



# **COLEGIO DE POSTGRADUADOS**

**INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**CAMPUS MONTECILLO**

**PROGRAMA DE POSTGRADO EN RECURSOS GENÉTICOS Y  
PRODUCTIVIDAD**

**FRUTICULTURA**

**Calidad postcosecha y daños mecánicos en frutos de aguacate  
de seis materiales provenientes del cruzamiento 'Hass' 'Pionero'**

**YUMARI DÍAZ HERRERA**

**ANTEPROYECTO  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTORADO EN CIENCIAS**

**LGAC:  
DESARROLLO DE PRODUCTOS FRUTÍCOLA Y ORNAMENTAL CON VALOR  
NUTRICIONAL, NUTRACÉUTICO Y SIN RIESGO PARA LA SALUD HUMANA**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO**

**22 de octubre de 2022**

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| <b>I. INTRODUCCIÓN</b>   | 4  |
| <b>II. HIPÓTESIS</b>   | 6  |
| <b>III. OBJETIVOS</b>  | 6  |
| Objetivo General   | 6  |
| Objetivos específicos  | 6  |
| <b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS</b>  | 7  |
| Revisión de literatura   | 7  |
| Sitios de plantación   | 7  |
| Obtención del material vegetal   | 7  |
| Preparación del material vegetal   | 7  |
| Experimento 1: “Determinación del patrón de maduración, valor nutracéutico y calidad sensorial de frutos de aguacate de seis cruas ‘Hass’ ‘Pionero’” | 7  |
| Experimento 2: “Caracterización físico – mecánica de frutos de aguacate de seis materiales provenientes del cruzamiento ‘Hass’ ‘Pionero’”            | 9  |
| Experimento 3: “Respuesta fisiológica a daños mecánicos por compresión en frutos de aguacate ‘Hass’ ‘Pionero’”                                       | 12 |
| Metodología variables de estudio   | 13 |
| Fuerza de penetración en mesocarpio  | 13 |
| Color exocarpio y mesocarpio   | 13 |
| Pérdida de peso  | 13 |
| Vida postcosecha   | 13 |
| Respiración  | 14 |
| Producción de etileno  | 14 |
| Densidad del fruto   | 14 |
| Contenido de aceite  | 14 |
| Diámetro geométrico y esfericidad  | 15 |
| Área superficial   | 15 |
| Densidad del fruto   | 15 |
| Densidad aparente  | 15 |
| Porosidad o fracción de volumen vacío  | 16 |
| Coeficiente de empaque ( $\lambda$ )   | 16 |

|   |           |
|---|-----------|
| Propiedades mecánicas .....   | 16        |
| Extracción y cuantificación de carotenos totales y clorofila en el mesocarpio ..... | 16        |
| Extracción y cuantificación de contenido de fenoles totales en el mesocarpio .....  | 17        |
| Curva de calibración de fenoles totales .....                                       | 17        |
| Cuantificación de azúcares totales .....  | 18        |
| Curva de calibración de azúcares totales.....                                       | 19        |
| <b>Análisis y procesamiento de datos .....</b>                                      | <b>20</b> |
| <b>Discusión de los resultados.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>Elaboración de conclusiones.....</b>   | <b>20</b> |
| <b>Redacción del primer borrador del documento final.....</b>                       | <b>20</b> |
| <b>Elaboración del documento final y examen de grado .....</b>                      | <b>20</b> |
| <b>V. RESULTADOS Y PRODUCTOS ESPERADOS.....</b>                                     | <b>20</b> |
| <b>VI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b>  | <b>20</b> |
| <b>VII. PROGRAMACIÓN DEL PRESUPUESTO .....</b>                                      | <b>21</b> |
| <b>VIII. LITERATURA CITADA .....</b>  | <b>22</b> |
| <b>ANEXO 1.....</b>   | <b>27</b> |

## I. INTRODUCCIÓN

México es el principal productor, exportador y consumidor de aguacate en el mundo, con una producción anual en el año 2020 de más de 2 millones de toneladas, principalmente del cultivar 'Hass', por ser el más comercial (SIAP, 2020); el cual, abarca más del 95 % de la superficie cultivada en México, esto plantea la necesidad de contar con cultivares alternativos a Hass con calidad y productividad similar o superior, que sean genéticamente diferentes y que aseguren una mayor estabilidad en las zonas productoras.

La gran diversidad en el género *Persea* es importante para contrarrestar la incompatibilidad entre especies, controlar problemas patológicos o satisfacer los gustos del ser humano. México cuenta con una gran variedad de genotipos, de los 624 genotipos de aguacate documentados en el mundo, el 58% pertenece a la raza mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), gran parte de estos genotipos se les denomina aguacates nativos o criollos (Ramos-Aguilar et al., 2021; Álvarez et al., 2018).

Las plantas de aguacate criollo son utilizadas principalmente como portainjerto del cultivar 'Hass', por su resistencia a plagas y enfermedades y por su menor requerimiento de agua (25-52% menos que los cultivares comerciales) (Ramos-Aguilar et al., 2021; Acosta et al., 2012). El fruto, es consumido localmente y tiene mucha demanda, a lo largo de los años ha aumentado su producción debido a que los consumidores de la región prefieren el aguacate criollo sobre el aguacate 'Hass' por sus propiedades organolépticas superiores (Ramos-Aguilar et al., 2021; Espinosa-Alonso et al., 2017). Sin embargo, tales características han sido poco aprovechadas dentro de los programas de mejoramiento genético.

En México, sólo existen dos instituciones que se han dedicado al mejoramiento genético: el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y la Fundación Salvador Sánchez Colín – CICTAMEX, S.C., en colaboración con la Universidad Autónoma Chapingo (UACH). En el caso particular del cultivo de aguacate, La Fundación Salvador Sánchez Colín ha tenido como objetivo generar cultivares de aguacate de porte bajo, precoces, altamente productivos y con frutos de características comerciales y organolépticas

sobresalientes que puedan emplearse como alternativa a 'Hass' (Campos & Muñoz, 1997). En el año 2000, con el fin de conjuntar características de forma, sabor, color y rugosidad del exocarpio, etc., se realizó un cruzamiento mediante polinización controlada entre el cultivar 'Hass' y un cultivar de tipo criollo denominado 'Pionero'; sin embargo, los frutos no se han evaluado en su calidad y comportamiento postcosecha.

