

**MORFOLOGÍA, PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE FRUTA DE
CUATRO VARIEDADES DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.),
‘ÁVILA’, ‘CANDELARIA’, ‘DOMÍNGUEZ’ Y ‘GOYA’, EN EL
NOROESTE DE PUERTO RICO**

por

Karla Verónica Jaramillo Jiménez

Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado de

MAESTRÍA EN CIENCIAS

en

HORTICULTURA

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
RECINTO UNIVERSITARIO DE MAYAGÜEZ

2018

Aprobado por:

José Pablo Morales Payán, Ph.D.
Presidente Comité Graduado

Fecha

Feiko H. Ferwerda Van Rennen, Ph.D.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Agenol González Vélez, M. Sc.
Miembro, Comité Graduado

Fecha

Xaymara L. Tirado García, EdD, MSN, RN
Representante de la Oficina de Estudios Graduados

Fecha

Roberto Vargas Ayala, Ph.D.
Director Interino, Departamento de Ciencias Agroambientales

Fecha

RESUMEN

El aguacate es uno de los frutales de mayor importancia económica en Puerto Rico. En la isla se producen comercialmente diferentes variedades de aguacate, pero la información documentada de morfología, productividad, fortalezas y debilidades de variedades en Puerto Rico es limitada, existiendo pocos estudios comparativos de variedades creciendo en igualdad de condiciones. El objetivo de este estudio fue establecer parámetros comparativos de la morfología, producción y calidad de fruta en cuatro variedades ‘Ávila’, ‘Candelaria’, ‘Domínguez’ y ‘Goya’ creciendo en un mismo huerto en la Estación Experimental Agrícola del Recinto Universitario de Mayagüez en Isabela, en el noroeste de Puerto Rico. Se registraron características morfológicas de ocho árboles de cada variedad, según descriptores para aguacate del *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI). En frutas en madurez fisiológica de cosecha se registraron forma, diámetro ecuatorial y polar, peso y color. En madurez de consumo se registraron color, peso y espesor de exocarpo y mesocarpo. En la semilla se registraron peso, longitud, diámetro ecuatorial y diámetro polar. Se determinaron fechas de cosecha, número y peso de frutas, distribución de frutas por categorías de peso (calibre) y producción total de frutas. Se determinó el daño causado por plagas en las variedades. Los daños al follaje causados por el insecto *Pseudocysta perseae* dependieron de la variedad y fueron mayores en ‘Ávila’ y menores en ‘Domínguez’. En el año 2016 la cosecha se inició en septiembre. Las variedades con mayor producción en 2016 fueron ‘Candelaria’, ‘Domínguez’, ‘Ávila’, siendo ‘Goya’ la de menor productividad de fruta mercadeable. En el año 2017 la cosecha se inició en julio y cesó en agosto por el paso de los huracanes Irma y María en septiembre. Las pérdidas de fruta mercadeable que permanecía en árbol (que estarían de cosecha en septiembre) al pasar los huracanes fue de aproximadamente 75% en ‘Goya’, 67% en ‘Candelaria’, 18% en ‘Ávila’ y 13% en ‘Domínguez’. En general, predominaron frutas mercadeables con pesos entre 300 y 699 g. Las frutas que alcanzaron el mayor peso fueron de ‘Candelaria’ (1070 g) y ‘Ávila’ (990 g). Las frutas de ‘Ávila’ eran de forma obovada, de base y ápice planos, con superficie lisa de color verde oscuro. Las frutas de ‘Candelaria’ tenían forma de esferoide-alargado, de base inflada, ápice redondeado, y superficie de color verde oscuro. Las frutas de ‘Domínguez’ eran de forma estrechamente obovada, con base inflada, ápice redondeado, superficie lisa de color verde. Las frutas de ‘Goya’ eran piriformes, de base hundida, ápice redondeado, y superficie lisa de color verde opaco. En ‘Ávila’, ‘Candelaria’ y ‘Goya’ la pulpa en estado comestible tuvo textura acuosa, pero en ‘Domínguez’ la textura era cremosa. En el análisis sensorial, ‘Candelaria’ y ‘Ávila’ fueron las favoritas y los panelistas estarían dispuestos a pagar hasta \$3 por fruta. En color y apariencia de la pulpa, ‘Candelaria’ fue la preferida. En cambio, ‘Ávila’ fue preferida por su sabor y textura.

ABSTRACT

Avocado is one of the most economically important crops in Puerto Rico. Several avocado varieties are grown commercially in the island, but documented information about morphology, productivity, strengths and weaknesses of local varieties in Puerto Rico is limited and there are few comparative studies of varieties growing in the same conditions. The objective of this study was to generate comparative information of the morphology, productivity and quality of fruit on four varieties: 'Ávila', 'Candelaria', 'Domínguez' and 'Goya' growing in the same orchard in the Agricultural Experimental Station of the University Campus of Mayaguez in Isabela, in the northwest of Puerto Rico. Morphological characteristics of eight trees of each variety were registered according to descriptors for avocado of the International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). On fruits in physiological harvest maturity, fruit shape, equatorial and polar diameters, weight, and color were recorded. At maturity of consumption, we recorded color, weight, and thickness of exocarp and mesocarp. The weight, length, and equatorial and polar diameters of seeds were recorded. Harvesting dates, number and weight of fruits, distribution of fruits by weight categories were determined. Presence and damage by insect pests was recorded. Pest damage depended on variety, and in general, damages by *Pseudocysta perseae* to the foliage was greater 'Ávila' and lower in 'Domínguez'. In 2016, harvest started in September and the variety with the highest production was 'Candelaria', followed by 'Domínguez', 'Ávila'. And (the lowest yielding) 'Goya'. In 2017, harvesting started in July and continued in August, but hurricanes Irma and Maria (September 2017) precluded further harvesting in the season, as fruit on the trees in September was destroyed, with losses of 75% in 'Goya', 67% in 'Candelaria', 18% in 'Ávila', and 13% in 'Domínguez'. In general, marketable fruits between 300 and 699 g were the most common. The largest fruits were harvested in 'Candelaria' (1070 g) and 'Ávila' (990 g). 'Ávila' fruits were oval-shaped with flat apex, smooth surface and dark green color. 'Candelaria' fruits had elongated spheroid shape, with an inflated base, rounded apex, and intermediately smooth surface with dark green color. 'Domínguez' fruits were closely ovals with inflated base, rounded apex, and smooth surface with green color. 'Goya' fruits were pyriform, with a sunken base, a rounded apex, and smooth opaque green surface. The pulp of varieties 'Ávila', 'Candelaria' and 'Goya' had watery texture, while the pulp of variety 'Domínguez' had a creamy texture. In the sensory panel, 'Candelaria' and 'Ávila' were the favorite and the panelists indicated they would be willing to pay up to \$3 for a fruit of these varieties. When judging pulp color and general appearance, 'Candelaria' was preferred by the panelists. In contrast, 'Ávila' was the favorite for taste and texture.

