidad (del gris); h = ángulo de matiz (0: rojo, 100: amarillo). Los resultados de cada fruto fueron el promedio de la toma de las 3 lecturas, los datos se reportaron respectivamente en L\*, C\* y h (Neguerula, 2012).

## Variables destructivas

### Firmeza

La firmeza se midió eliminando parte del epicarpio en la parte ecuatorial de dos lados opuestos, con la ayuda de una estación de pruebas EZ Test (Mod. SM-100N168), con capacidad de 100 N, con un puntal cónico (4.7 mm. de diámetro en la base). El valor promedio de la firmeza fue el resultado de dos lecturas de cada fruto, reportando los datos en Newton (N).

### Color de Pulpa

El color de pulpa se evaluó, realizando dos cortes ecuatoriales en lados opuestos para eliminar parte del epicarpio, con ayuda de un espectrofotómetro (X-rite, Mod. SP64, USA) que genera lecturas de L\*=luminosidad (0: blanco, 100; negro); C\*=cromaticidad (del gris); h=ángulo matiz (0: rojo, 100: amarillo) (Neguerula, 2012).

### Flavonoides totales

Los flavonoides totales se determinaron usando la metodología de Arvouet-Grand *et al.* (1994). Para esto se pesó un gramo de pulpa y se mezcló con 10 mL de metanol, la mezcla se homogenizó con ayuda de un Ultra Turrax (IKA®, USA) y se centrifugó a 4500 rpm durante 20 min. Para la reacción se tomaron 0.5 mL del sobrenadante y se le agregaron 2 mL de tricloruro de aluminio más 1.5 de metanol, se dejó reposar por 15 min en la oscuridad y posteriormente se realizaron lecturas de absorbancia a 415 nm en un espectrofotómetro (HACH DR 5000®, USA) los resultados se expresaron como mg equivalentes a quercetina 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco.

### Actividad antioxidante por los métodos DPPH, ABTS, FRAP.

Para la obtención de los extractos de muestra se pesó un gramo de pulpa y se

homogenizo con un Ultra Turrax (IKA®, USA) cada una con agua destilada (1:10) se centrifugo a 4500 rpm por 20 min y el sobrenadante se utilizó para la obtención de las muestras para determinar las variables para analizar.

Para la obtención de DPPH (1,1 difenil -2- picrilhidrazil) se utilizó la metodología propuesta por Brand *et al.* (1995). Con mínimas modificaciones, lo cual consistió en colocar una celda de cuarzo con 3 mL de solución metanolica  $6.1 \times 10^{-5}$  M (Sigma Aldrich®, USA) y se hicieron reaccionar con 115  $\mu$ L de solución muestra, la mezcla se dejó reposar en la oscuridad durante 20 min y se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro (HACH DR 5000®, USA) a 517 nm. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA)  $100 \text{ g}^{-1}$  de peso fresco.

La metodología por ABTS (ácido 1-2'-azinobis(3-etilbenzotiazolín-6-sulfónico), se preparó el reactivo ABTS (Sigma-Aldrich®, USA) y Persulfuro de Potasio ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) y se mezcló 1:1, se dejó reposar durante 16 horas. Se diluyó con etanol al 20 % hasta alcanzar una absorbancia de  $0.7 \pm 0.002$  a 734 nm. Para la reacción se agregaron 3 mL de ABTS con 50  $\mu$ L de muestra y se dejó reaccionar durante 15 min, la absorbancia se leyó a 734 nm en el espectrofotómetro (HACH DR 5000®, USA). los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA)  $100 \text{ g}^{-1}$  peso fresco (Re *et al.*, 1999).

Para la metodología de FRAP se realizó mediante los pasos desarrollados por Benzie y Strain (1996): se preparó reactivo FRAP (TPTZ (2,4,6-tripiridil-s-triazina 10 mM),  $\text{FeCl}_3$  y tampón acetato de sodio (0.3 mM), se mezcló 1.9 mL de FRAP con 100  $\mu$ L de muestra, se dejó reposar durante 30 min a  $37^\circ\text{C}$  y se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro (HACH DR 5000®, USA) a 593nm. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido ascórbico (EAA)  $100 \text{ g}^{-1}$  peso fresco.

#### Fenoles Totales

La cantidad de fenoles totales (FEN) se realizó siguiendo la metodología de foliocalteuo (Singleton *et al.* 1999). Se homogenizo 1 gramo de pulpa con 10 mL de

agua destilada con ayuda de un Ultra Turrax (IKA®, USA) y posteriormente se centrifugo a 12000 rpm durante 15 min a una temperatura de 4°C. se tomo 0.5 mL del sobrenadante y se mezcló con 2.5 de reactivo folin-ciocalteu (1:10), después de 5 min se adicionaron 2 mL de carbonato de sodio a 7.5% (p/v) se dejó reposar por 2 horas; posteriormente se realizaron las lecturas en un espectrofotómetro (HACH DR 5000®, USA) a 760 nm. Los resultados se expresaron en mg equivalentes de ácido gálico (EAG) 100g<sup>-1</sup> de peso fresco.

### Vitamina C

Para la obtención de la cantidad de vitamina C se siguió la metodología propuesta por Jacota y Dani (1982). La cual es una técnica colorimétrica para la estimación de vitamina C, usando el reactivo Folin-Ciocalteu. Se pesó 0.5 gramos de muestra y se homogenizó con 5 mL de ácido Tricloracético (TCA) al 10 % p/v; con la ayuda de un Ultra Turrax (IKA®, USA). Se colocaron en un baño de hielo durante 10 min, posteriormente se centrifugo a 11500 rpm durante 20 min a una temperatura de 4°C. Al termino del centrifugado, se realizó un filtrado en vasos de precipitados con papel filtro de las muestras, ya centrifugadas para obtener una muestra más limpia. Para la reacción se utilizó 1 mL de la muestra, se le agrego 0.8 mL de agua bidestilada y 0.2 mL del reactivo Folin-Ciocalteu, se dejó reaccionar en la oscuridad durante 15 min y se leyó la absorbancia en un espectrofotómetro (HACH DR 5000®, USA) a 760 nm. Para estimar el contenido de vitamina C se construyó una curva estándar con ácido ascórbico, la concentración total se expresó en mg por 100g<sup>-1</sup> de peso fresco

### Análisis de datos

Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ), utilizando el programa SAS con los comandos GLM y MEANS (Castillo, 2011).

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el periodo de evaluación la temperatura promedio fluctuó entre 14.3 y 21.63 °C, las temperaturas mínimas promedio entre 4.9 y 12.1 °C y las temperaturas promedio máximas entre 23.3 y 34.7 °C (Cuadro 3). Los meses más fríos fueron diciembre, enero y febrero de 2019 y los más calurosos abril y mayo de 2020 (Cuadro 3). Paull y Duarte (2011) indican que temperaturas nocturnas entre 15-20 °C y durante el día ~20 °C son adecuadas para el desarrollo floral crecimiento del tubo polínico y desarrollo del embrión en aguacate. Lo anterior indica que las condiciones de temperatura promedio en la región de estudio son las ideales para aguacate.

Cuadro 3. Temperatura máxima, promedio y mínima durante el periodo de evaluación en Huecahuasco, Ocuituco, Morelos.

Mes	Promedio	Mínima	Máxima
nov-18	15.3186175 °C	6.56 °C	24.7875 °C
dic-18	14.3598282 °C	4.90805556 °C	24.1705556 °C
ene-19	14.4550895 °C	5.84722222 °C	25.55 °C
feb-19	17.7252123 °C	5.75694444 °C	30.1088889 °C
mar-19	19.329171 °C	8.59277778 °C	31.4594444 °C
abr-19	20.555347 °C	8.21888889 °C	33.1586111
may-19	21.2664433 °C	11.8075 °C	34.7713889 °C
jun-19	18.9964682 °C	12.17111111 °C	31.0519444 °C
jul-19	17.6316254 °C	11.3088889 °C	29.4297222 °C
ago-19	17.3880234 °C	11.5798886 °C	24.3451112 °C
sep-19	16.2355622 °C	11.9847776 °C	24.8651111 °C
oct-19	16.3289678 °C	11.2378782 °C	23.0188711 °C
nov-19	16.9848796 °C	9.34666911 °C	24.4198838 °C

dic-19	15.0167367 °C	6.34666891 °C	24.2122278 °C
ene-20	14.553668 °C	5.1195777 °C	23.3233356 °C
feb-20	17.8344457 °C	6.55888827 °C	25.4677765 °C
mar-20	19.9922296 °C	8.00166622 °C	27.8475775 °C
abr-20	21.3399927 °C	8.77755539 °C	32.9877776 °C

La humedad relativa promedio ente noviembre de 2018 y abril de 2020 estuvo entre 48 y 89.1 % (Cuadro 4). La menor humedad relativa se detectó en mayo de 2019 y la máxima en septiembre de 2019 (Cuadro 4). Paull y Duarte (2011) indican que una humedad alta, excediendo el 50 % es deseable especialmente durante la floración y el amarre de fruto. En la región de estudio la humedad relativa promedio en todos los meses es superior a 53 %, por lo que se considera ideal para el cultivo de aguacate.

Cuadro 4. Mínima, máxima y promedio de la humedad relativa que se obtuvo durante el trabajo de investigación, la información se encuentra dividida en meses.