Si bien la calidad de los productos hortofrutícolas está dada por sus propiedades nutricionales y organolépticas, es necesario que una vez que los frutos son cosechados, esas propiedades se mantengan, conservar la calidad de los frutos apunta a minimizar los daños mecánicos a los cuales son propensos durante las operaciones de cosecha, acopio, selección, clasificación, empaque, transporte y almacenamiento del fruto, debido a que el daño mecánico ocasiona la aceleración de procesos fisiológicos que conducen a la senescencia, el deterioro y la pérdida del valor nutricional del mismo (Mazhar et al., 2018; Kassim and Workneh, 2020; Perkins et al., 2019).

El comportamiento de los frutos ante dichos efectos mecánicos en las diferentes etapas de la cadena postcosecha depende de sus propiedades físicas, mecánicas, bioquímicas y fisiológicas. El análisis de las propiedades mecánicas permite evaluar el efecto de los esfuerzos en los tejidos de los frutos frescos ante la acción de cargas estáticas y/o dinámicas (Hussein et al., 2020; Razavi et al., 2018), lo cual influye en la elección y diseño de métodos de manipulación, empaque y almacenamiento, así como los sistemas de transporte (Mohammad Shafie et al., 2015; Fernando et al., 2019). Sin embargo, si no se conocen los patrones de maduración, así como su comportamiento mecánico postcosecha de los frutos de aguacate debido a las diferencias dadas por la variedad, estas tecnologías no podrán ser explotadas en todo su potencial.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación es evaluar la calidad y el comportamiento postcosecha, así como determinar la influencia de daños mecánicos en frutos de aguacate provenientes del cruzamiento 'Hass' 'Pionero', con el fin de proponer cultivares con frutos de calidad alternativos a 'Hass' que

proporcionen mayor estabilidad en las zonas productoras y nuevas oportunidades de mercado.

## **II. HIPÓTESIS**

La calidad organoléptica y sensorial de al menos un material proveniente del cruzamiento 'Hass' 'Pionero' es igual o superior a aguacate 'Hass' para exportación.

Al menos un material proveniente del cruzamiento 'Hass' 'Pionero' es una alternativa comercial para satisfacer la demanda de aguacate 'Hass' nacional y de exportación.

## **III. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar la calidad y comportamiento postcosecha, así como daños mecánicos de frutos de aguacate de seis materiales provenientes del cruzamiento 'Hass' 'Pionero'

### **Objetivos específicos**

- ✓ Analizar el estado nutrimental de frutos de aguacate de seis cruzas 'Hass' 'Pionero'.
- ✓ Determinar el patrón de maduración de frutos de aguacate de seis cruzas 'Hass' 'Pionero' almacenados a 20 y  $5 \pm 2$  °C.
- ✓ Evaluar las propiedades organolépticas y la preferencia del consumidor en frutos de cruzas 'Hass' 'Pionero' en comparación con una muestra de supermercado (variedad 'Hass').
- ✓ Caracterizar física y mecánicamente a frutos de seis materiales provenientes del cruzamiento de aguacate 'Hass' 'Pionero'.
- ✓ Evaluar la influencia de daños mecánicos en la respiración y cambios biofísicos en frutos de seis cruzas de aguacate 'Hass' 'Pionero'.
- ✓ Proponer tecnologías postcosecha adecuadas para la comercialización de materiales alternativos a 'Hass'.

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Revisión de literatura**

#### **Sitios de plantación**

Los frutos se obtendrán del huerto de la fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX S. C. ubicado en el municipio de Temascaltepec, Estado de México, el cual se encuentra entre las coordenadas geográficas 18°59'16" y 19°13'03" de latitud Norte y 99°48'05" y 100°13'58" de longitud Oeste. De acuerdo con la estación meteorológica de Temascaltepec, la cual se localiza en las coordenadas 19°03'29" latitud Norte y 100°03'11" longitud Oeste a una altura de 1882 msnm, las condiciones climáticas anuales de temperatura media, máxima y mínima son 18.2, 26.7 y 9.8 °C respectivamente, y con una precipitación de 1233.8 mm (SMN, 2021).

#### **Obtención del material vegetal**

Se cosecharán frutos de aguacate 'Hass X Pionero' del sitio de plantación en madurez fisiológica. Los frutos se trasladarán al Laboratorio de Fisiología Poscosecha del Colegio de Postgraduados.

#### **Preparación del material vegetal**

Se realizarán las siguientes determinaciones al momento de cosecha:

- Porcentaje de materia seca (norma mexicana NMX-FF-016-SCFI-2016 (Secretaría de Economía, 2016)).
- Contenido de aceite
- Peso
- Diámetro ecuatorial
- Densidad
- Grado de esfericidad (forma)
- Color de la cáscara
- Color de la pulpa

#### **Experimento 1: "Determinación del patrón de maduración, valor nutracéutico y calidad sensorial de frutos de aguacate de seis cruas 'Hass' 'Pionero'"**

Las evaluaciones se llevarán a cabo de acuerdo con un diseño experimental factorial que consta de dos factores: material (6 cruas) y temperatura de almacenamiento de los frutos (ambiente 20 °C y refrigeración 5 °C) (Cuadro 1).

Los frutos a temperatura ambiente se almacenarán durante 8 a 10 días aproximadamente, hasta que alcancen la madurez de consumo, mientras que los frutos en refrigeración permanecerán a 5 °C durante 2 semanas y posteriormente se almacenarán a temperatura ambiente.

De acuerdo con el diseño experimental establecido, se evaluarán los siguientes parámetros:

Patrón de maduración:

- Respiración
- Producción de etileno
- Pérdida de peso
- Diámetro ecuatorial
- Fuerza de penetración en mesocarpio
- Color externo
- Color interno
- Vida postcosecha

Adicionalmente, en frutos refrigerados, se obtendrá el índice de daños por frío y el índice de pudriciones.

Valor nutracéutico:

- Contenido de azúcares totales
- Contenido de fenoles totales
- Contenido de carotenoides
- Contenido de clorofila

Calidad sensorial:

- Sabor
- Color
- Textura
- Apariencia

Adicionalmente se evaluará la calidad sensorial de una muestra de supermercado.