© Karla V. Jaramillo Jimenez, 2018

La autora y su comité académico reconocen y agradecen que esta investigación fue financiada parcialmente por el Proyecto ZFIDA 30 de la Estación Experimental Agrícola (EEA) del Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico, con fondos provistos por el Departamento de Agricultura de Puerto Rico a través de una propuesta competitiva sometida al Fondo de Innovación para el Desarrollo Agrícola de Puerto Rico (FIDA).

TABLA DE CONTENIDO

1. JUSTIFICACIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General.....	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
3. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Taxonomía	3
3.2. Origen	3
3.3. Dispersión y domesticación	3
3.4. Etimología.....	4
3.5. Diversidad genética.....	4
3.6. Caracterización morfológica	4
3.7. Plagas	5
3.8. Importancia económica.....	5
4. MATERIALES Y MÉTODOS	7
4.1. Localización.....	7
4.2. Variables y métodos de evaluación.....	7
4.2.1. Morfología de las variedades	7
4.2.1.1. Árbol	8
4.2.1.2. Fruto	13
4.2.1.3. Semilla	16
4.2.1.4. Floración	17
4.2.1.5. Fructificación	18
4.2.2. Producción (cosecha).....	18
4.2.2.1. Distribución temporal de las cosechas	18
4.2.2.2. Número y peso de frutos comerciales y no comerciales.....	19

4.2.2.3. Número de frutos cosechados por variedad	19
4.2.2.4. Clasificación por calibres.....	19
4.2.2.5. Producción de frutos por árbol.....	19
4.2.3. Características del fruto en madurez fisiológica.....	19
4.2.3.1. Peso, diámetro polar y ecuatorial del fruto	19
4.2.3.2. Color del exocarpo (cáscara)	21
4.2.4. Características del fruto en madurez de consumo.....	20
4.2.4.1. Peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial	20
4.2.4.2. Color del exocarpo (cáscara)	21
4.2.4.3. Color del mesocarpo (pulpa) cercano al exocarpo (cáscara)	21
4.2.4.4. Color del mesocarpo (pulpa) cercano a la semilla	21
4.2.4.5. Firmeza	21
4.2.4.6. Textura del mesocarpo (pulpa)	21
4.2.4.7. Tiempo a madurez de consumo	21
4.2.4.8. Peso del exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla.....	22
4.2.4.9. Porcentaje de exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla	22
4.2.4.10. Diámetro ecuatorial y polar de la semilla	22
4.2.4.11. Longitud y diámetro de la cavidad de la semilla	22
4.2.4.12. Grosor del exocarpo (cáscara) y mesocarpo (pulpa).....	22
4.2.4.13. Porcentaje de pérdida de peso.....	22
4.2.4.14. Brillantez del exocarpo (cáscara).....	23
4.2.4.15. Superficie del exocarpo (cáscara)	23
4.2.4.16. Adherencias del exocarpo (cáscara) y mesocarpo (pulpa).....	23
4.2.4.17. Flexibilidad del exocarpo (cáscara)	23
4.2.5. Incidencia de daño de plagas y enfermedades	23
4.2.6. Análisis sensorial	23
4.2.6.1. Tamaño de la muestra	23

4.2.6.2. Documentos para el levantamiento de información.....	24
4.2.6.3. Ejecución del panel sensorial.....	24
4.2.6.4. Procesamiento de la información.....	24
4.3. Análisis estadísticos	24
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
5.1. Morfología de las variedades	25
5.1.1. Descripción del árbol	37
5.1.1.1. Circunferencia del tronco.....	37
5.1.2. Características de floración.....	38
5.1.3. Características de fructificación.....	41
5.2. Producción	43
5.2.1. Fechas de cosecha.....	43
5.2.2. Número, peso de frutos comerciales y no comerciales.....	44
5.2.3. Número de frutos cosechados por variedad	45
5.2.4. Clasificación por calibres.....	46
5.2.5. Producción de frutos por árbol.....	49
5.3. Características del fruto en madurez de consumo.....	51
5.3.1. Peso del fruto	51
5.3.2. Diámetro ecuatorial y Diámetro polar del fruto.....	52
5.3.3. Color del exocarpo (cáscara)	53
5.3.4 Color del mesocarpo (pulpa).....	54
5.3.5. Firmeza del exocarpo (cáscara)	54
5.3.6. Firmeza del mesocarpo (pulpa).....	55
5.3.7. Tiempo a madurez de consumo	55
5.3.8. Diámetro ecuatorial y polar de la semilla	56
5.3.9. Longitud y diámetro de la cavidad de la semilla	56
5.3.10. Grosor del exocarpo (cáscara) y mesocarpo (pulpa).....	57

5.3.11. Adherencias del exocarpo (cáscara) al mesocarpo (pulpa)	58
5.3.12. Peso de exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla.....	58
5.3.13. Peso de la testa	59
5.3.14. Adherencia de la testa al mesocarpo (pulpa) y semilla.....	59
5.3.15. Porcentaje de exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla	60
5.3.16. Peso perdido de madurez fisiológica a madurez de consumo.....	61
5.4. Incidencia de daño de plagas	62
5.5. Análisis sensorial	64
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
7. LITERATURA CITADA	68
9. APÉNDICES	74