Mes	Promedio	Mínima	Máxima
nov-18	86.5876531 %	35.05 %	96.28 %
dic-18	63.9575286 %	24.1665 %	95.747 %
ene-19	60.6327067 %	24.3865 %	76.9295 %
feb-19	53.4157307 %	16.294 %	90.052 %
mar-19	48.0081565 %	15.476 %	90.143 %
abr-19	51.0776104 %	13.479 %	83.9105 %
may-19	71.9517503 %	11.472 %	94.821 %
jun-19	78.1530212 %	28.408 %	95.5665 %
jul-19	80.5998831 %	38.764 %	95.7515 %
ago-19	83.1066216 %	34.3205 %	96.1545 %
sep-19	88.2455778 %	37.241 %	96.6265 %
oct-19	89.1832385 %	33.916 %	94.2525 %
nov-19	85.5007435 %	27.058 %	93.416 %
dic-19	69.8551206 %	33.454 %	86.1945 %
ene-20	64.7342755 %	28.1075 %	79.9815 %
feb-20	62.7857033 %	25.267 %	95.6455 %
mar-20	55.0285722 %	16.727 %	93.338 %
abr-20	48.3021458 %	20.2905 %	87.452 %

## Rendimiento y calidad de fruta

No se detectaron diferencias significativas en el rendimiento, número de frutos y calidad de la producción por clasificación, en ambos años de evaluación (Cuadro 5, 6, 7 y 8). Sin embargo, es importante la información generada, ya que no existe reporte de la producción de aguacate en Huecahuasco, Ocuituco, Morelos.

El rendimiento por árbol varió entre 66.9 y 82.8 kg árbol<sup>-1</sup> el primer año y entre 67 y 80.4 kg árbol<sup>-1</sup> en el segundo año (Cuadro 5 y 7). Salazar-García *et al.* (2009) reportan rendimiento por árbol entre 120.2 y 127.5 kg durante tres años consecutivos, cuando son fertilizados con sulfato de amonio (2.70 kg árbol<sup>-1</sup>), sulfato de potasio (2.1 kg árbol<sup>-1</sup>) y urea (0.489 kg árbol<sup>-1</sup>) aplicado en tres fracciones, los árboles tenían entre 10 y 12 años de edad y una distancia de plantación de 8 x 8 m. Salazar-García *et al.* (2014) reportan rendimientos de 197.1 kg en árboles de 10 años de edad a una densidad de 8 x 8 m fertilizados con 0.5 kg de urea y 4.2 kg de sulfato de potasio, aplicado en dos fracciones en época de lluvias. El rendimiento en Huecahuasco, fue menor, pero se atribuye a la edad menor que tenían los árboles, pero también a la falta de manejo, ya que la densidad a la que están cultivando, no favorece la entrada de luz, lo cual puede ser un factor importante en la productividad del aguacate.

El rendimiento por hectárea en ambos años fue entre 17.7 y 20.7 t (Cuadros 5 y 7). En Morelos, el rendimiento promedio se reporta de 8.2 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2020). Esto indica que en Huecahuasco el rendimiento es entre 2 y 2.5 veces más el rendimiento promedio estatal, atribuible a condiciones climáticas y manejo en la región.

En Huecahuasco la producción se clasifica en primera, segunda y tercera, en ambos años la producción de frutos de primera fue entre 0.20 y 0.22 kg, los de segunda entre 0.16 y 0.19 y los de tercera entre 0.13 y 0.15 kg (Cuadros 6 y 8). Considerando el total y la cantidad de frutos por cada categoría, primera, segunda y tercera (Cuadro 6 y 8), la producción de primera calidad fue entre 40.4 y 64.4 %, la de segunda entre 20.4 y 29.4 %, y la de tercera entre 5.4 y 31.5 %, en ambos años de evaluación (Cuadros 6 y 8).

Salazar-García *et al.* (2009) al evaluar durante tres años la fertilización de dosis normal (restitución) y alta (50 % más de la restitución) determinaron mayor producción en fruta de primera (entre 170 y 210 g) de entre 54.2 y 61.1 kg árbol<sup>-1</sup>, superior a lo obtenido en el presente trabajo (Cuadros 5 y 7); y también reportan incrementos en el rendimiento al aplicar durante tres años las dosis de nutrición antes mencionadas. En el presente trabajo probablemente no se observaron diferencias debido a la nutrición porque solo se aplicó las dosis de fertilización durante un año y no fue suficiente para observar efecto en el rendimiento.

Cuadro 5. Rendimiento y calidad de frutos de aguacate ‘Hass’ después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Primera cosecha 2018.

Tratamiento	Rendimiento (kg árbol <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Frutos árbol (Núm.)	Primera (kg)	Segunda (kg)	Tercera (kg)
100 %	81.9 <sup>z</sup>	20,475	457.2	41.8	21.5	18.6
120 %	70.3	17,575	388.4	42.3	15.2	12.9
140 %	82.8	20,700	461.2	42.4	20.8	19.6
160 %	72.0	18,000	335.5	38.6	17.0	16.4
Testigo	66.9	16,725	361.8	37.1	14.3	15.6
DMSH	48.7	12.1	284.6	34.5	14.6	18.0
C. V.	48.7	36.5	39.68	44.0	42.5	50.6

<sup>z</sup>: Medias con ausencia de literales indica similitud estadística de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

Cuadro 6. Masa y proporción de la clasificación por calidad de frutos de aguacate ‘Hass’ después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Primer cosecha 2018.

Tratamiento	Primera	Segunda	Tercera	Primera	Segunda	Tercera
-------------	---------	---------	---------	---------	---------	---------

	(kg fruto <sup>-1</sup> )	(kg fruto <sup>-1</sup> )	(kg fruto <sup>-1</sup> )	(%)	(%)	(%)
100 %	0.20 <sup>z</sup>	0.17	0.14	44.3	27.3	28.4
120 %	0.20	0.17	0.14	56.8	21.4	21.6
140 %	0.21	0.16	0.14	42.8	28.0	29.1
160 %	0.21	0.18	0.13	64.9	29.7	5.4
Testigo	0.20	0.19	0.14	50.8	20.4	28.7
DMSH	0.03	0.03	0.03	47	10.7	37.8
C. V.	8.81	10.81	10.9	21.5	17.7	27.5

<sup>z</sup>: Medias con ausencia de literales indica similitud estadística de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

Cuadro 7. Rendimiento y calidad de frutos de aguacate ‘Hass’ después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Segunda cosecha 2019.

Tratamiento	Rendimiento (kg árbol <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Frutos árbol (Núm.)	Primera (kg)	Segunda (kg)	Tercera (kg)
100 %	80.4 <sup>z</sup>	20,100	425	43.0	21.2	16.2
120 %	78.6	19,650	418	46.8	17.8	14.0
140 %	78.8	19,700	440	36.8	22.2	19.8
160 %	68.4	17,100	390	34.8	15.8	17.8
Testigo	67.0	16,750	344	36.8	16.4	13.8
DMSH	40.0	10,017	213.3	29.6	14.9	11.9

C. V.	27.7	27.7	27.2	38.6	41.3	37.7
-------	------	------	------	------	------	------

<sup>z</sup>: Medias con ausencia de literales indica similitud estadística de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

Cuadro 8. Masa y proporción de la clasificación por calidad de frutos de aguacate ‘Hass’ después de fertilizarlos con diferentes dosis de nutrición. Segunda cosecha 2019.

Tratamiento	Primera (kg fruto <sup>-1</sup> )	Segunda (kg fruto <sup>-1</sup> )	Tercera (kg fruto <sup>-1</sup> )	Primera (%)	Segunda (%)	Tercera (%)
100 %	0.21 <sup>z</sup>	0.17	0.15	45.3	28.3	26.2
120 %	0.20	0.18	0.15	54.3	22.4	23.1
140 %	0.21	0.17	0.14	40.4	29.4	30.1
160 %	0.20	0.16	0.14	44.1	24.3	31.5
Testigo	0.22	0.18	0.15	47.8	25.1	27.0
DMSH	0.02	0.03	0.04	22.6	13.9	17.6
C. V.	6.42	10.1	14.6	25.3	27.7	32.9

<sup>z</sup>: Medias con ausencia de literales indica similitud estadística de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05).

## Calidad poscosecha

### Respiración

Los frutos testigo, iniciaron con una velocidad de respiración de  $0.47 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , tres días después se observó un incremento a  $0.61 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , posteriormente se observó una disminución en el sexto día de evaluación hasta  $0.44 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  y en el último muestreo se detectó una producción de  $\text{CO}_2$  de  $0.75 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  (Figura 1). Yahia *et al.* (2012) indica que el fruto de aguacate es climatérico, ya que presenta un incremento en la producción de  $\text{CO}_2$  durante la maduración, lo cual es similar en el presente trabajo. Los frutos de los árboles fertilizados con 160 % de la dosis de restitución y los frutos testigo tuvieron significativamente la mayor respiración ( $P \leq 0.05$ ; Figura 1). En contraste los frutos cosechados de los árboles fertilizados con el 100, 120 y 140 %, produjeron menor cantidad de  $\text{CO}_2$  ( $P \leq 0.05$ , Figura 1). Salveit (2018) indica que al disminuir la respiración se puede incrementar la vida poscosecha. Esto sugiere que los frutos de las dosis de nutrición entre 100 y 140 % de la dosis de restitución, pueden incrementar la vida poscosecha de los frutos.