Las variables de estudio se medirán durante el periodo a temperatura ambiente, la evaluación de calidad sensorial se realizará una sola vez al final del periodo de almacenamiento a temperatura ambiente, cuando alcancen la madurez de consumo. Todas las variables se medirán cada 2 días a excepción de la respiración, pérdida de peso, color y diámetro ecuatorial que se medirán diariamente. Se considerará a un fruto como la unidad experimental y se realizarán 5 repeticiones por cada evaluación, por tratamiento (Cuadro 1).

Cuadro 1: Diseño experimental

| Factor   |                            | Tratamiento | Evaluación de parámetros  |
|----------|----------------------------|-------------|---|
| Material | Temperatura almacenamiento |             |   |
| HP76     | Ambiente                   | T1          | Patrón de maduración<br>Valor nutracéutico<br>Calidad sensorial |
|          | Refrigeración              | T2          |   |
| HP49     | Ambiente                   | T3          |   |
|          | Refrigeración              | T4          |   |
| HP39     | Ambiente                   | T5          |   |
|          | Refrigeración              | T6          |   |
| HP38     | Ambiente                   | T7          |   |
|          | Refrigeración              | T8          |   |
| HP64     | Ambiente                   | T9          |   |
|          | Refrigeración              | T10         |   |
| HP126    | Ambiente                   | T11         |   |
|          | Refrigeración              | T12         |   |

## Experimento 2: “Caracterización físico – mecánica de frutos de aguacate de seis materiales provenientes del cruzamiento ‘Hass’ ‘Pionero’

Caracterización física:

Para la obtención de las variables físicas se seleccionarán aleatoriamente 20 frutos correspondientes a cada variedad (6 cruces 'Hass' 'Pionero'). Se determinará la longitud (L), diámetro mayor perpendicular a L (M) y diámetro menor perpendicular a L y M (N) con un vernier digital Trupper (Figura 1).

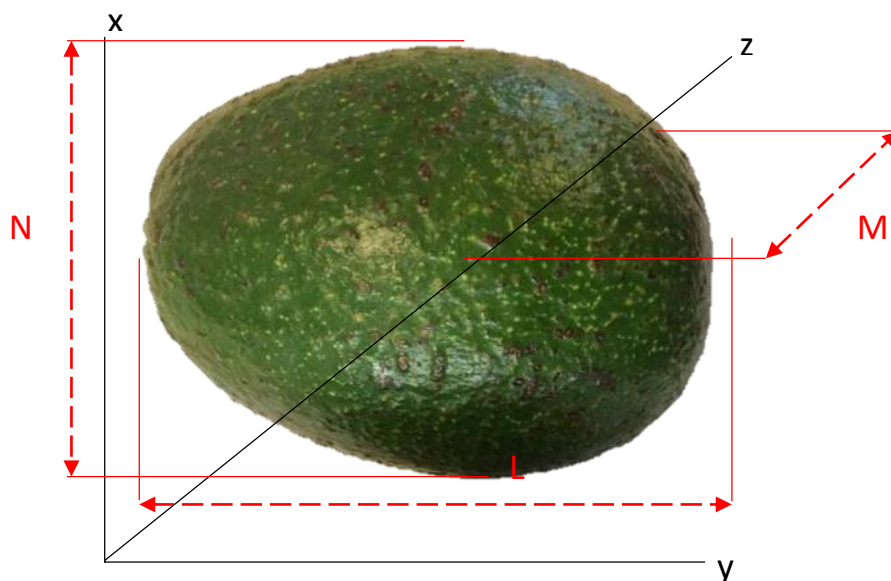


Figura 1: Representación esquemática de la longitud (L), diámetro mayor (M) y diámetro menor (N) de aguacate 'Hass' 'Pionero'

Variables de estudio:

- ✓ Longitud (L)
- ✓ Diámetro mayor (M)
- ✓ Diámetro menor (N)
- ✓ Peso
- ✓ Volumen
- ✓ Color externo

A partir de los datos obtenidos se calculará:

- ✓ Diámetro medio geométrico
- ✓ Esfericidad
- ✓ Área superficial
- ✓ Densidad del fruto

Otras variables:

- ✓ Densidad aparente
- ✓ Porosidad o fracción de volumen vacío
- ✓ Coeficiente de empaque
- ✓ Relación cáscara: pulpa: semilla

#### Caracterización mecánica:

Se evaluará la resistencia mecánica a la compresión en pulpa de frutos de aguacate de seis cruzas ‘Hass’ ‘Pionero’ en madurez fisiológica.

Se obtendrán dos muestras cilíndricas, 15 mm de diámetro por 15 mm de altura, de la región ecuatorial del fruto en lados opuestos; la primera muestra se obtendrá en la dirección al eje cáliz-pedúnculo (dirección 1) mientras que la segunda, en dirección perpendicular al mismo (dirección 2) (Fig. 2). Las pruebas mecánicas se realizarán en una máquina universal de ensayos mecánicos INSTRON modelo 3382.

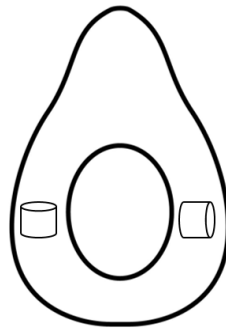


Figura 2: Representación esquemática de la toma de las muestras en el mesocarpio del fruto de aguacate ‘Hass’ ‘Pionero’.

#### Variables de estudio:

- ✓ Carga de compresión
- ✓ Deformación unitaria
- ✓ Módulo de Young

Se considerará a un fruto como la unidad experimental y se realizarán 20 repeticiones por variedad.

### **Experimento 3: “Respuesta fisiológica a daños mecánicos por compresión en frutos de aguacate ‘Hass’ ‘Pionero’”**

Se estudiará el efecto fisiológico de carga por compresión estática en el límite elástico y el grado de daño de frutos de aguacate ‘Hass’ ‘Pionero’ almacenados a  $5 \pm 2$  °C. El efecto del daño mecánico se evaluará a partir de los siguientes parámetros:

#### **No destructivos**

- ✓ Respiración
- ✓ Pérdida de peso
- ✓ Diámetro
- ✓ Color exocarpio
- ✓ Vida postcosecha

#### **Destructivos**

- ✓ Color mesocarpio
- ✓ Fuerza de penetración de la pulpa
- ✓ Carotenoides
- ✓ Clorofila
- ✓ Fenoles

Los frutos se almacenarán en refrigeración a 5 °C durante 10 días y posteriormente se almacenarán a temperatura ambiente.