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Escala e interpretación para lecturas con el uso de colorímetro marca ColorFlex EZ modelo 45/0 Spectrocolorimeter Hunter Lab. Parámetro	20
Cuadro 2. Descripción morfológica del árbol en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	30
Cuadro 3. Descripción morfológica de hojas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	31
Cuadro 4. Descripción morfológica de la flor en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	32
Cuadro 5. Descripción morfológica del fruto en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	33
Cuadro 6. Continuación descripción morfológica del fruto en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.	34
Cuadro 7. Descripción morfológica de la semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016-2017.	35
Cuadro 8. Análisis de color de hojas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.....	37
Cuadro 9. Dimensiones de hojas maduras y longitud del peciolo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.	38
Cuadro 10. Número y divergencia de venas secundarias de hojas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.	38
Cuadro 11. Porcentaje, número y peso de frutos comerciales y no comerciales en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.	45
Cuadro 12. Número promedio de frutos y frutos por árbol cosechados en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2016-2017.....	45
Cuadro 13. Peso de frutos en madurez fisiológica y de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017.	51
Cuadro 14. Diámetro ecuatorial, polar y su relación en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 - 2017.	52
Cuadro 15. Promedio de tonalidad (*H), luminosidad (*L) y saturación (*C) de exocarpo en madurez fisiológica y de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.....	53
Cuadro 16. Promedio de tonalidad (*H), luminosidad (*L) y saturación (*C) de mesocarpo en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.....	54

Cuadro 17. Firmeza de exocarpo en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.	55
Cuadro 18. Promedio de diámetro ecuatorial, polar y sus relaciones en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 - 2017.....	56
Cuadro 19. Promedio de diámetro ecuatorial, polar y sus relaciones en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.	57
Cuadro 20. Promedio del grosor del exocarpo y mesocarpo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 - 2017.....	58
Cuadro 21. Peso perdido de madurez fisiológica a consumo en porcentaje, total y por día en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017.	62
Cuadro 22. Promedios de características organolépticas de trozos de cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.	65

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Forma del árbol. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995...	8
Figura 2. Patrón de ramificación. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.....	9
Figura 3. Distribución de las ramas. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.....	9
Figura 4. Ángulo de inserción de las ramas. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	9
Figura 5. Forma de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	10
Figura 6. Forma de la base de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	11
Figura 7. Ángulo de inserción del peciolo de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.....	12
Figura 8. Margen de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	12
Figura 9. Forma del ápice de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.....	12
Figura 10. Forma del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	13
Figura 11. Forma de la base del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	14
Figura 12. Forma del ápice del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.....	14
Figura 13. Posición del ápice del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	14
Figura 14. Crestas en el fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	15
Figura 15. Posición del pedicelo en el fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	15
Figura 16. Forma del pedicelo. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	16

Figura 17. Pedicelo con forma de cabeza de clavo. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.	16
Figura 18. Forma de la semilla. Fuente: Descriptores para aguacate (<i>Persea</i> spp.). IPGRI, 1995.....	16
Figura 19. Descripción morfológica del árbol en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.	27
Figura 20. Descripción morfológica del árbol (superficie del tronco) en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	27
Figura 21. Descripción morfológica de la floración en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	27
Figura 22. Descripción morfológica de hojas en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.	28
Figura 23. Descripción morfológica de frutos en madurez fisiológica en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	28
Figura 24. Descripción morfológica de frutos en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	28
Figura 25. Descripción morfológica de frutos en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	29
Figura 26. Descripción morfológica de semillas en cuatro variedades de aguacate: (A) ‘Ávila’, (B) ‘Candelaria’, (C) ‘Domínguez’ y (D) ‘Goya’. Isabela, Puerto Rico, 2017.	29
Figura 27. Tipo de floración registrada a las 2 pm: (A) Flor tipo A (estado estaminado/macho) en ‘Ávila’, ‘Candelaria’, (B) Flor tipo B (estado pistilado/hembra) ‘Domínguez’. Isabela, Puerto Rico, 2017.....	36
Figura 28. Número promedio de inflorescencias/rama, ramilla/inflorescencia, flores/ramilla y flores/inflorescencia en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.	39
Figura 29. Promedio de duración de floración en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.....	41
Figura 30. Promedio semanal de frutos retenidos por árbol durante el periodo de fructificación en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.....	42
Figura 31. Fechas de cosecha en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2016-2017.....	44

Figura 32. Número total de frutos cosechados por árbol en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2016-2017.....	46
Figura 33. Clasificación por calibres de todos los frutos comerciales cosechados en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.	48
Figura 34. Porcentaje de frutas cosechada y perdida por eventos huracanados en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.	49
Figura 35. Porcentaje de frutas perdidas por condiciones huracanadas, caídas por razones fisiológicas y cosechadas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.	50
Figura 36. Promedio de peso de exocarpo, mesocarpo y semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 - 2017.....	58
Figura 37. Peso de la testa de la semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017.....	59
Figura 38. Porcentaje de exocarpo, mesocarpo y semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017.	61
Figura 39. Daño de chinche ala de encaje <i>Pseudacysta perseae</i> en hojas de cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.	63
Figura 40. Severidad de daño de plagas y enfermedades en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.	64
Figura 41. Porcentajes de preferencia de compra de frutos enteros de cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.	65

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice 1. Disposición de las cuatro variedades de aguacate. Isabela. Puerto Rico. 2017.74

Apéndice 2. Encuesta en panel sensorial para cuatro variedades de aguacate. Puerto Rico, 2017.....75

1. JUSTIFICACIÓN

La producción de frutales es importante en la agricultura de Puerto Rico, con un valor estimado de venta a nivel de finca de aproximadamente \$52 millones en el año fiscal 2014-2015 (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2017). Esta cifra no incluye el banano o guineo (*Musa* AAA), que en Puerto Rico está clasificado como un cultivo farináceo, aunque a nivel internacional es la fruta tropical más importante del mundo (FAO, 2017). En Puerto Rico las frutas de mayor importancia económica son las cítricas (*Citrus* spp.), el mango (*Mangifera indica*), la piña (*Ananas comosus*), el aguacate (*Persea americana*), la papaya (*Carica papaya*) y la sandía (*Citrus lanatus*) (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2017).