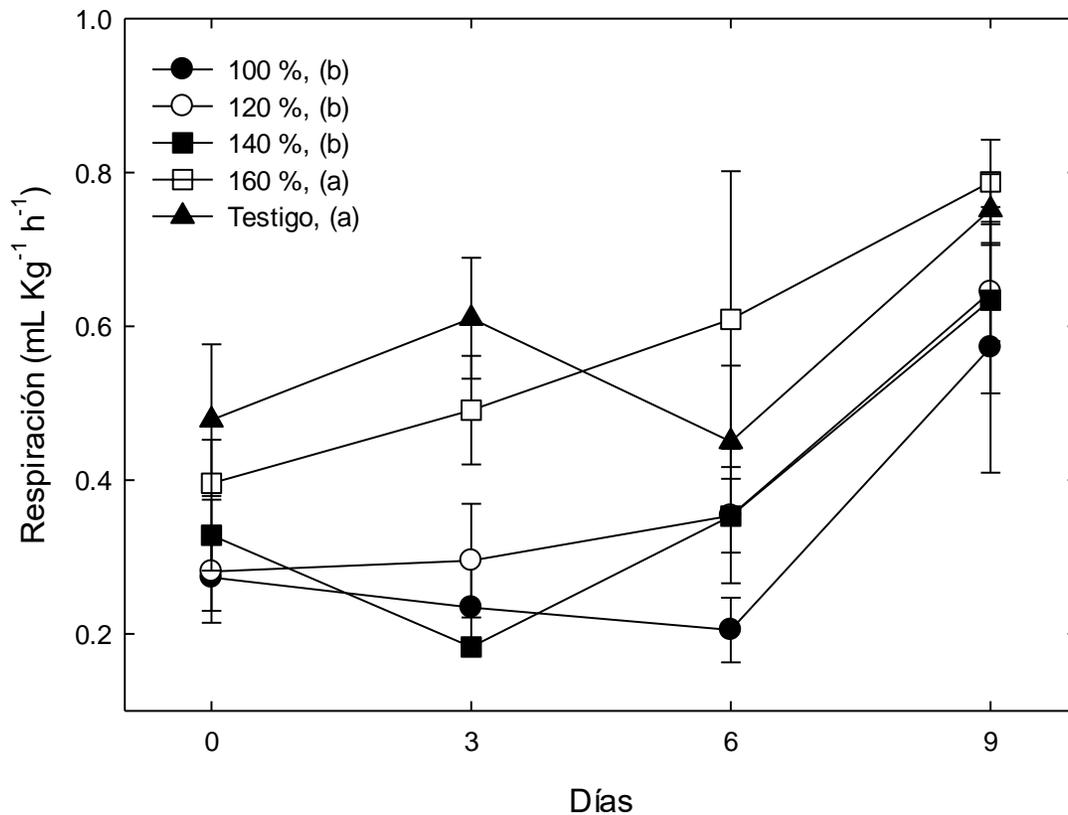


Figura 2. Comportamiento de la respiración en frutos de aguacate ‘Hass’ nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05). DMSH=0.14.

### Etileno

Los frutos fertilizados con la dosis de restitución + 60 % tuvieron la mayor producción de etileno ( $P \leq 0.05$ ), mostrando el máximo de al sexto día ( $184 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ), en tanto que los frutos con nutrición de restitución más 40 % mostraron la menor producción de etileno, su máximo de producción fue al sexto día ( $85 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ; Figura 2). El resto de los tratamientos mostraron sus máximos de producción a los tres o seis días (entre 123 y  $129 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$ ; Figura 2). Kader y Yahia (2011) reportan que existe

una relación inversa entre la producción de etileno y la vida en poscosecha; así los frutos con mayor producción de etileno tienen una menor vida poscosecha. Lo anterior sugiere que los frutos con dosis de restitución más 60 % mostraran menor vida poscosecha comparado con los frutos donde se aplicó la nutrición de restitución más 40 % (Figura 2).

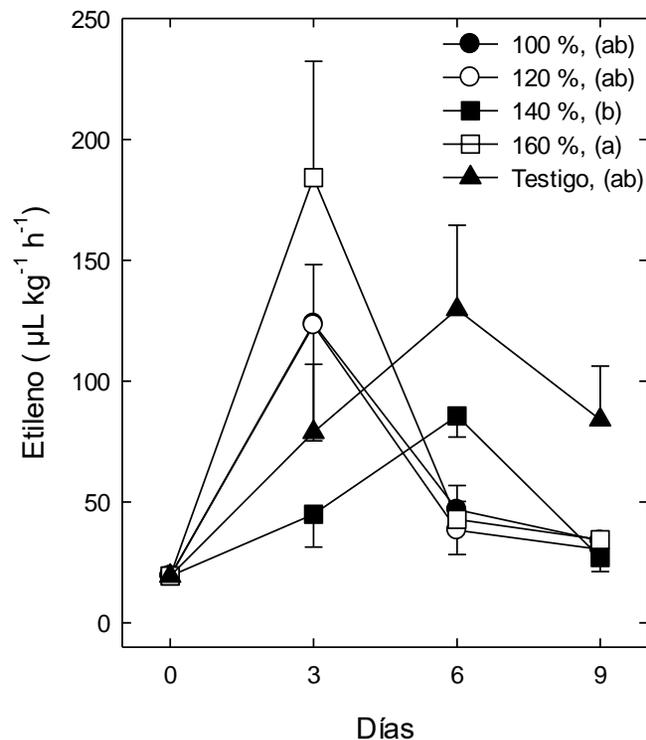


Figura 3. Producción de etileno en frutos de aguacate ‘Hass’ nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05).

### Firmeza

Los frutos testigo iniciaron con una firmeza de 80 N (madurez fisiológica), disminuyendo en cerca del 50 % de la firmeza al tercer día (39.9 N), y alcanzado una firmeza de 4 N (madurez de consumo), en el noveno día de evaluación se tuvo una firmeza de 1.2 N correspondiente a la sobre maduración (Figura 3). A pesar de que el

análisis de varianza no detectó diferencias entre los tratamientos, se observa que los frutos fertilizados con la dosis de restitución al 100 % y con la dosis de restitución + 60 % alcanzaron un ablandamiento cercano a la madurez de consumo (6-12 N) a los tres días de cosechados, en tanto que el resto de los tratamientos aun presentaban buena firmeza (entre 34 y 39 N) (Figura 3). Lo anterior coincide con una mayor respiración y producción de etileno en los frutos fertilizados con nutrición de restitución más 60 %. Seymour y Tucker (1993) reportan una fuerte relación entre el incremento de la actividad de degradación en pared celular (ablandamiento) y el aumento de respiración y producción de etileno. Esto confirma una menor vida postcosecha en los frutos con dosis de restitución + 60 %.

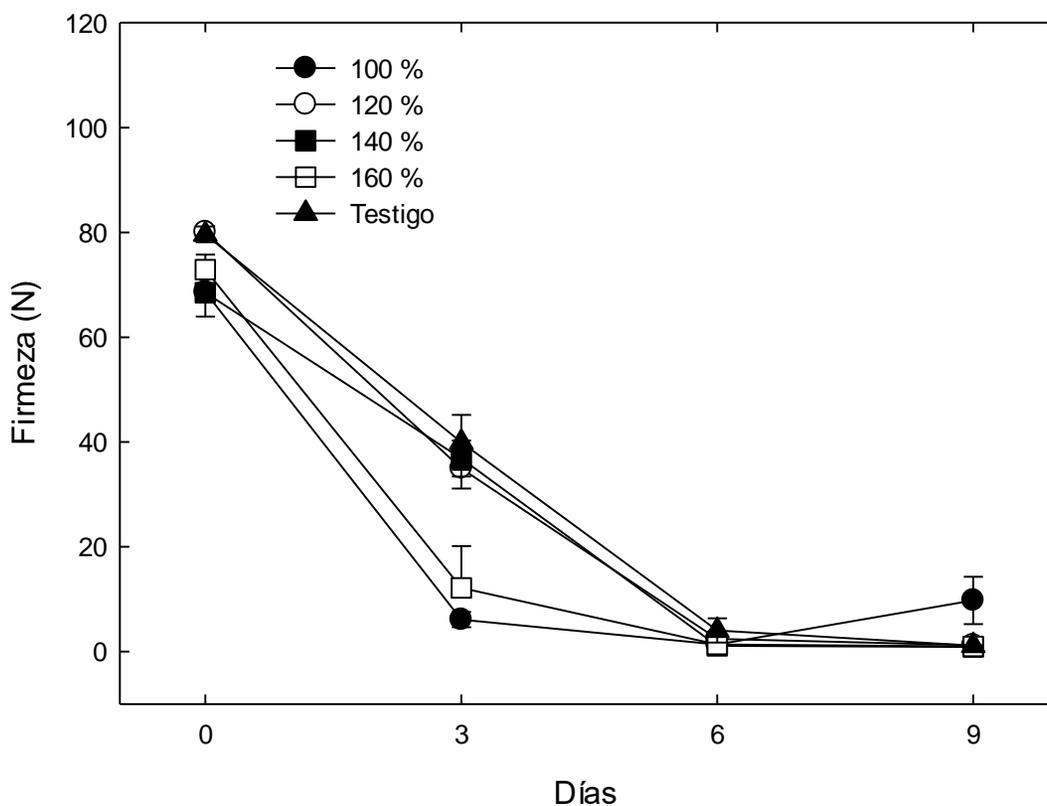


Figura 4. Comportamiento de la firmeza en frutos de aguacate ‘Hass’ nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.

## Pérdida de Peso

La pérdida de peso mostró un comportamiento lineal durante la maduración en los frutos de todos los tratamientos (Figura 4). Los frutos donde se aplicó la dosis de restitución al 100 %, y la dosis de restitución más 40 % ó 60 %, tuvieron la mayor pérdida de peso, alcanzado entre 6.5 y 7 % al sexto día de evaluación y entre 10 y 10.2 % a los 9 días (Figura 4). En tanto que los frutos testigo y con la dosis de restitución más 20 % mostraron una pérdida de peso significativamente menor a los tres días (entre 5.7 y 5.8 %) y nueve días (8.5 %) de evaluación (Figura 4). Rodríguez y Henao (2016) reportan una pérdida de peso de  $10.70 \pm 3.95$  después de 9 -16 días a 23 °C en frutos 'Hass' provenientes de árboles 'Hass' de nueve años y una distancia de plantación 6 x 6 m. Las diferencias de pérdida de peso son diferentes probablemente por las condiciones donde se desarrollaron los frutos, y se sigue manteniendo la tendencia de que los frutos fertilizados con la dosis de nutrición de restitución más 60 % tienen una mayor pérdida de agua, sugiriendo una menor vida poscosecha.