Las variables de estudio se medirán durante el periodo a temperatura ambiente, se medirán diariamente los parámetros no destructivos mientras que los destructivos se medirá cada tres días hasta la madurez de consumo del fruto (hasta que se observen los cambios biofísicos propios de la maduración, basándose en la pérdida de firmeza (nivel 5) (escala hedónica para determinar el grado de madurez de manera manual y no destructiva 1=duro, 2=inicio ablandamiento, 3=ligeramente blando, 4=blando y 4= suave y muy blando).

\*Podría tomarse en cuenta el parámetro de color, sin embargo, dado que algunos de los materiales a evaluar maduran en verde, este parámetro no podría ser utilizado en todas las variedades.

## **Metodología variables de estudio**

### Fuerza de penetración en mesocarpio

Se medirá la fuerza de penetración de los frutos de cada experimento con un texturómetro Force Five modelo FDV-30.

### Color exocarpio y mesocarpio

Se harán dos mediciones por fruto (zonas opuestas del área ecuatorial) con un colorímetro Hunter Lab, a través de la escala de colores se obtendrán el índice de saturación (chroma), el ángulo de tono (hue) y el índice de color (IC) por medio de las siguientes ecuaciones (Hutchings 1999):

$$Chroma = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

$$Hue = \tan^{-1} \left( \frac{b^*}{a^*} \right)$$

$$IC = \frac{1000 * a}{L * b}$$

Adicionalmente se establecerá una metodología para toma de fotografías de las 6 caras del fruto y corte longitudinal, las cuales se utilizarán para obtener los parámetros de color.

### Pérdida de peso

Se determinará el porcentaje de peso perdido por diferencia respecto al valor inicial utilizando una balanza electrónica alsep EY-2200A:

$$Pérdida\ de\ peso = \frac{Pi - Pf}{Pi} * 100$$

### Vida postcosecha

Se contabilizarán los días después de la fecha de cosecha de cada uno de los materiales hasta la fecha en la cual los frutos se encuentren en madurez de consumo (nivel 1 de firmeza hedónica).

### Respiración

La tasa de respiración se medirá con sensores de CO<sub>2</sub> a través de la metodología propuesta por Salveit y Sharaf (1992) en contenedores de volumen conocido con el equipo Telaire portátil.

### Producción de etileno

Se medirá de acuerdo a la metodología de Salveit y Sharaf (1992). Se colocarán los frutos en contenedores de volumen conocido, se tomará una muestra del gas y a través de un cromatógrafo de gases se medirá la producción de etileno.

### Densidad del fruto

A partir de los datos registrados del peso del fruto y del volumen del fruto, que se obtendrá por el método de desplazamiento de agua, se calculará la densidad del fruto mediante la siguiente ecuación (Rafiee *et al*, 2007):

$$\rho_f = \frac{W_f}{V_f}$$

Donde  $\rho_f$  es la densidad de la fruta,  $W_f$  es el peso del fruto individual y  $V_f$  el volumen del agua desplazada por el fruto. Para determinar el volumen de agua desplazada por el fruto se utilizará la densidad del agua a 20 °C la cual es 0.998 g/cm<sup>3</sup>.

### Contenido de aceite

Se obtendrá el porcentaje de aceite de una muestra de 10 g de pulpa de aguacate seca empleando un extractor de lípidos Soxhlet por 4-6 horas, se utilizará éter de petróleo como solvente. El contenido de aceite en la pulpa se expresará como % (p/p) y se obtendrá de acuerdo a la siguiente expresión (AOAC, 1990; Carvalho *et al*, 2015).

$$\text{Contenido de aceite (\% p/p)} = \frac{\text{Materia seca (\%)} * \text{Peso del aceite (g)}}{\text{Peso de pulpa seca (g)}}$$

### Diámetro geométrico y esfericidad

A partir de los datos obtenidos de las propiedades físicas, se calculará el diámetro medio geométrico ( $Dg$ ) y la esfericidad ( $\varphi$ ) del fruto utilizando las siguientes expresiones (Mohsenin, 1986):

$$Dg = (LMN)^{\frac{1}{3}} \dots \dots (8)$$

$$\varphi = \frac{Dg}{L} \dots \dots (9)$$

Donde  $Dg$  es el diámetro medio geométrico y  $\varphi$  es la esfericidad.

### Área superficial

Se calculará a partir del diámetro medio geométrico con la siguiente ecuación (McCabe *et al.*, 2001):

$$As = \pi Dg^2$$

Donde  $As$  es el área superficial y  $Dg$  es el diámetro geométrico.

### Densidad del fruto

A partir de los datos registrados del peso del fruto y del volumen del fruto, que se obtendrá por el método de desplazamiento de agua, se calculará la densidad del fruto mediante la siguiente ecuación (Rafiee *et al.*, 2007):

$$\rho_f = \frac{W_f}{V_f}$$

Donde  $\rho_f$  es la densidad de la fruta,  $W_f$  es el peso del fruto individual y  $V_f$  el volumen del agua desplazada por el fruto. Para determinar el volumen de agua desplazada por el fruto se utilizó la densidad del agua a 20 °C la cual es 0.998 g/cm<sup>3</sup>.

### Densidad aparente

La densidad aparente ( $\rho_a$ ) se determinará con base en el volumen ocupado por la muestra a granel colocada dentro de un contenedor de peso y volumen conocidos. La densidad aparente ( $\rho_a$ ) se calculará usando la siguiente ecuación (AOAC, 1990):

$$\rho_a = \frac{W_t}{V_b}$$

Donde  $\rho_a$  es la densidad aparente,  $W_t$  es el peso total de la fruta colocada dentro de la caja y  $V_b$  es el volumen de la caja.

#### Porosidad o fracción de volumen vacío

Se determinará con la siguiente expresión (Mohsenin, 1986):

$$\varepsilon = \frac{\rho_f - \rho_a}{\rho_f}$$

Donde  $\varepsilon$  es la porosidad,  $\rho_a$  y  $\rho_f$  son la densidad aparente y densidad real del fruto, respectivamente.