El aguacate es un cultivo tradicional en Puerto Rico, con un valor de venta en finca de \$2.2 millones estimado en el año fiscal 2014-2015 (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2017). En la isla se cultivan diferentes variedades de aguacate, sobre todo de raza o tipo Antillano híbridos de Antillano x Guatemalteco. Muchas de estas variedades han sido descritas someramente, y rara vez se ha comparado con rigor estadístico la productividad de variedades de aguacate en Puerto Rico.

Entre las variedades de aguacate cultivadas en Puerto Rico están ‘Ávila’ y ‘Candelaria’, que fueron seleccionadas de árboles creciendo en la isla (EEA, 1998; Pennock et al., 1963). La información documentada sobre ambas variedades es escasa y mayormente anecdótica, con muy poca información basada en experimentos o en descriptores morfológicos usados internacionalmente. Además, existen otras selecciones prometedoras (aún no usadas comercialmente) de aguacate en Puerto Rico, como lo son ‘Domínguez’ y ‘Goya’. No hemos encontrado documentación sobre ‘Domínguez’ y ‘Goya’, pero se sabe que fueron seleccionadas de árboles puertorriqueños y que en los primeros años del siglo 21 eran parte de una colección de aguacates (ya inexistente) en la finca de Juana Díaz de la Estación Experimental Agrícola del Recinto Universitario de Mayagüez de la Universidad de Puerto Rico. Observaciones realizadas en árboles en Isabela, Puerto Rico, durante las temporadas de cosecha de 2013, 2014, 2015 y 2016 muestran que tanto ‘Domínguez’ como ‘Goya’ tienen época de cosecha similar a ‘Ávila’ y ‘Candelaria’ (generalmente de agosto a octubre) y por tanto en esos meses las cuatro variedades competirían por el mercado.

El aguacate es un cultivo con potencial de crecimiento económico, por lo que es necesario proveer a los agricultores de información comparativa objetiva, tanto cuantitativa como cualitativa, sobre las características de crecimiento, productividad y calidad de cultivares de aguacate en la isla, que valide o sustituya la información anecdótica. Con información objetiva, los agricultores presentes y potenciales podrán tomar decisiones bien informadas sobre cuales variedades plantar según los propósitos que tengan.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Proporcionar información comparativa de cuatro variedades de aguacate en Puerto Rico.

2.2. Objetivos Específicos

- 1) Realizar la descripción morfológica de las cuatro variedades de aguacate ‘Ávila’, ‘Candelaria’, ‘Domínguez’ y ‘Goya’ según los estándares internacionales.
- 2) Comparar sus características de fruta y la productividad total comercial.
- 3) Determinar la distribución de frutas por categoría de peso (calibre) de las cuatro variedades.
- 4) Determinar la duración de la vida pos-cosecha de frutas de las cuatro variedades.
- 5) Conocer la aceptación de los consumidores para las cuatro variedades, a través de caracteres sensoriales.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Taxonomía

El aguacate pertenece a la familia de las Lauráceas, la cual está formada por 52 géneros y cerca de 3,500 especies. Esta es una de las familias evolutivamente más primitivas de las dicotiledóneas (Rodríguez, 2015).

Reino: Vegetal

División: Spermatophyta

Subdivisión: Angiospermae

Clase: Dicotyledoneae

Subclase: Dipétala

Orden: Ranales

Familia: Lauraceae

Género: *Persea*

Especie: *Persea americana* Miller

3.2. Origen

Bernal y Díaz (2005) mencionan que el aguacate tiene su centro de origen en América, específicamente la zona montañosa situada al occidente de México y Guatemala. Se han encontrado en México (Puebla, Tehuacán) restos fósiles de aguacate de 12,000 años de antigüedad.

3.3. Dispersión y domesticación

Esta especie se distribuyó naturalmente desde México hasta Perú, pasando por Centroamérica, Colombia, Venezuela y Ecuador (Rodríguez, 2015). De acuerdo con Bernal y Díaz (2005) este frutal se dispersó desde México hasta el Perú en el período precolombino y fue domesticado por los Aztecas. Es de notar que en Suramérica sólo se conocía en la región oriental, comprendida entre la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia y el norte de Chile.

Vega (2012) informa que al inicio de la época colonial español (siglo XV), los colonizadores descubrieron que los Mayas, Aztecas e Incas utilizaban la fruta para su alimentación, cuidado de la piel y tratamiento de malestares estomacales. El valor de esta fruta para el ser humano impulsó a los colonizadores a iniciar un proceso de diseminación hacia otros lugares del mundo donde el clima permitiese su cultivo. En los siglos XVI y XVII, inicia su dispersión global y es llevado por los españoles a las Antillas, La Florida, California, Argentina e Israel

3.4. Etimología

La palabra aguacate proviene de la lengua azteca *náhuatl*, en la que para designar este fruto lo comparaban a un testículo, por su forma y posición en el árbol. La palabra empleada era *ahuacatl* y fue usada por primera vez por Francisco Cervantes de Salazar, en su obra ‘México en 1554’. Su nombre en inglés, *avocado*, deriva de la palabra en español ‘abogado’, una adaptación de la palabra azteca *ahuacatl*, que se convirtió en *avocat* en francés y *advokaat* en holandés. El nombre inca de *palta* aún se utiliza en Perú, Ecuador y Chile (Rodríguez, 2015).

3.5. Diversidad genética

Se estima que actualmente existen más de 500 variedades de aguacate con nombre y con alguna información documentada de las mismas. Sin embargo, por razones de productividad y otras características en el mercado, que van desde su duración pos-cosecha hasta su contenido graso, la explotación comercial en cada país productor se limita a un número relativamente reducido de variedades (CEI RD, 2011).

En aguacate se reconocen tres razas o tipos: la raza Antillana se adapta a zonas tropicales, la raza Guatemalteca a zonas subtropicales y la raza Mexicana a zonas más frías. Cada variedad corresponde a una de las tres razas o a un híbrido con características de dos o tres razas (Vega, 2012). En las islas del Caribe, para consumo como fruta fresca suelen ser más apetecidas las variedades del tipo Antillano o los híbridos de Antillano y Guatemalteco (EEA, 1998).