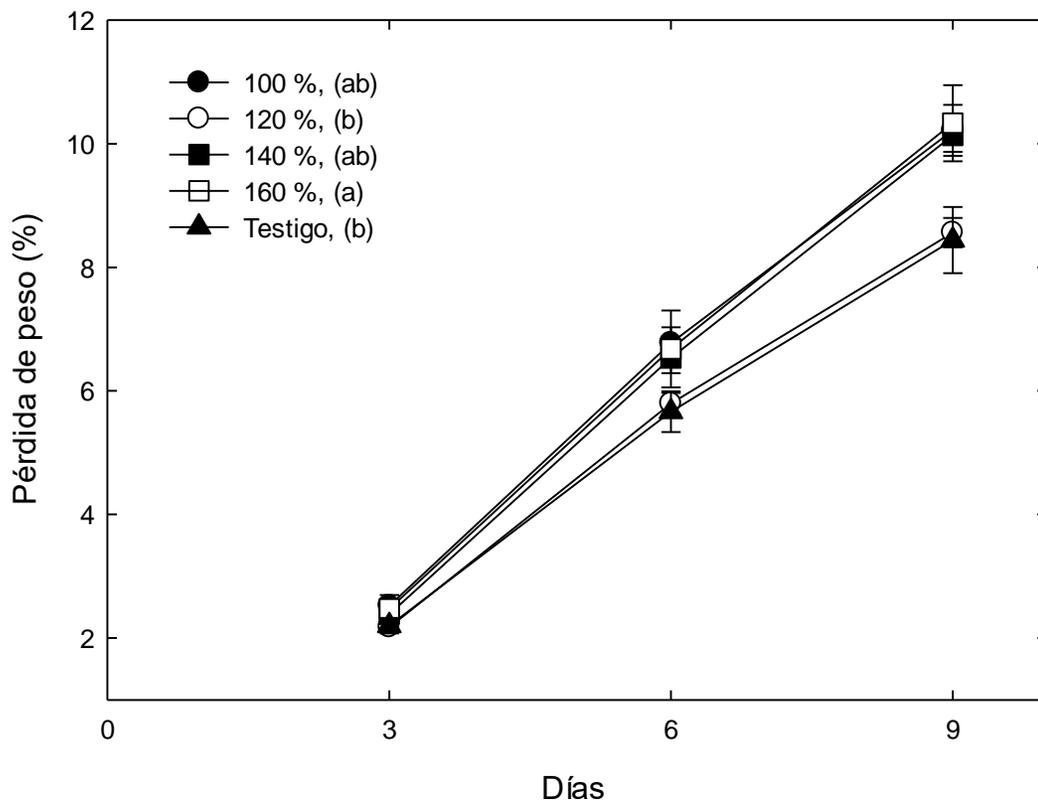


Figura 5. Comportamiento de la pérdida de peso en frutos de aguacate ‘Hass’ nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de Tukey (0.05). DMSH=2.56.

## Parámetros de color en cascara

No se detectaron diferencias significativas en la luminosidad, cromaticidad y matiz de los frutos donde se aplicaron diferentes dosis de nutrición ( $P \leq 0.05$ ; Figura 5). En general, al inicio del experimento el color de la cáscara fue tendiente al verde opaco y poco luminoso ( $L^*$ = entre 32-34;  $C^*$  entre 11.3 y 14.5 y  $h$ = entre 106 y 112.1), manteniéndose en similar color después de tres días, ya en el sexto día de evaluación el color mostró un cambio hacia el rojo púrpura opaco y poco luminoso ( $L^*$ = 25-28,  $C^*$ = 1-2.3,  $h$ =3.1-5.1) y finalmente en la sobremaduración, el color cambio hacia un rojo opaco y poco luminoso ( $L^*$ = 23-25;  $C^*$ = 2.6-3.7;  $h$ = 43-57) (Figura 5). Cox *et al.* (2004) indica que el aguacate 'Hass' cambia de un color verde forestal ( $L^*$ = 34.5,  $C^*$ =23 y  $h$ = 120) a púrpura ( $L^*$ =27,  $C^*$ = 6 y  $h$ = 65) y luego a negro ( $L^*$ = 24,  $C^*$ =4 y  $h$ = 78) en un periodo de 8 a 12 días, y estos cambios se atribuyen a un incremento en la concentración de antocianinas, específicamente cianidina 3-O-glucosido y disminución inicial de clorofilas. Similar comportamiento se observó en el presente trabajo.

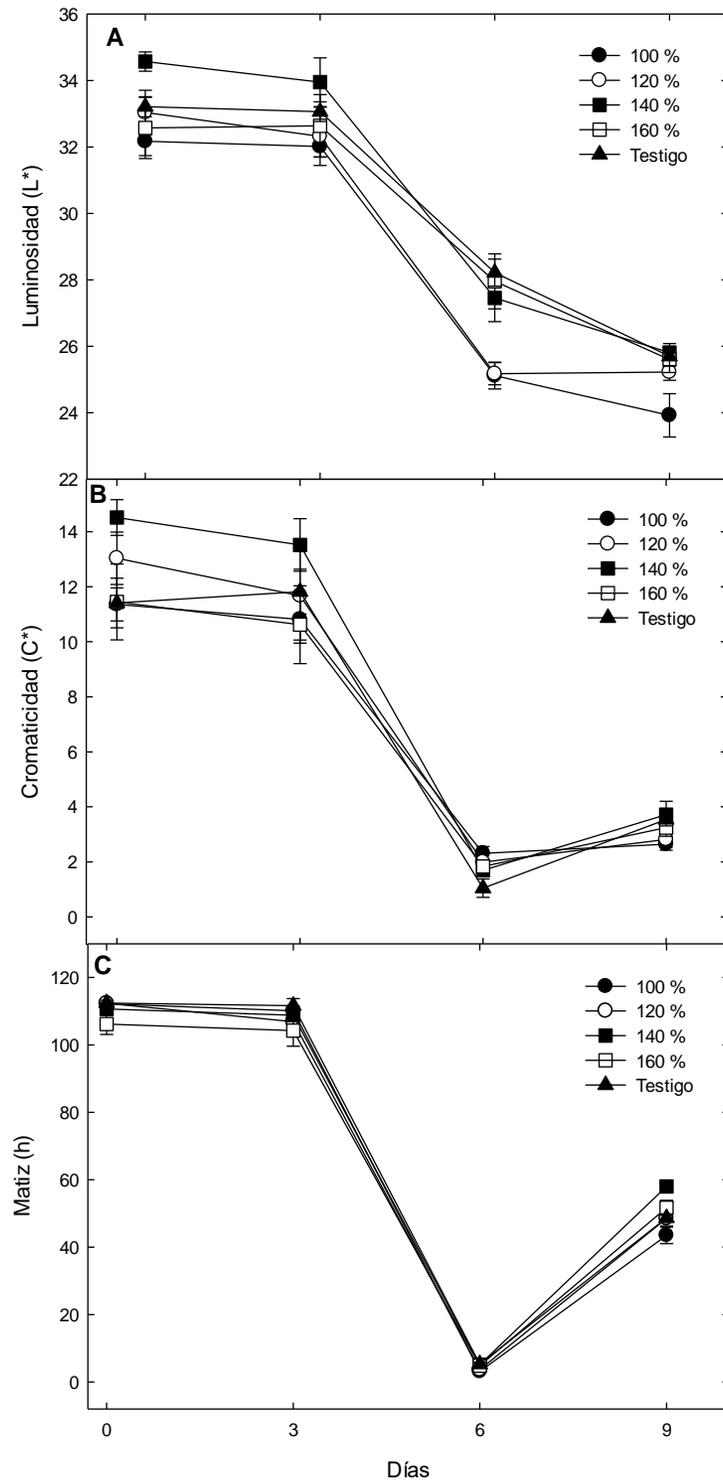


Figura 6. Comportamiento de la luminosidad de color de cáscara en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis

observaciones y su error estándar.

#### Parámetros de color en pulpa

El análisis de varianza no detectó diferencias en los parámetros de color por efecto de las diferentes dosis de nutrición evaluadas (Figura 6). En general el color de la pulpa se mantuvo en un color amarillo ( $H=$  entre 80.5 y 83.2) durante los 12 días de evaluación, disminuyendo su luminosidad y cromaticidad de valores iniciales entre  $L^*=$  81-82.7 y  $C^*=$  44-49 hasta valores de  $L^*=$  entre 71.6 y 76.5 y  $C^*=$  entre 27.3 y 37.3, respectivamente, indicando que durante la maduración la pulpa del fruto de aguacate 'Hass' se hace más opaco (Figura 6). Asthon *et al.* (2006) indican que en la pulpa de aguacate 'Hass' durante la maduración la cromaticidad disminuye de  $C^*=43$  a 35, la luminosidad de  $L^*=$  74 a 64 y el color mostró poco cambio, ya que se mantuvo entre  $h=$  101-113, el principal pigmento que hay en la pulpa de aguacate es la luteína, y durante la maduración no disminuye su concentración.