#### Coeficiente de empaque ( $\lambda$ )

Se obtendrá a partir de la relación entre el volumen total de los frutos dentro del contenedor ( $V_t$ ) y el volumen del contenedor vacío ( $V_b$ ) (Topuz *et al.*, 2005):

$$\lambda = \frac{V_t}{V_b}$$

#### Propiedades mecánicas

Se realizarán pruebas de compresión para determinar las propiedades de carga máxima de compresión, deformación unitaria y módulo de elasticidad aparente con una máquina universal de ensayos mecánicos INSTRON (modelo 3382, Instron, Norwood, MA, USA) con una velocidad de cruceta de 30 mm·min<sup>-1</sup> (ASABE, 2005) y una celda de carga de 100 kN.

#### Extracción y cuantificación de carotenos totales y clorofila en el mesocarpio

Se utilizarán 2 g de pulpa finamente picada, se transferirá a un vial de 25 mL y se adicionarán 10 mL de acetona al 80 % dejándolo reposar durante 48 horas a 4 °C en oscuridad. Se centrifugará la muestra a 5000 rpm por 5 min y posteriormente se realizará la lectura en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 663, 647 y 470 nm.

Para obtener el contenido de clorofila y carotenoides se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$\text{Clorofila total (mg L}^{-1}\text{)} = 7.15(A_{663}) + 18.71(A_{647})$$

$$\text{Clorofila a (mg L}^{-1}\text{)} = 12.25 (A_{663}) - 2.79 (A_{647})$$

$$\text{Clorofila b (mg L}^{-1}\text{)} = 21.50 (A_{647}) - 5.10 (A_{663})$$



$$\text{Carotenoides totales (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{1000 (A470) - 1.82 (Ca) - 85.02 (Cb)}{198}$$

Para calcular la cantidad de clorofila y carotenoides en la muestra:

$$\text{Concentración (mg 100 g}^{-1}\text{ de pulpa fresca)} = \frac{C * V * 100}{1000 * P}$$

Donde:

$C$  = Concentración (mg L<sup>-1</sup>)

$V$  = Volumen aforado (mL)

$P$  = Peso de la muestra (g)

1000 = factor de conversión de mg L<sup>-1</sup> a mg mL<sup>-1</sup>

#### Extracción y cuantificación de contenido de fenoles totales en el mesocarpio

Para la extracción de fenoles totales se utilizará una muestra de 1 g de pulpa de fruto, con ayuda de un mortero se mezclará la pulpa con 10 mL de metanol al 80% hasta conseguir un macerado homogéneo. Posteriormente se centrifuga a 5000 rpm durante 15 min a 9°C. Se tomará una alícuota de 200 µL del sobrenadante y se agregará a la muestra en el siguiente orden (Waterman y Mole, 1994):

- 2.5 mL de agua destilada
- 100 µL de reactivo Folin Ciocalteu – agua [1:1 v/v]
- 200 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – agua [ 2:8 p/v]

Posteriormente se dejará reposar en condiciones de oscuridad por 60 minutos, una vez pasado ese tiempo se realizará la lectura de absorbancia en un espectrofotómetro digital a 765 nm. Los resultados serán obtenidos por medio de una curva de calibración, y reportados como mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> (mg AG 100<sup>-1</sup>).

#### Curva de calibración de fenoles totales

Para preparar el estándar, se pesará aproximadamente 0.0020 g de ácido gálico en una balanza analítica, con un pasa sustancias se transferirá el ácido gálico a un

matraz de 10 mL agregando 1 mL de etanol 100% y posteriormente se aforará con metanol al 80%. Se calculará la concentración del estándar de ácido gálico.

Se prepararán soluciones con diferentes concentraciones para determinar cada uno de los puntos de la curva de acuerdo al Cuadro \_\_ agregando la cantidad indicada de agua destilada y estándar. Una vez teniendo todas las soluciones preparadas de cada punto, se tomará una alícuota de 200 µL de cada solución y se agregará en el siguiente orden:

- 2.5 mL de agua destilada
- 100 µL de reactivo Folin Ciocalteu – agua [1:1 v/v]
- 200 µL de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> – agua [ 2:8 p/v]

Posteriormente se dejará reposar en condiciones de oscuridad por 60 minutos, una vez pasado ese tiempo se realizará la lectura de absorbancia en un espectrofotómetro digital a 765 nm. Se graficará la absorbancia y la concentración de ácido gálico para obtener la curva de calibración la cual debe tener una R<sup>2</sup> de al menos 0.990.

**Elaboración de la curva de calibración. Concentración estándar de AG µg/mL (v/v)**

| #  | AG<br>µg/mL | Std AG<br>µL | H <sub>2</sub> O<br>µL | Aforo<br>µL | Alícuota<br>µL | H <sub>2</sub> O<br>mL | Folin<br>µL | NaCO <sub>3</sub><br>µL | Abs<br>765nm |
|----|-------------|--------------|------------------------|-------------|----------------|------------------------|-------------|-------------------------|--------------|
| B  |             | 0            | 1000                   | 1000        | 0              | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 1  |             | 10           | 990                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 2  |             | 20           | 980                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 3  |             | 50           | 950                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 4  |             | 80           | 920                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 5  |             | 100          | 900                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 6  |             | 200          | 800                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 7  |             | 300          | 700                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 8  |             | 400          | 600                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 9  |             | 500          | 500                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |
| 10 |             | 600          | 400                    | 1000        | 300            | 2.5                    | 100         | 200                     |              |

**Cuantificación de azúcares totales**

Extracción de la muestra:

Se pesarán 3 g de pulpa finamente picada y se añadirá la pulpa y 60 mL de etanol al 80 % en un matraz. Se colocarán los matraces en una parrilla con tres perlas de ebullición cada uno y ésta se colocará en una campana de extracción hasta que alcancen el punto de ebullición y un volumen aproximado de 10 mL. Se dejará

enfriar para después filtrar con un embudo y algodón en una probeta y aforar a 10 mL, de ser necesario se enjuagará con etanol al 80%. Finalmente, la muestra se transferirá a viales previamente etiquetados y se refrigerarán hasta su uso.