3.6. Caracterización morfológica

La totalidad de las variantes que presenta una misma especie se conoce como variabilidad genética (Rodríguez, 2015). Las variantes pueden ser observables (características fenotípicas) y no observables directamente (características genotípicas). Las manifestaciones visibles se deben a la influencia de los factores bióticos y abióticos sobre el genotipo. Hernández (2013) agrega que esta interacción adaptativa genera diversidad en la información genética de los individuos de una determinada población o especie, la cual se va transmitiendo de generación en generación.

La caracterización morfológica se realiza en base a descriptores que proporcionan información básica de las especies permitiendo una discriminación fácil y rápida entre fenotipos. Generalmente se usan caracteres heredables que pueden ser fácilmente detectados a simple vista y se expresan igualmente en todos los ambientes. Además, pueden incluir un número limitado de caracteres adicionales que son deseables según el consenso de los usuarios de un cultivo en particular (IPGRI, 1995).

3.7. Plagas

El aguacate por ser un árbol que se ha desarrollado en ambientes tan diversos tiene también un amplio rango de insectos y arácnidos que lo prefieren como su sustento y abrigo (Vélez, 2011). Cuando no son controladas adecuadamente, estas plagas pueden causar severos daños en las hojas, afectando directamente la producción del frutal. Entre las plagas más importantes del aguacate a nivel mundial se encuentran varias especies de trips y otros insectos chupadores (Mejía, 2011). En Puerto Rico, al presente las plagas que causan mayores daños al aguacate son los trips (*Frankliniella* y *Selenothrips*) y la chinche de alas de encaje (*Pseudacysta perseae*) (Vásquez, 2017).

3.8. Importancia económica

Vega (2012) indica que el aguacate es la quinta fruta tropical más importante en el mundo, por volumen y área cultivada. El aguacate es producido en casi todos los países de clima tropical y subtropical, aunque sus mayores cultivos se encuentran en América Latina (Rodríguez, 2015).

Existen 60 países que producen aguacate comercialmente. Los principales exportadores para el año 2015 fueron México (1.47 millones de toneladas métricas), República Dominicana con (390 mil toneladas métricas), Colombia (300 mil toneladas métricas), Perú (290 mil toneladas métricas) e Indonesia (280 mil toneladas métricas) (FAOSTAT, 2017).

En Puerto Rico el valor comercial de la producción durante lo que va del siglo 21 se estima cerca de 2 millones de dólares anuales, con aproximadamente 2 millones de frutas comercializadas anualmente (Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2017). La variedad más cultivada en lo que va del siglo 21 es ‘Butler’, de tipo Antillano y seleccionada en el estado de Florida, Estados Unidos de América (Morton, 1987). ‘Butler’ ocupa aproximadamente el 40% de las siembras comerciales en Puerto Rico. En el 2017, otras variedades de importancia económica en Puerto Rico son ‘Semil 34’, ‘Semil 43’, ‘Fuchsia’, ‘Simmonds’, ‘Picó Godreau’, ‘Wilson Popenoe’, ‘Candelaria’ y ‘Ávila’ (comunicación personal del Dr. Pablo Morales Payán, Catedrático en Horticultura, UPR-Mayagüez).

‘Ávila’ es una variedad relativamente vieja que, aunque es considerada de buena calidad, ha sido poco estudiada. El árbol ‘Ávila’ original creció de semilla en Quebradillas, Puerto Rico, de donde fue propagado por injerto. ‘Ávila’ aparece documentada en un reporte de 1934-1935 de la Estación Experimental Agrícola de Puerto Rico (Simons, 1935). ‘Ávila’ tiene floración tipo A y generalmente se cosecha entre octubre y diciembre. ‘Candelaria’ es también una variedad con floración tipo A, seleccionada en Puerto Rico en el siglo 20 (Lahav y Gazit, 1994).

‘Domínguez’ y ‘Goya’ son selecciones boricuas de aguacate, todavía desconocidas para los productores. Ambas selecciones fueron propagadas de árboles que estaban en huertos ya

desaparecidos en la Estación Experimental Agrícola en Juana Díaz. Se desconoce la localización de los árboles originales de ‘Domínguez’ y ‘Goya’. Las dos selecciones fueron plantadas en la Estación Experimental Agrícola en Isabela y se encuentran en la etapa de descripción y evaluación.

Aparte de descripciones generales enfocadas en la forma y peso de la fruta, no se han documentado las descripciones morfológicas amplias que incluyan múltiples características de la planta de aguacate ‘Ávila’, ‘Candelaria’, ‘Domínguez’ y ‘Goya’ según estándares internacionales, como atributos detallados de la fruta, su distribución por calibre de peso, su productividad comercial, su susceptibilidad a plagas importantes como los trípidos y los chinches, la duración de su vida post-cosecha y su aceptación comparativa según atributos sensoriales. Esta investigación se enfoca en generar con rigor científico datos que permitan dar respuesta a esa falta de documentación.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

La fase de campo de la investigación se realizó en la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico en Isabela, ubicada al noroeste de la isla en las coordenadas geográficas 18°30'00'' latitud norte, 67°00'00'' longitud oeste, con altitud de 128 msnm.

La temperatura promedio anual de la zona es de 25 °C, con fluctuaciones entre 20 °C y 31°C; la precipitación promedio anual es de 1,592 mm y la humedad relativa promedio anual del aire es de 70%. El suelo es del orden Oxisol, de la serie Coto (muy fino, caolinitico, isohipertérmico Eutrustox Típico), caracterizados por su baja fertilidad.

Se analizaron árboles de aguacate *Persea americana* de las variedades 'Ávila', 'Candelaria', 'Domínguez' y 'Goya', que están injertadas en el patrón 'Gripiña'. Estas variedades fueron establecidas en el 2009 usando un patrón de plantación distribuidas de forma equidistante denominado marco real con una superficie de 7.5 m², con un área total de 1,372.5 m², el huerto posee 15 variedades dispuestas en un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, teniendo ocho árboles por variedad y un total de 120 ejemplares.