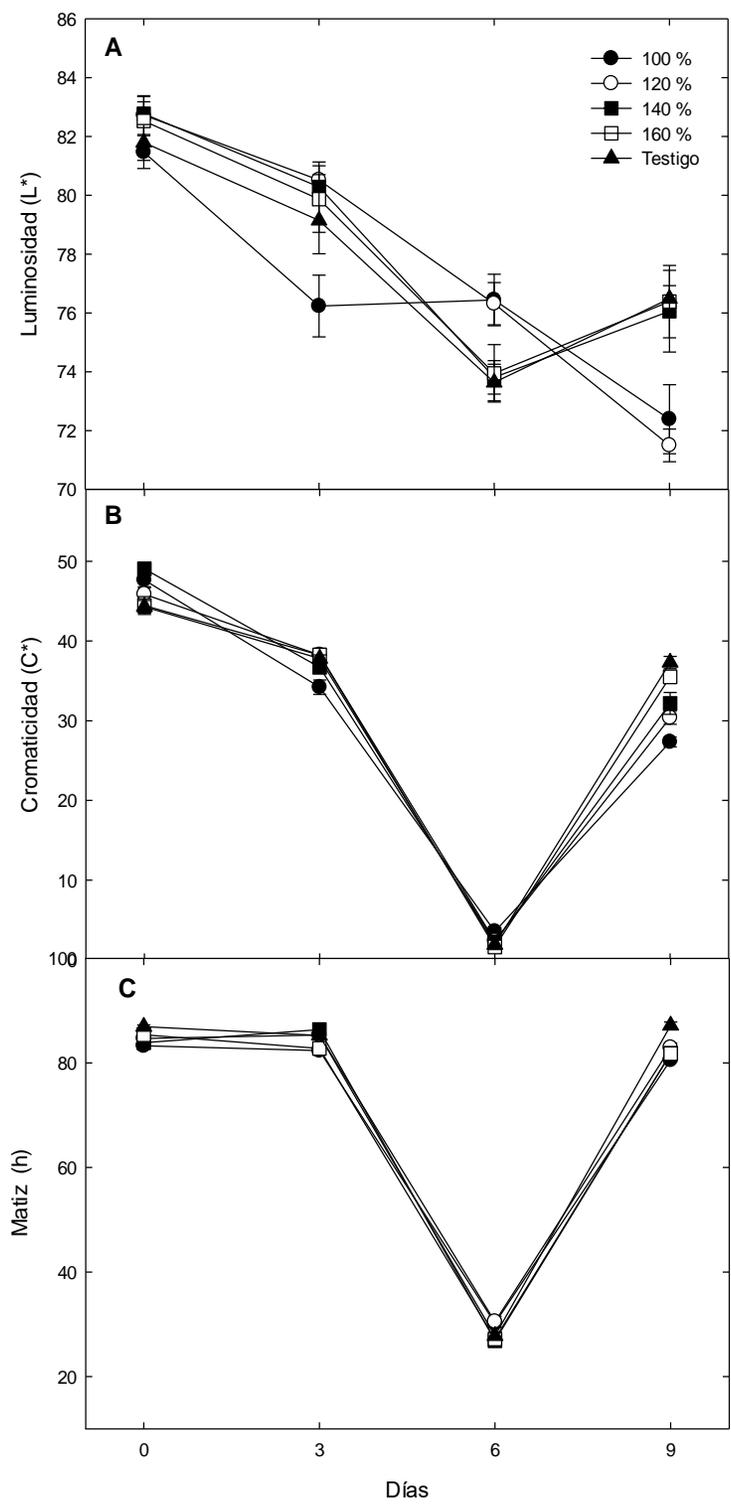


Figura 7. Comportamiento de la luminosidad de color de pulpa en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis

observaciones y su error estándar.

### Vitamina C

No se detectaron diferencias significativas en el contenido de vitamina C por efecto de las dosis de nutrición (Figura 7). Durante seis días de evaluación la concentración de vitamina C se mantuvo entre 98.7 y 112 mg 100 EAA 100g<sup>-1</sup> en todos los frutos de las dosis de nutrición evaluadas, a excepción de los frutos donde se aplicó la dosis de restitución más 60 %, quienes a los seis días la concentración se incrementó hasta 133.6 mg 100 EAA 100g<sup>-1</sup>; y a los 9 días de evaluación en todos los tratamientos la vitamina C se incrementó entre 174.1 y 176 mg 100 EAA 100g<sup>-1</sup> (Figura 7). Dreher y Davenport (2013) indican que el aguacate contiene entre 8.6 y 20 mg 100 g<sup>-1</sup> de pulpa. En el presente trabajo se cuantificaron hasta 5 o 6 veces más, esto atribuido probablemente a la metodología utilizada. El incremento en vitamina C al final en madurez de consumo y sobremaduración, no se ha reportado anteriormente, en trabajos posteriores deberá de evaluarse la razón de este comportamiento. El fruto de aguacate no es reconocido como una fuente de vitamina C importante ya que las concentraciones se mantienen entre 0.058 y 0.1 mg g de peso fresco (Meyer *et al.*, 2011).

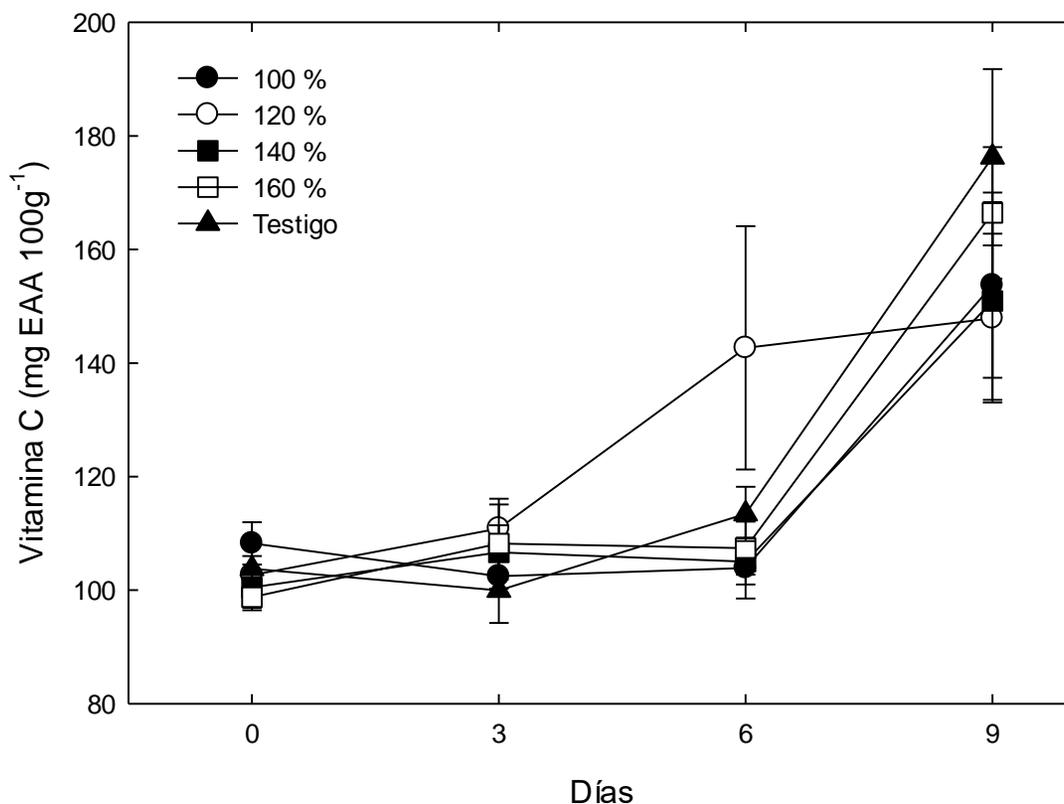


Figura 8. Comportamiento de vitamina C en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.

#### Fenoles Totales

No se detectaron diferencias significativas en el contenido de fenoles totales por efecto de la nutrición evaluada (Figura 8). La concentración de fenoles totales se mantuvo entre 9.3 y 15.5 mg EAG 100 g<sup>-1</sup> durante todo el periodo de evaluación (Figura 8). Torres *et al.* (1987) reportan 180 mg 100 g<sup>-1</sup> de peso fresco en la pulpa de aguacate 'Hass'. Meyer *et al.* (2011) reportan valores de fenoles totales entre 24 y 50 mg EAG 100 g<sup>-1</sup> de la pulpa de aguacate. En aguacate se han estudiado los fenoles con relación al oscurecimiento de la pulpa, sin embargo, la aportación de fenoles es importante en el consumo humano, ya que se ha observado efectos benéficos en enfermedades vasculares, diabetes y Alzheimer (Meyer *et al.*, 2011).

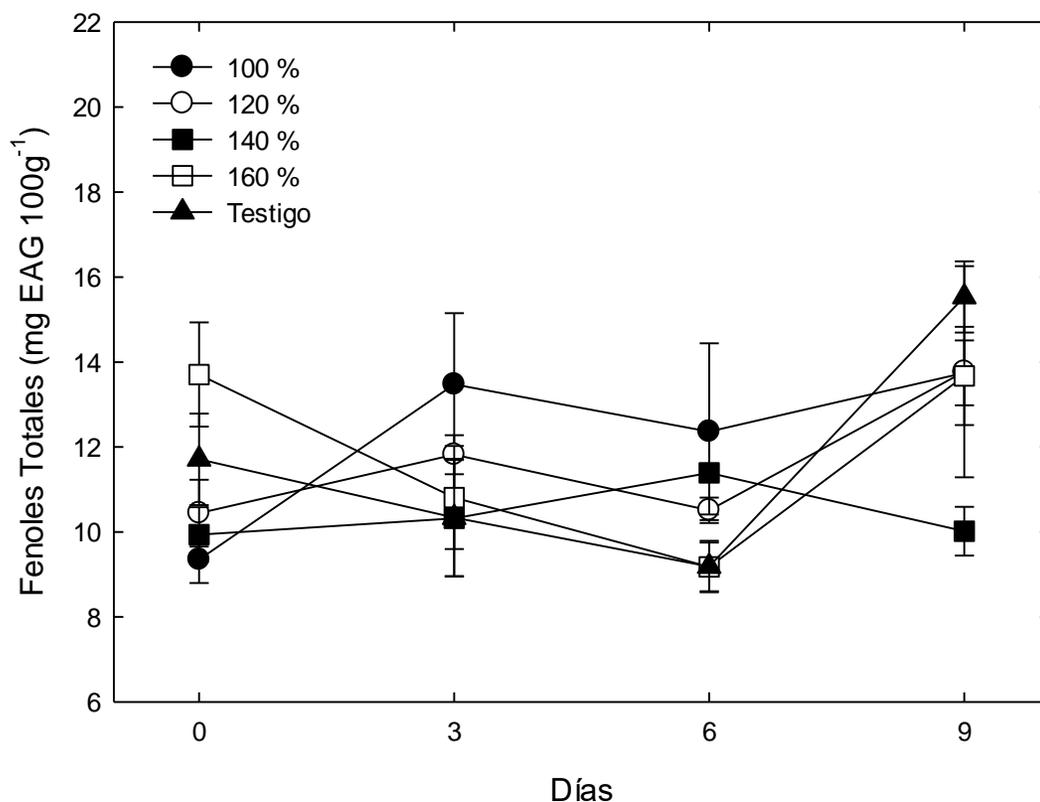


Figura 9. Comportamiento de fenoles en frutos de aguacate ‘Hass’ nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar.