#### Cuantificación:

Con el extracto de cada muestra se hará una dilución 1:100, de acuerdo con pruebas preliminares, y se transferirá a un tubo de ensayo previamente etiquetado 300  $\mu$ L de la dilución, 300  $\mu$ L de fenol al 5 %, mezclar perfectamente y adicionar 1.5 mL de ácido sulfúrico. Se dejará reposar 20 min y se realizará la lectura a 490 nm en un espectrofotómetro y se obtendrá los resultados de azúcares totales con el uso de una curva de calibración, reportando los datos como % (g 100 g<sup>-1</sup> pulpa fresca)

#### Curva de calibración de azúcares totales

Para preparar el estándar, se pesará aproximadamente 0.0017 g de glucosa en una balanza analítica, con un pasa sustancias se transferirá la glucosa a un matraz de 10 mL agregando agua destilada y se aforará hasta 10 mL. Se calculará la concentración del estándar de glucosa.

Se prepararán soluciones con diferentes concentraciones para determinar cada uno de los puntos de la curva de acuerdo al Cuadro \_\_ agregando la cantidad indicada de agua destilada y estándar. Una vez teniendo todas las soluciones preparadas de cada punto, se tomará una alícuota de 300  $\mu$ L de cada solución y se agregará 300  $\mu$ L de fenol al 5 %, mezclar perfectamente y adicionar 1.5 mL de ácido sulfúrico. Se dejará reposar 20 min y se realizará la lectura a 490 nm en un espectrofotómetro.

Se graficará la absorbancia y la concentración de glucosa para obtener la curva de calibración la cual debe tener una R<sup>2</sup> de al menos 0.990.

#### **Cuadro \_\_: Elaboración de la curva de calibración. Concentración estándar de glucosa ug/mL (v/v)**

| # | Gluc<br>$\mu$ g/mL | Std glu<br>$\mu$ L | H <sub>2</sub> O<br>$\mu$ L | Aforo<br>$\mu$ L | Alícuota<br>$\mu$ L | Fenol<br>$\mu$ L | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub><br>mL | Abs<br>490nm |
|---|--------------------|--------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|------------------|--------------------------------------|--------------|
| B |                    | 0                  | 1000                        | 1000             | 0                   | 300              | 1.5                                  |              |
| 1 |                    | 10                 | 990                         | 1000             | 300                 | 300              | 1.5                                  |              |
| 2 |                    | 20                 | 980                         | 1000             | 300                 | 300              | 1.5                                  |              |
| 3 |                    | 50                 | 950                         | 1000             | 300                 | 300              | 1.5                                  |              |
| 4 |                    | 80                 | 920                         | 1000             | 300                 | 300              | 1.5                                  |              |
| 5 |                    | 100                | 900                         | 1000             | 300                 | 300              | 1.5                                  |              |

|    |  |     |     |      |     |     |     |  |
|----|--|-----|-----|------|-----|-----|-----|--|
| 6  |  | 200 | 800 | 1000 | 300 | 300 | 1.5 |  |
| 7  |  | 300 | 700 | 1000 | 300 | 300 | 1.5 |  |
| 8  |  | 400 | 600 | 1000 | 300 | 300 | 1.5 |  |
| 9  |  | 500 | 500 | 1000 | 300 | 300 | 1.5 |  |
| 10 |  | 600 | 400 | 1000 | 300 | 300 | 1.5 |  |

**Análisis y procesamiento de datos:** El análisis estadístico de los datos se conducirá de acuerdo al diseño del experimento.

**Discusión de los resultados**

**Elaboración de conclusiones**

**Redacción del primer borrador del documento final**

**Elaboración del documento final y examen de grado**

## V. RESULTADOS Y PRODUCTOS ESPERADOS

A través de los resultados observados se espera determinar lo siguiente:

- ✓ Estado nutricional de frutos de seis materiales provenientes del cruzamiento 'Hass' 'Pionero'.
- ✓ Comportamiento fisiológico después de la cosecha de frutos 'Hass' 'Pionero'.
- ✓ Propiedades organolépticas y preferencia del consumidor en frutos de aguacate de seis materiales 'Hass' 'Pionero'.
- ✓ Propiedades físicas y mecánicas de frutos de aguacate 'Hass' 'Pionero'.
- ✓ Respuesta fisiológica a daños mecánicos por compresión en frutos de aguacate 'Hass' 'Pionero'.

Derivado de la investigación a realizar se espera obtener como productos: tesis para la obtención de grado de doctorado y publicación del artículo científico.

## VI. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

| Actividad | Año  |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|
|           | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 |

|                                  | Cuatrimestre |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                  | 1            | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| Acreditación de cursos           |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Revisión de literatura           |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Pruebas preliminares             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Obtención del material vegetal   |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Preparación del material vegetal |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Evaluación de parámetros         |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Procesamiento de datos           |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Análisis estadístico             |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Discusión de los resultados      |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Elaboración de conclusiones      |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Redacción del primer borrador    |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Entrega del documento final      |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Examen de grado                  |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| Exámenes predoctorales           |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

## VII. PROGRAMACIÓN DEL PRESUPUESTO

| Concepto                                      | Monto (MXN) |
|---|-------------|
| Material Vegetal                              | 10,000      |
| Compuestos químicos y material de laboratorio | 25,000      |
| Uso de cromatógrafo de gases                  | 5,000       |
| Viáticos y transporte de frutos               | 9,000       |

|  |        |
|--|--------|
| Contenedores herméticos para medición de CO <sub>2</sub> y etileno | 500    |
| Otros  | 500    |
| TOTAL  | 50.000 |

## VIII. LITERATURA CITADA

Acosta, E., Hernández, I. y Almeyda, I.H. 2012. Evaluación de aguacates criollos en Nuevo León, México: región sur. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 3 (2), p. 245-257.

Acosta-Díaz, E. Álvarez-Ojeda, M.G., Guzmán-Maldonado, S.H. and Almeyda-León, I.H. 2019. Variability of the total oil content and fatty acid profile of creole avocados from Nuevo Leon, Mexico. *Agronomía Mesoamericana*, vol 30 (3), p. 705-719.

Afsharnia, F., Mehdizadeh, S.A., Ghaseminejad, M. and Heidari, M. 2017. The effect of dynamic loading on abrasion of mulberry fruit using digital image analysis. *Information Processing in Agriculture*, vol. 4, p. 291–299.