El huerto recibió riego por microaspersión cada martes y jueves en horas de la tarde, con una frecuencia de 8 litros por hora. Se aplicó fertilizante granulado con 6-6-12 a dosis de 1.37 kg por árbol dos veces al año. Se hizo poda de formación, mantenimiento y sanitaria cuando fue necesario. Para el control de malezas se colocó en la base de cada árbol un cobertor plástico con dimensiones de 3 m x 3 m, y cada uno se fijó al suelo con 11 grapas metálicas. Adicionalmente se usó una podadora de cordel giratorio para cortar la maleza de los caminos y facilitar la toma de datos.

Para la determinación de la tolerancia de plagas en las variedades y su capacidad productiva ante la presencia de éstas, se suspendió el uso de productos químicos de amplio espectro durante los últimos años en el huerto, excepto en el 2016 cuando debido a la elevada población de plagas y para asegurar un buen porcentaje de frutos comerciales, se aplicó imidacloprid para reducir la población de trípodos y chinche de alas de encaje.

4.2. Variables y métodos de evaluación

4.2.1. Morfología de las variedades

Se observaron 8 árboles de cada variedad para evaluar las características de forma del árbol, superficie del tronco, circunferencia del tronco, patrón de ramificaciones, distribución de las ramas, ángulo de inserción de las ramas en el tronco, y color de la rama joven. según las propuestas del Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI, 1995) para aguacate.

4.2.1.1. Árbol

4.2.1.1.1. Forma del árbol

- | | | |
|-----------------|--------------|-----------------|
| 1. Columnar | 2. Piramidal | 3. Obovado |
| 4. Rectangular | 5. Circular | 6. Semicircular |
| 7. Semielíptico | 8. Irregular | 9. Otro |

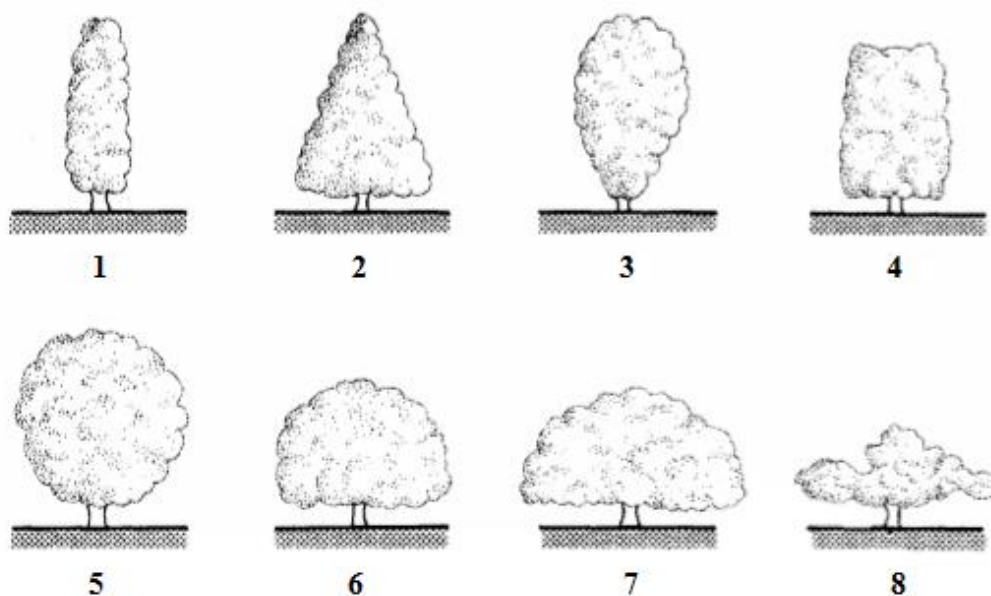


Figura 1. Forma del árbol. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.2. Superficie del tronco

- | | | |
|---------|-----------|---------------|
| 3. Lisa | 7. Rugosa | 9. Muy rugosa |
|---------|-----------|---------------|

4.2.1.1.3. Circunferencia del tronco

Se midió la circunferencia del tronco con una cinta métrica a 30 cm del suelo y se registró en centímetros.

4.2.1.1.4. Patrón de ramificación

1. Extensivo: Cada rama sale abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento.
2. Intensivo: Varias ramas salen abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento.
3. Ambos: En ese caso se anotará el crecimiento predominante.



Figura 2. Patrón de ramificación. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.5. Distribución de las ramas

- | | | |
|---------------|----------------|---------------|
| 1. Ascendente | 3. Verticilada | 5. Horizontal |
| 2. Irregular | 4. Axial | |

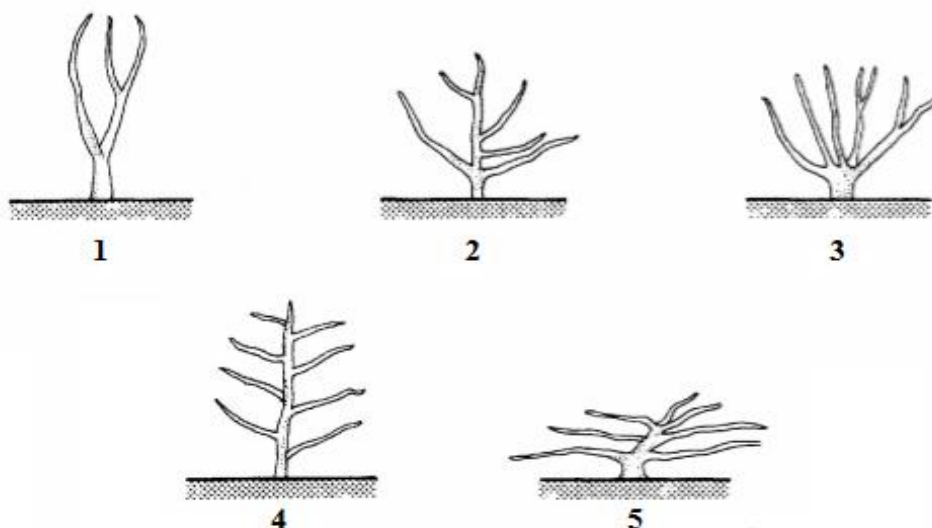


Figura 3. Distribución de las ramas. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.6. Ángulo de inserción de las ramas principales