#### Flavonoides Totales

Los frutos testigos de aguacate “Hass” iniciaron con 22 mg EAA 100g<sup>-1</sup>, para el día tres y seis de evaluación los flavonoides disminuyeron entre 15 y 16 mg EAA 100g<sup>-1</sup>, y en el día nueve de muestreo los frutos mostraron un aumento al llegar a 18 mg EAA 100g<sup>-1</sup> (Figura 9). La aplicación de las dosis de restitución y la dosis de restitución más 20 a 60 % mostraron una concentración de fenoles mayor comparado con los frutos testigo, en especial en los días 3 y seis donde mostraron entre 16 y 50 % más concentración de flavonoides totales (Figura 9). Villa-Rodríguez *et al.* (2016) reportan que en aguacate ‘Hass’ en mayor contenido de flavonoides (26.36 mg EAG 100 g<sup>-1</sup>) se obtiene en la fase cercana al climaterio cuando ya se encuentra en un cambio de color

avanzado (75 %) y en la fase de climaterio ( $21.41 \text{ mg EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ ), en las fases de preclimaterio y sobremaduración o posclimaterio la concentración de fenoles es menor entre 9 y  $19 \text{ mg EAG } 100 \text{ g}^{-1}$ . En el presente trabajo, se observa un comportamiento inverso, al menos en los frutos testigo; ya que en los frutos con nutrición la concentración de fenoles se mantuvo entre 20 y  $29 \text{ mg EAG } 100 \text{ g}^{-1}$  (Figura 9). Heimler *et al.* (2017) indican que la acumulación de flavonoides ocurre cuando el nitrógeno o potasio son limitantes o escasos durante el crecimiento, porque los fenoles son moléculas que se acumulan con mayor evidencia; lo anterior es diferente a lo observado en el presente trabajo, ya que en el testigo fue donde se acumularon en menor proporción los flavonoides totales (Figura 9).

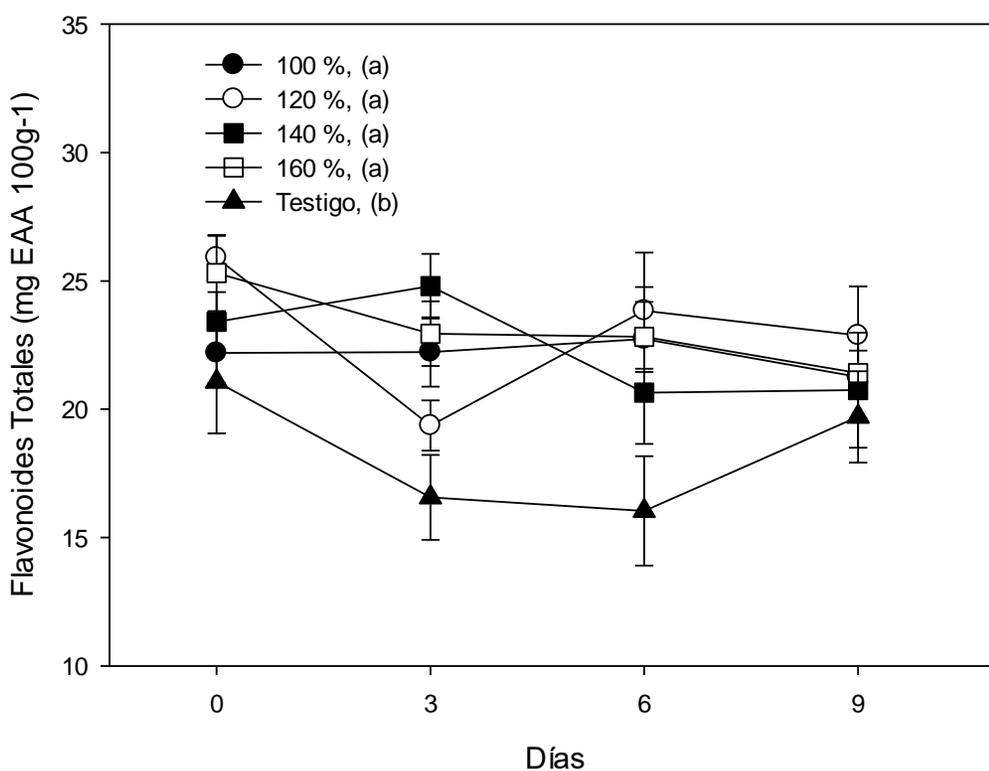


Figura 10. Comportamiento de flavonoides en frutos de aguacate ‘Hass’ nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error estándar. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo a la prueba de

Tukey (0.05). DMSH; 3.308.

#### Actividad Antioxidantes (ABTS, FRAP y DPPH)

Con relación con a la actividad antioxidante, no se detectaron diferencias entre tratamientos en ABTS, pero si en DPPH y FRAP (Figura 10). En ABTS, la actividad se incrementó constantemente durante el proceso de maduración, de valores iniciales entre 41.58 y 51.5 mg EAA 100g<sup>-1</sup> hasta entre 88.7 y 102.9 mg EAA 100g<sup>-1</sup> después de 12 días (Figura 10 A). La actividad por DPPH se incrementó durante la maduración, y fueron los frutos testigo los que tuvieron significativamente mayor actividad (Figura 10 B). Finalmente, la actividad evaluada por FRAP mostró una tendencia de incremento durante la maduración en todos los tratamientos, a excepción de los frutos donde se aplicó la dosis de restitución más 40 % (Figura 10 C). Villa-Rodríguez *et al.* (2011) indican que la actividad antioxidante es mayor en la etapa preclimaterica y que los ensayos de actividad antioxidante muestran que en los ambientes lipofílicos se observa una mayor actividad. En el presente trabajo la mayor actividad antioxidante fue en sobremaduración y se asoció positivamente con la vitamina C ( $r=$  entre 0.25\*\* y 0.38\*\*) y los fenoles totales (0.18\*- 0.38\*\*), pero negativamente con los flavonoides ( $r=$  entre -0.27, las evaluaciones fueron en ambientes acuosos.

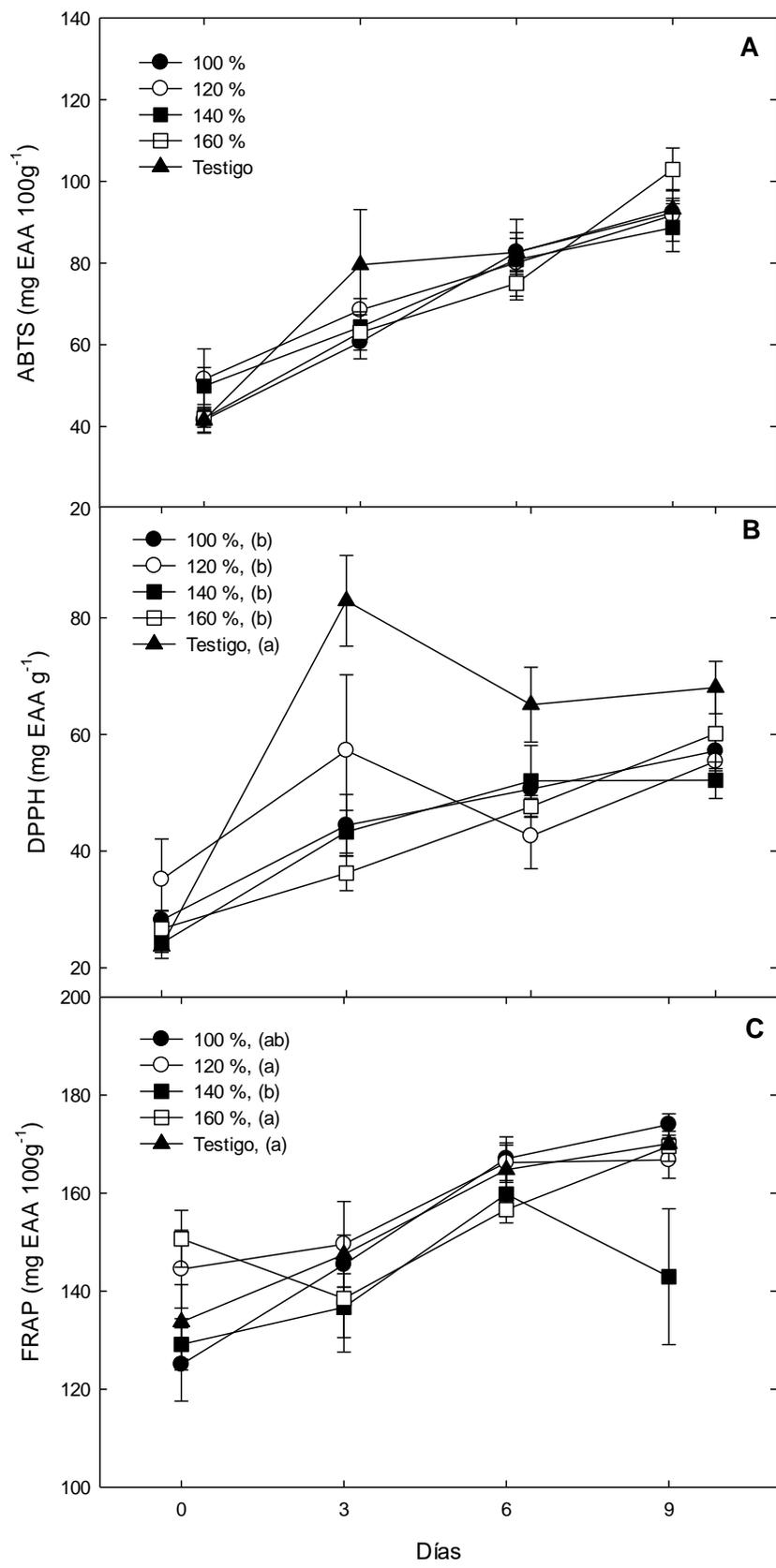


Figura 11. Comportamiento de la actividad antioxidante por el método de ABTS (A), DPPH (B) y FRAP (C) en frutos de aguacate 'Hass' nutridos con diferentes dosis de fertilización. Cada punto es la media de seis observaciones y su error. Las letras diferentes entre paréntesis indican diferencias significativas de acuerdo con la prueba de Tukey (0.05). FRAP DMSH: 16.089, DPPH DMSH: 14.956.