Álvarez, M.G., Pecina, V., Acosta, E. y Almeyda, I.H. 2018. Evaluación molecular del aguacate criollo (*Persea americana* Mill) en Nuevo León, México. *Rev. Colomb. Biotecnol*, vol. 20 (2), p. 38 – 46.

AOAC (Association of Official analytical Chemists). 1990. Official Methods for analysis. 15<sup>th</sup> edition, Virginia, U.S A.: Autor.

ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers). 2008. Compression Test of Food Materials of Convex Shape.

Del Toro-Equihua, M., Velasco-Rodríguez, R., López-Ascencio, R., & Vásquez, C. 2016. Effect of an avocado oil-enhanced diet (*Persea americana*) on sucrose-induced insulin resistance in Wistar rats. *Journal of Food and Drug Analysis*, vol. 24, p. 350–357. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2015.11.005>.

Carvalho, C. P., and Velásquez, M. A. (2015). Fatty acid content of avocados (*Persea americana* Mill. cv. Hass) in relation to orchard altitude and fruit maturity stage. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 220–227.

Carvalho, Catarina Pedro, Bernal E., Jorge, Velásquez, María Alejandra, & Cartagena V., José Régulo. (2015). Fatty acid content of avocados (*Persea americana* Mill. cv. Hass) in relation to orchard altitude and fruit maturity stage. *Agronomía Colombiana*, 33(2), 220-227. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n2.49902>

Corrales-García, J. E., del Rosario García-Mateos, M., Martínez-López, E., Barrientos-Priego, A. F., Ybarra-Moncada, M. C., Ibarra-Estrada, E. and Becerra-Morales, D. 2019. Anthocyanin and oil contents, fatty acids profiles and antioxidant activity of Mexican landrace avocado fruits. *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 74, p. 210–215. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00721-1>.

Espinosa-Alonso, L.G., Paredes-López, O., Valdez-Morales, M. and Oomah, B.D. 2017. Avocado oil characteristics of Mexican creole genotypes. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, vol. 119, art. 1600406.

Fernando, I., Feia, J. and Stanley, R. Measurement and analysis of vibration and mechanical damage to bananas during long-distance interstate transport by multi-trailer road trains. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 158, art. 110977.

Folaranmi, O. M. 2014. Effect of liquid extract of pear avocado leaf (*Persea americana*) on plasma levels of aminotransferases, cholesterol and total bile acids in hypertensive patients. *International Journal of Composite Materials*, vol. 4(3), p. 87–91. <https://doi.org/10.5923/j.ajmms.20140403.01>.

Gorinstein, S., Haruenkit, R., Poovarodom, S., Vearasilp, S., Ruamsuke, P., Namiesnik, J., Sheng, G.P. 2010. Some analytical assays for the determination of bioactivity of exotic fruits. *Phytochemical Analysis*, vol. 21, p. 355–362. <https://doi.org/10.1002/pca>.

Gutiérrez-Díez, A., Martínez-de la Cerda, J., García-Zambrano, E.A., Iracheta-Donjuan, L., Ocampo-Morales, J.D. y Cerda-Hurtado, I.M. 2009. Estudio de diversidad genética del aguacate nativo en Nuevo León, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, vol. 32 (1), p. 9-18.

Herrera-González, J.A. y Salazar-García, S. 2017. Impactos al fruto de aguacate ‘Hass’ en la línea de empaque y su efecto en la calidad poscosecha. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp. Núm. 19*, p. 4049-4061.

Hutchings, B. J. 1999. Food color and appearance. Second Edition. Ed. Aspen Publishers, USA. Pp. 610.

Hussein, Z., Fawole, O.A. and Opara, U.O. 2020. Effects of bruising and storage duration on physiological response and quality attributes of pomegranate fruit. *Scientia Horticulturae*, vol. 267, art. 109306.

Kassim, A. and Workneh, T.S. 2020. Influence of postharvest treatments and storage conditions on the quality of Hass avocados. *Heliyon*, vol 6, art. e04234.

Lara-Márquez, M., Báez-Magaña, M., Raymundo-Ramos, C., Spagnuolo, P.A., Macías-Rodríguez, L., Salgado-Garciglia, R. Ochoa-Zarzosa, A. and López-Meza, J.E. 2020. Lipid-rich extract from Mexican avocado (*Persea americana* var. *drymifolia*) induces apoptosis and modulates the inflammatory response in Caco-2 human colon cancer cells. *Journal of Functional Foods*, vol. 64, art. 103658. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103658>

Mazhar, M., Joyce, D., Hofman, P. and Vu, N. 2018. Factors contributing to increased bruise expression in avocado (*Persea americana* M.) cv. “Hass” fruit. *Postharvest Biology and Technology*, vol. 143, p. 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.04.015>

Miñón-Hernández, D., Dorantes-Álvarez, L., Guzmán-Gerónimo, R. I., Alvarado-Olivarez, M., Herrera-Meza, S., Santiago-Roque, I., Arrieta-Báez, D. 2020. Avocado Creole Peel Ameliorates Metabolic Alterations Caused by a High Sucrose Fat Diet in a Wistar Rats Model. *Plant Foods for Human Nutrition*. Vol. 76, p. 12-19. <https://doi.org/10.1007/s11130-020-00867-3>

McCabe, W. L., Smith, J. C. and Harriott, P. 2001. *Unit Operations of Chemical Engineering*. New York, N.Y: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Mohammad Shafie, M., Rajabipour, A., Castro-García, S., Jiménez-Jiménez, F. and Mobli, H. 2015. Effect of fruit properties on pomegranate bruising. *International Journal of Food Properties*, vol. 18, p. 1837–1846. DOI: 10.1080/10942912.2014.948188

Mohsenin, N. N. (1986). *Physical Properties of Plant and Animal Material*. New York, N.Y: Gordon and Breach Science Publishers.



Ortiz-Avila, O., Esquivel-Martínez, M., Olmos-Orizaba, B. E., Saavedra-Molina, A., Rodríguez-Orozco, A. R. and Cortés-Rojo, C. 2015. Avocado oil improves mitochondrial function and decreases oxidative stress in brain of diabetic rats. *Journal of Diabetes Research*, Vol. 2015, p. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/485759>.