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. Agudo (90°) | 2. Obtuso ($>90^\circ$) |
|-------------------------|---------------------------|



Figura 4. Ángulo de inserción de las ramas. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.7. Color de la rama joven

- | | |
|---|--|
| 1. Amarillo (grupo amarillo anaranjado 14D) | 2. Verde (grupo verde 141 ^a) |
| 3. Rojo (grupo naranja grisáceo 166A) | 4. Otro |

Para evaluar las características de la hoja como: forma de hoja, forma de la base de las hojas, longitud de la lámina foliar, pubescencia de la hoja, color de las hojas maduras, acanalamiento del peciolo, ángulo de inserción del peciolo en la hoja, margen de la hoja, venación de la hoja, tipo de ápice, textura de la hoja, y ancho y largo se consideró 10 hojas maduras de cada árbol (unidad experimental) de las cuatro variedades.

4.2.1.1.8. Forma de la hoja

- | | | |
|------------------------|--------------------|-----------------------|
| 1. Ovada | 2. Obovada angosta | 3. Obovada |
| 4. Oval | 5. Redondeada | 6. Cordiforme |
| 7. Lanceolada | 8. Oblonga | 9. Oblonga-lanceolado |
| 10. Otra (especificar) | | |

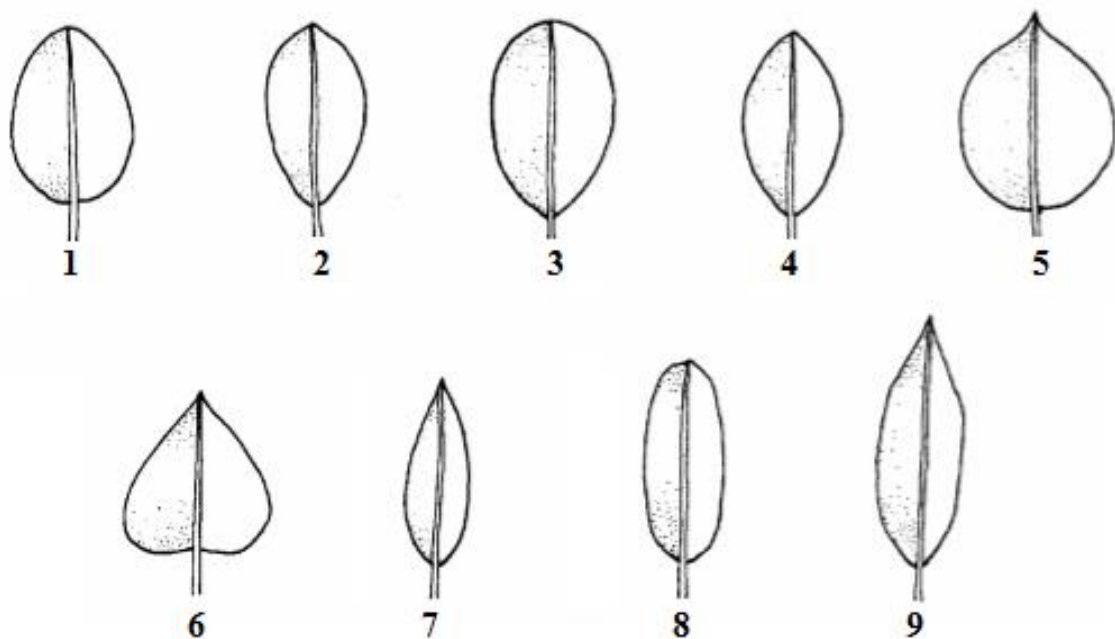


Figura 5. Forma de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.9. Forma de la base de la hoja

1. Aguda

2. Obtusa

3. Truncada

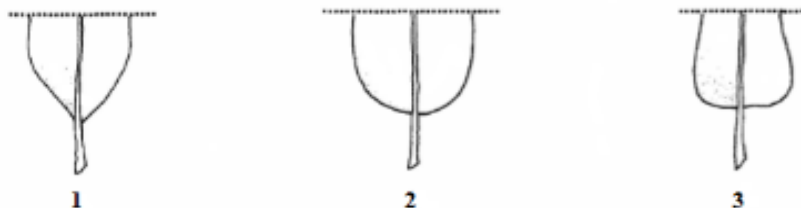


Figura 6. Forma de la base de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.10. Largo y ancho de la hoja

Se consideró el promedio de 10 hojas maduras de cada árbol y se registró en centímetros; en donde, para determinar el largo de la hoja se midió desde la base hasta el ápice y para el ancho la región central de la hoja.

4.2.1.1.11. Pubescencia de la superficie inferior de la hoja

3. Escasa

5. Intermedia

7. Densa

4.2.1.1.12. Pubescencia de la superficie superior de la hoja

3. Escasa

5. Intermedia

7. Densa

4.2.1.1.13. Color de hojas jóvenes maduras

Se recolectaron 10 hojas jóvenes y 10 hojas maduras para determinar el color con las tablas de color Munsell (2012). Para contrastar este valor cualitativo se utilizó el medidor de clorofila SPAD-502 tomando el dato *in situ* de 10 hojas jóvenes ubicadas en la parte apical de la rama y 10 hojas maduras ubicadas en la parte basal de la rama de cada variedad

4.2.1.1.14. Peciolo acanalado

0. Ausente

1. Presente

4.2.1.1.15. Ángulo de inserción del peciolo de la hoja

1. Agudo (90°)

2. Obtuso ($>90^\circ$)



Figura 7. Ángulo de inserción del peciolo de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.16. Margen de la hoja

1. Entero

2. Ondulado



Figura 8. Margen de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.17. Número de venas primarias de la hoja

Se contó el número de venas primarias de 10 hojas maduras de cada unidad experimental.

4.2.1.1.18. Relieve de venación de la superficie del haz

3. Sumida

5. Intermedia

7. Alzada

4.2.1.1.19. Divergencia de las venas primarias respecto a la vena principal

Se evaluaron 10 hojas maduras de cada unidad experimental. Se midió el ángulo de las venas secundarias en relación con la vena primaria en la parte media de la hoja.