## **6. CONCLUSIONES**

Las dosis de nutrición evaluadas no tuvieron efecto en el rendimiento y calidad de aguacate 'Hass' en Huecahuasco, Ocuilco, Morelos, probablemente porque solo se aplicó las dosis durante un año. La dosis de restitución más 60 % incrementan la velocidad de respiración, producción de etileno que acelera el ablandamiento y la pérdida de peso es mayor, no se observó efecto en el color de epidermis, cáscara, fenoles totales y vitamina C; se observó cierto efecto de la nutrición en la disminución de la actividad antioxidante, los fenoles y vitamina C contribuyen en mayor proporción en la actividad antioxidante. La nutrición con restitución y restitución entre 20 y 40 % son adecuadas para mantener la vida poscosecha de los frutos de aguacate 'Hass'.

## 7. LITERATURA CITADA

- Arvouet-Grand, A., B. Vennat, A. Pourrat, Legret. P. 1994. Standardisation dun extrait de propolis et identification des principaus constituants. *J. Pharmacie Belgique* 49: 462-468.
- Ashton, O. B. O., Wong, M., McGhie, T. K., Vather, R., Wang, Y., Requejo-Jackman, C., Ramankutty, Woolf, A. B. 2006. Pigments in avocado tissue and oil. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 10151-101158.
- Barrientos, A. F. P., Muñoz, R. B. P., Reyes, J. C. A., Borys, M. W., Martínez, M. T. D. 2015. In: *El aguacate y su manejo integrado*. Téliz, D., Mora, A. Biblioteca Básica de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. pp. 31-62.
- Benzie, I. F., Strain, J. J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239: 70-76.
- Brand, W. W., Culivier, M. E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28: 25-30.
- Castillo, M.L.E. 2011. *Introducción al SAS® para Windows*. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México, México. 295 p.
- Chanderbali, A. S., Soltis, D. E., Soltis, P. S., Nolstenholme, B. N. 2013. Taxonomy and botany. In: *The avocado. Botany, production and uses*. Schaffer, B., Wolstenholme, B. N., Wiley, A. W. Oxfordshire, UK. pp: 31-50.
- Conde-Delgado, L. M., Alia-Tejacal, I., Valdez-Aguilar, L. A., Ariza-Flores, R., Juárez-López, P., Pérez-arias, G. A., Pelayo-Zaldívar, C., León-Sánchez, F. D., Martínez-Morales, A. 2018. La dosis de fertilización afecta el rendimiento y calidad de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.) *Acta Agrícola y Pecuaria* 4(1): 1-9.
- Coria, V. M. A. 2008. *Tecnología para la producción de aguacate en México*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Libro Técnico Núm. 8. Uruapán, Michoacán, México. 221 p.

- Cox, K. A., McGhie, T. K., White, A., Woolf, A. B. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biology and Technology* 31: 287-294.
- Dreher, M.L., Davenport, A.J. 2013. Hass Avocado composition and potential health effects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 53(7): 738-750.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Food and agricultura data (FAOSTAT). <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>. Día de consulta: 20/diciembre/2018
- Jagota, S., Dani, H. 1982. A new colorimetric technique for estimation of vitamin C using folin phenol reagent. *Anal. Biochem.* 128: 178-192.
- Kader, A. A., Yahia, E. M. 2011. Postharvest biology of tropical and subtropical fruits. In: *Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits*. V. 1. Fundamental issues. Yahia, E. M. (Ed.). Woodhead, Oxford, UK. pp: 79-111.
- Maldonado T. R., Álvarez S. M. E., Almaguer V. G., Barrientos P. A. F., García M. R., 2007. Estándares Nutrimientales Para Aguacatero Hass. Instituto de horticultura. Departamento de Fitotecnia. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- Maldonado, R., Etchevers J. D., Alcántara, G., Rodríguez, J., Colinas, M. T. 2001. Estado nutrimental del limón mexicano en suelos calcimorficos. *Terra* 19: 163-174.
- Meyer, M. D., Landahl, S., Donetti, M., Terry, L. A. 2011. Avocado. In: *Health-promoting properties of fruit and vegetables*, Terry, L. A. (ed.). Wallingford, UK: CABI. pp. 27-50.
- Neguerula Á. I. 2012. Is the color measured in food the color that we see? In: Caivano J. L., Buera M. del P. (eds.). *Color in food. Technological and psychophysical aspect*. Buenos Aires, CRC Press. pp: 81-91.
- Ornelas F. M., Ambriz. C. R., Bustamante. J. de D. O. Delimitación y definición de agrohábitats del estado de Morelos. Folleto Técnico No.8. Secretaria de

agricultura y recursos hidráulicos, Centro de investigaciones forestales y agropecuarias del estado de Morelos campo experimental de Zacatepec. Morelos. México. Marzo 1990. 17 p.

Paull, R. E., O. Duarte. 2011. Tropical Fruits. V. 1. CABI. 400 p.

Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol. Med.* 26: 1231-1337.

Rodríguez, P., Henao, J. R. 2016. Maduración del aguacate (*Persea americana* Mill cv. Hass) y calidad de los frutos. *Agronomía Colombiana Suplemento 1* S914-S917.

Ruiz C.A., G. Medina G., C. Ortiz T., R. Martínez p., I.J. González A., H.E. Flores L., K.F. Byerly M., 1999. Requerimientos agroecológicos de los cultivos. INIFAP. Guadalajara, Jal. 324 p.

Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., González-Durán, I. J. 2009. La fertilización de sitio específico mejoró la productividad del aguacate 'Hass' en huertos sin riego, *Agricultura Técnica en México* 35(4): 436-445.

Salazar-García, S., Ibarra-Estrada, M. E., Gutiérrez-Martínez, P., Medina-Torres, R. 2014. Fertilización con zinc y boro en huertos de aguacate 'Hass' sin riego en Nayarit. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Libro Técnico Núm. 2. 100 p.

Salveit, M. E. 2018. Respiratory metabolism. In: *Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables*. Yahia, E. M., Carrillo-López, A. (eds.). Woodhead, Cambridge, UK. Pp: 73-91.

Salveit, M.E. 2016. Respiratory metabolism. *In: Postharvest ripening physiology of crops*. Pareek. S. (ed.). CRC Press and Taylor & Francis. Boca Raton, Florida, USA. pp:139-156.

Servicio de Información Agroalimentario y Pesquera (SIAP). Producción anual Agrícola. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Día de consulta 20/diciembre/2018.

Seymour, G. B., Tucker, G. A., 1993. Avocado. In: *Biochemistry of fruit ripening*.

- Seymour, G., Taylor, J., Tucker, G. (Eds.). Chapman and Hall, London, UK. pp: 53-83.
- SIAP. 2020. Estadística de producción agrícola. Datos y recursos. En línea: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>. Consultado el 17 de abril de 2020.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R. M. 1999. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Method. Enzymol.* 299: 152-178.
- Sotelo N. H. 2014. Nutrición del aguacate (*Persea americana mill.*) variedad 'Hass', en el ejido de jumiltepec, municipio de ocuituco Morelos. Tesis de Doctorado, Universidad autónoma del Estado de Morelos. 125 p.
- Tapia, L. M. V., Larios, A. G., Anguiano, J. C. 2008. Uso y manejo de agua y nutrición. In: *Tecnología para la producción de aguacate en México*. Coria, V. M. A. (ed.). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp. 54-92.
- Tapia, L. M. V., Marroquín, F. J. P., Cortés, I. T., Anguiano, J. C., Castellanos, J. Z. R. 2015. Nutrición del aguacate. In: *El aguacate y su manejo integrado*. Téliz, D., Mora, A. Biblioteca Básica de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. pp. 89-121.
- Téliz, D., Marroquín, F. J. P. 2015. Importancia histórica y socioeconómica del aguacate. In: *El aguacate y su manejo integrado*. Téliz, D., Mora, A. Biblioteca Básica de Agricultura, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. pp. 3-28.
- Torres, A. M., Mau-Lastivicka, T., Rezaniyan, R. 1987. Total phenolics and high liquid chromatography of phenolics acids of avocado. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 35: 921-925.
- Williams L. O. 1997. The avocados, a synopsis of the genus *Persea*, subg. *Persea*. *Economic Botany* 31: 315-320.

Yahia, E. M. 2012. Avocado. *In*: Crop post-harvest science and technology. Rees, D., Farrel, G., Orchard, J. (Eds.). Wiley-Blackwell. Ames, Iowa, USA. pp: 159-186.

Yahia, E. M., Woolf, A. B. 2011. Avocado. *In*: Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. V. 2. Acai to citrus. Cambridge, UK. pp; 125-185.



## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural



Cuernavaca Mor, a 14 de diciembre de 2020.