Ortiz-Avila, O., Sámano-García, C. A., Calderón-Cortés, E., Pérez-Hernández, I. H., Mejía-Zepeda, R., Rodríguez-Orozco, A. R., Cortés-Rojo, C. (2013). Dietary avocado oil supplementation attenuates the alterations induced by type I diabetes and oxidative stress in electron transfer at the complex II-complex III segment of the electron transport chain in rat kidney mitochondria. *Journal of Bioenergetics and Biomembranes*, vol. 45(3), p. 271–287. <https://doi.org/10.1007/s10863-013-9502-3>.

Perkins, M.L., Joyce, D.C. and Coates, LM. 2019. Possible contribution of impact injury at harvest to anthracnose expression in ripening avocado: A review. *Scientia Horticulturae*, vol. 246, p. 785–790. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.11.012>

Rafiee, S., Keramat, J. M., Jafari, A., Sharifi, M., Mirasheh, R. and Mobli, H. 2007. Determining some physical properties of bergamot (*Citrus medica*). *International Agrophysics*, 21, 293-297.

Ramos-Aguilar, A. L., Ornelas-Paz, J., Tapia-Vargas, L. M., Gardea-Bejar, A. A., Yahia, E. M., Ornelas-Paz, J. de J. and Escalante-Minakata, P. 2021. Metabolomic analysis and physical attributes of ripe fruits from Mexican Creole (*Persea americana* var. *Drymifolia*) and “Hass” avocados. *Food Chemistry*, vol. 354, art. 129571. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129571>

Razavi, M. S., Asghari, A., Azadbakh, M. and Shamsabadi, H.A. 2018. Analyzing the pear bruised volume after static loading by Magnetic Resonance Imaging (MRI). *Scientia Horticulturae*, vol. 229, p. 33–39. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2017.10.011>

Saltveit, M. E. and Sharaf, A. R. 1992. Ethanol inhibits ripening of tomato fruit harvested at various degrees of ripeness without affecting subsequent quality. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* Vol. 117(5), p. 793-798.

Secretaría de Economía. 2016. Norma mexicana NMX-FF-016-SCFI-2016, Productos alimenticios no industrializados para uso humano – fruta fresca –

aguacate hass (Persea americana Mill) – especificaciones (cancela a la nmx-ff-016-scfi-2006). [https://caisatech.net/uploads/XXI\\_2\\_MXD\\_C107\\_NMX-FF-016-SCFI-2016\\_R0\\_6ENE2017.pdf](https://caisatech.net/uploads/XXI_2_MXD_C107_NMX-FF-016-SCFI-2016_R0_6ENE2017.pdf)

SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). Anuario estadístico de la producción agrícola – por cultivo – aguacate - 2020. [Consultado febrero 2021] 2020. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>

Topuz, A., Topakci, M., Canakci, M., Akinci, I., □ Ozdemir, F. (2005). Physical and nutritional properties of four orange varieties. Journal of Food Engineering Research, vol. 66, p. 519-523.

**ANEXO 1.**  
**FICHA DESCRIPTIVA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE**  
**ESTUDIANTES DE MAESTRÍA Y DOCTORADO \***

|   |  |  |
|---|--|--|
| <b>Clave del Proyecto**:</b>  |  |  |
| <b>Nombre (s) del / la Estudiante:</b>  | Yumari Díaz Herrera  |  |
| <b>No. de matrícula:</b>  | 12111004   |  |
| <b>Título del Proyecto:</b>   | Calidad postcosecha y daños mecánicos en frutos de aguacate de seis materiales provenientes del cruzamiento 'Hass' 'Pionero' |  |
| <b>Palabras clave del Proyecto:</b>   | Aguacate, Hass, cruza, daño mecánico, maduración, postcosecha  |  |
| <b>Campus:</b>  | Montecillo   |  |
| <b>Programa de Posgrado:</b>  | Recursos Genéticos y Productividad - Fruticultura  |  |
| <b>Línea de Generación y/o Aplicación del Conocimiento (LGAC):</b>  | Desarrollo de productos frutícola y ornamental con valor nutricional, nutracéutico y sin riesgo para la salud humana         |  |
| <b>Fecha de inicio (ingreso al posgrado):</b>   | 08 enero 2021  |  |
| <b>Fecha de término:</b>  | diciembre 2024   |  |
| <b>Profesor(a) Consejero(a) :</b>   |  |  |
|   | <b>Nombre</b>  | Dr. Sergio Humberto Chávez Franco            |
|   | <b>Categoría Académica</b>   | Profesor Investigador Adjunto                |
| <b>Co-Director(a) (en su caso)</b>  |  |  |
|   | <b>Nombre</b>  |  |
|   | <b>Categoría Académica y/o Institución</b>   |  |
| <b>Asesores(as) del proyecto:</b>   |  |  |
| <b>Nombre(s):</b>   | <b>Categoría Académica</b>   | <b>Programa de Posgrado de Adscripción</b>   |
| Dr. Artemio Pérez López   | Profesor Investigador  | Posgrado en Ciencias Agroalimentarias – UACH |
| Dr. Juan Manuel González Camacho  | Profesor Investigador Titular  | PSEI – Cómputo Aplicado                      |
| Dr. Víctor Arturo González Hernández  | Profesor Investigador  | PREGEP - Genética                            |
| <b>Grado académico a obtener:</b>   | Doctorado  |  |
| <b>Presupuesto:</b>   | 50000  |  |
| <b>Monto del proyecto a erogarse por parte del Colegio de Postgraduados:</b>  | 50000  |  |
| <b>Ubicación geográfica del proyecto: (Señalar Estado, Municipio, localidades, coordenadas):</b>                            | Estado de México, Texcoco, Montecillo, 19°27'47"N, 98°54'18"W  |  |
| <b>Tipo de proyecto:</b><br>(Seleccionar alguno de los siguientes: Desarrollo Tecnológico, Investigación Básica o Aplicada) | Investigación Aplicada   |  |
| <b>Sistema producto y/o especie de estudio y/o proceso social:</b>  | Aguacate   |  |
| <b>Productos esperados:</b>   | Tesis para la obtención de grado de doctorado<br>Artículo científico   |  |