**M.E.G.E. ERNESTINA GUADALUPE BENITEZ PUENTE  
JEFA DEL PE DE INGENIERIA EN DESARROLLO RURAL  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**PRESENTE**

En respuesta al oficio con fecha 27 de noviembre de 2020, donde se me nombra miembro del jurado calificador de la Tesis denominada: **“LA APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE NUTRICIÓN AUMENTA EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AGUACATE “HASS” (*Persea americana*), EN HUECAHUASCO, OCUITUCO, MORELOS.”**

Que presenta el **C. ALDO ALBERTO CASTILLO DE LA ROSA**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO**.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**M.C. ALYN MARIANA PALACIOS SOSA**  
Profesora de Tiempo Parcial  
Adscrita a la Facultad de Ciencias Agropecuarias  
(Firma electrónica)

C.e.p. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

ALYN MARIANA PALACIOS SOSA | Fecha:2020-12-01 19:14:25 | Firmante

pdrLJs9ABp6jPdzLwj+s03Kqh7zF9YotmzhDFxrVeHqxNW10GYhzkcDsfYIGvP7He95lfNe7gcFtN/XSFAUbFbiiOMAo8A7leODnuiG6e4lvfQO6pbLU68jsvkP89MI/C7Qlj67OduVls  
bCCkwFPLM/avlCpL2pPOAnoGaryOPOx/+JRLrxN/M84Ril2Echp1yeWuT+yxU6grl0BYurR3WdKCZIC9SCewj5pK6QEK3dlJRtq8AZ/IIUdPIHRy57lo/foEUJUT4GWgctfD9QeNVJ  
gbjK3dJG7n7CUiztsie8nyi9iCqFc/ZyzergLsLwJm4Bju7hZDLs+6CM/aGfg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



47BfGQ

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/vzZ9gXShezQdT67gkq17p57NpbNe84Pi>





## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural



Cuernavaca Mor, a 14 de diciembre de 2020.

**M.E.G.E. ERNESTINA GUADALUPE BENITEZ PUENTE  
JEFA DEL PE DE INGENIERIA EN DESARROLLO RURAL  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**PRESENTE**

En respuesta al oficio con fecha 27 de noviembre de 2020, donde se me nombra miembro del jurado calificador de la Tesis denominada: **“LA APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE NUTRICIÓN AUMENTA EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AGUACATE “HASS” (*Persea americana*), EN HUECAHUASCO, OCUITUCO, MORELOS.”**

Que presenta el **C. ALDO ALBERTO CASTILLO DE LA ROSA**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO**.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DR. MANUEL DE JESÚS SAINZ AISPURO**  
Profesor Investigador de Tiempo Completo  
Adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias  
(Firma electrónica)

C.e.p. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

#### Sello electrónico

**MANUEL DE JESUS SAINZ AISPURO** | Fecha:2020-11-30 01:46:16 | Firmante

xppCcliTLqHB4eOw432JohOFSsllorw/l584h4b56huy5AxmGCNlpHpHd/kwwX3OcrSTFzX9kSVP3d8odgXtVepBbbMZd5HZB2VK9XpSfERJsSvAQHRSWW5cqLzgAQSIfr3aLI8uTISKU3JzW+It8jTsZD5BmOrwvlyl94BTpMAUtJRqUfr4FNLqE3T4WMgZ6SbNGGMk6bLNwzQCsUp3vjw7JACFea/JgRWqhl+Tc5DXhUhseW4BzOxjGH5CG00hKPwVL3kZFjkYSY/T8H9XYNesoGb7dTR7JdlLclZ9bMbM2uTjt7o4zyH4xWWV3Ku5UyPJZkvHhfPJB9faHiobhA==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



m7CpjK

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/VXJLQeOZoGpHcyWwWhOhMDwwOeSn21xz>





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural



FACULTAD DE CIENCIAS  
AGROPECUARIAS

Cuernavaca Mor, a 14 de diciembre de 2020.

**M.E.G.E. ERNESTINA GUADALUPE BENITEZ PUENTE**  
**JEFA DEL PE DE INGENIERIA EN DESARROLLO RURAL**  
**DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**PRESENTE**

En respuesta al oficio con fecha 27 de noviembre de 2020, donde se me nombra miembro del jurado calificador de la Tesis denominada: **“LA APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE NUTRICIÓN AUMENTA EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AGUACATE “HASS” (*Persea americana*), EN HUECAHUASCO, OCUITUCO, MORELOS.”**

Que presenta el **C. ALDO ALBERTO CASTILLO DE LA ROSA**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO**.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DR. IRÁN ALIA TEJACAL**  
Profesor Investigador de Tiempo Completo  
Adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias  
(Firma electrónica)

C.e.p. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

#### Sello electrónico

**IRAN ALIA TEJACAL** | Fecha:2020-11-28 12:51:02 | Firmante

I5ESwx/0MfM546Jw6L+JaLN5OsnKVfRXJUzTczVpSwKMwdEmGKVT+uYMr+QAIZJU/ul928tOC+tz4tfHJcd6wkhN5r+mKbJHYRBj8Gs6ZpnPdA3gFrBMAx3PaZOmlnFSG8lFW  
piilbUQR8dggZ2CEhr6g071RT2WTC5SdYHBBslBxWxhcZZBYm5R0Hqj9vvAQ/xN1Fd3EJi2sxx1T30wzCvVLZ3l5dlxxFhDqyy10/aY5+LpVfoMZEOPNg+u2u4Qdz+we6JE3YnNH  
D1/qWbx/9eMd0FNrf+wF+HhAkhPanyzL9F3ZWCD/zK6hujV5sjwDyp1t2g6s7kOR0XJuUPg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o  
escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



oBRH0C

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/3JmAYPMnU0txlqg0DGuUDw1R7XrRKNcY>





## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural



Cuernavaca Mor, a 14 de diciembre de 2020.

**M.E.G.E. ERNESTINA GUADALUPE BENITEZ PUENTE  
JEFA DEL PE DE INGENIERIA EN DESARROLLO RURAL  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**PRESENTE**

En respuesta al oficio con fecha 27 de noviembre de 2020, donde se me nombra miembro del jurado calificador de la Tesis denominada: **“LA APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE NUTRICIÓN AUMENTA EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AGUACATE “HASS” (*Persea americana*), EN HUECAHUASCO, OCUITUCO, MORELOS.”**

Que presenta el **C. ALDO ALBERTO CASTILLO DE LA ROSA**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO**.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DRA. GLORIA ALICIA PÉREZ ARIAS**  
Profesora de Tiempo Parcial  
Adscrita a la Facultad de Ciencias Agropecuarias  
(Firma electrónica)

C.e.p. Archivo.



Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

#### Sello electrónico

**GLORIA ALICIA PEREZ ARIAS** | Fecha:2020-11-29 21:23:30 | Firmante

czXpfObjJh1ZkuNzT2xNRZEw3uUXTf6TPS1o5PH0t0lIBxfvswAheXIRI/+X6XU1N9pE27QM0dr0sDrsWY19q6SiPszlNsXHH928AMVVx++6220coDr4oTUHuLdEUAM8FtnTEfRXv0qLNS+OclMMj1mdzO9lkX1NOYpk4nlaWU5ifVash51fuVFnpDglUl9Jb88A937bllaEPbZFRg3pc2BGxOWRVWxGx481ytnKaMdh4Ebzi8mZo2ovfwXkhWqQ1uhmAP7Jlh2EHAqoMO3ER+/GfHF6jOQ78AYoTr1Go4jP8d8blkHSuv4VpJ4TwSum4+lszzfl04AFjil+zkg==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



[2Tbnl9](#)

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/slzNCZdJGi8gsmtW1HLGcdYJDlr72kv>



## FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Jefatura de PE de Ingeniero en Desarrollo Rural



Cuernavaca Mor, a 14 de diciembre de 2020.

**M.E.G.E. ERNESTINA GUADALUPE BENITEZ PUENTE  
JEFA DEL PE DE INGENIERIA EN DESARROLLO RURAL  
DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

**PRESENTE**

En respuesta al oficio con fecha 27 de noviembre de 2020, donde se me nombra miembro del jurado calificador de la Tesis denominada: **“LA APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE NUTRICIÓN AUMENTA EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE AGUACATE “HASS” (*Persea americana*), EN HUECAHUASCO, OCUITUCO, MORELOS.”**

Que presenta el **C. ALDO ALBERTO CASTILLO DE LA ROSA**, pasante de la carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, bajo la dirección del **DR. IRAN ALIA TEJACAL**, le comunico que el documento lo considero **APROBADO**.

Sin más por el momento, agradezco de antemano su valiosa colaboración y aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente  
***Por una humanidad culta***  
*Una universidad de excelencia*

**DRA. ERIKA ROMÁN MONTES DE OCA**  
Profesora Investigadora de Tiempo Completo  
Adscrita a la Facultad de Ciencias Agropecuarias  
(Firma electrónica)

C.e.p. Archivo.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL  
ESTADO DE MORELOS

Se expide el presente documento firmado electrónicamente de conformidad con el ACUERDO GENERAL PARA LA CONTINUIDAD DEL FUNCIONAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS DURANTE LA EMERGENCIA SANITARIA PROVOCADA POR EL VIRUS SARS-COV2 (COVID-19) emitido el 27 de abril del 2020.

El presente documento cuenta con la firma electrónica UAEM del funcionario universitario competente, amparada por un certificado vigente a la fecha de su elaboración y es válido de conformidad con los LINEAMIENTOS EN MATERIA DE FIRMA ELECTRÓNICA PARA LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE ESTADO DE MORELOS emitidos el 13 de noviembre del 2019 mediante circular No. 32.

### Sello electrónico

**ERIKA ROMAN MONTES DE OCA** | Fecha:2020-12-07 10:54:51 | Firmante

MgT48+ER6t3Q/B2r/uH3BH+eRiFX7OsC6kM27DYe1GtUx2aNfehNOTURj88R0KKreWrZ+Vslg+g3l9E3c/f1lhCPTriHuXhMcZcIO/UAlsm5EGtObWWBI+0QAjegCLyg9Y8GmTQ6MdkQywfXPMWvWSxLBV3qHd9ulwBxd+LxPQBemjAKO48hHJE5NqzbdjJ4NIEBvdtku6wG0zq+WG1BK6QoUpp4iG5q++VkpPs2r4q/uELoXWpRbiAlsYsNUywsjg7muRf/DL3Edqy9s7iSZ3z0/Zg7E+7pFD4NuA8WK6IGoxvWCY2xC7EvJQt8q8P84fMMVugR2anJznWEUk4Zmw==

Puede verificar la autenticidad del documento en la siguiente dirección electrónica o escaneando el código QR ingresando la siguiente clave:



**MPKI7y**

<https://efirma.uaem.mx/noRepudio/YyyTFQBzVtqNsCSG9ToesKpPOMG9aTkP>