4.2.1.1.20. Forma del ápice de la hoja

1. Muy agudo

3. Agudo

5. Intermedio

7. Obtuso

9. Muy obtuso

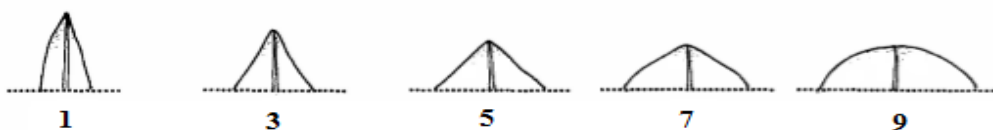


Figura 9. Forma del ápice de la hoja. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.1.21. Textura de la hoja

3. Blanda

7. Semidura

7. Dura

9. Muy dura

4.2.1.1.22. Longitud del peciolo de la hoja

De las mismas hojas recolectadas para la variable anterior, se determinó la longitud con una regla graduada la longitud del pedicelo.

4.2.1.2. Fruto

Se usaron 10 frutos representativos de cada variedad para evaluar las características de forma general de la fruta, forma de la base y ápice de la fruta, posición del ápice de la fruta, aristas de la fruta, brillantez de la cáscara, forma y posición del pedicelo, longitud y diámetro del pedúnculo y del pedicelo, forma y dimensiones de la semilla.

4.2.1.2.1. Forma del fruto

1. Oblata

2. Esferoide

3. Esferoide alto

4. Elipsoide

5 Obovado-angosto

6. Obovado

7. Piriforme

8. Claviforme

9. Romboide

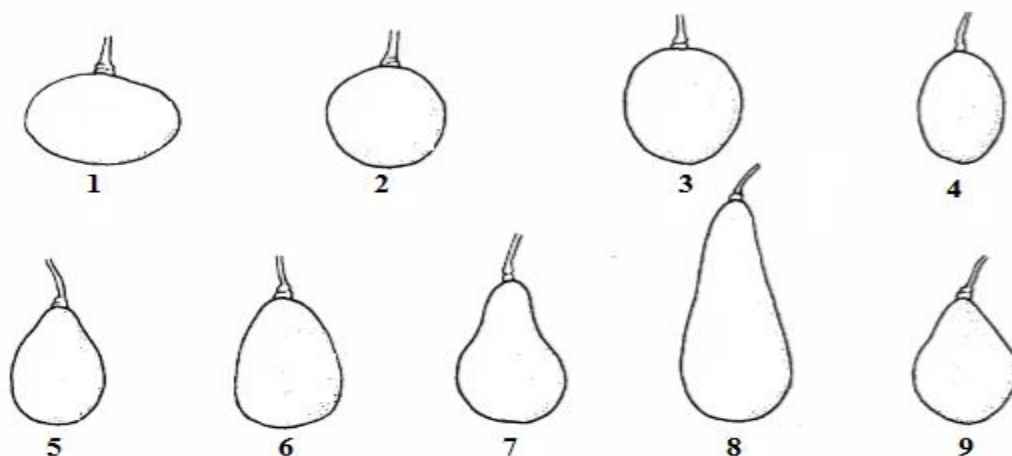


Figura 10. Forma del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.2.2. Forma de la base del fruto

1. Hundida

2. Aplanada

3. Inflada

4. Puntiaguda

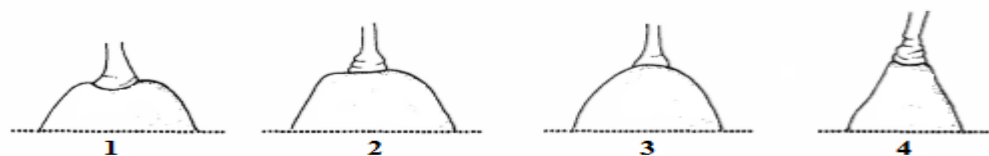


Figura 11. Forma de la base del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.2.3. Forma del ápice del fruto

1. Profundamente hundido
2. Ligeramente hundido
3. Aplanado
4. Redondeado
5. Puntigrado

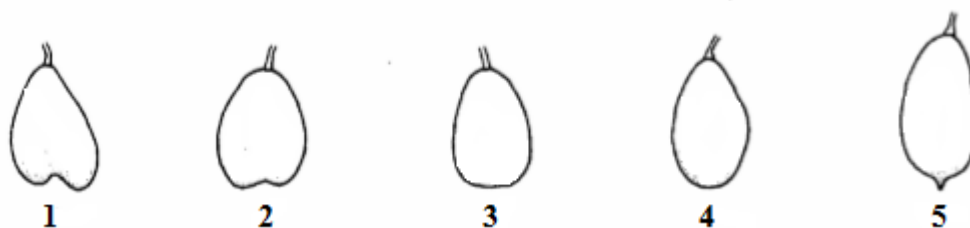


Figura 12. Forma del ápice del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.2.4. Posición del ápice del fruto

1. Central
2. Asimétrico

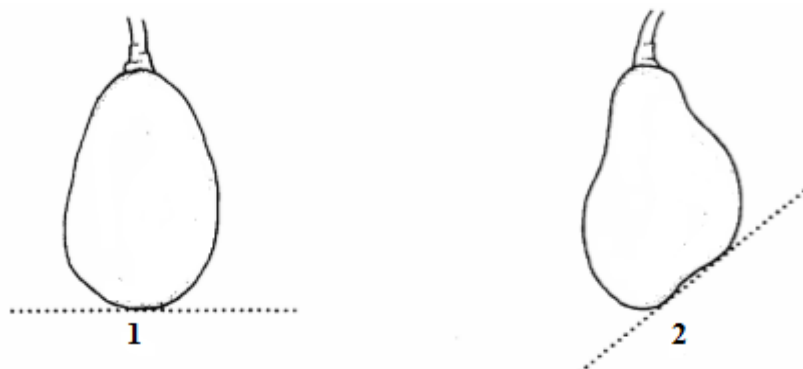


Figura 13. Posición del ápice del fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.2.5. Aristas en el fruto

1. Ninguna
2. Parcial
3. Enteras

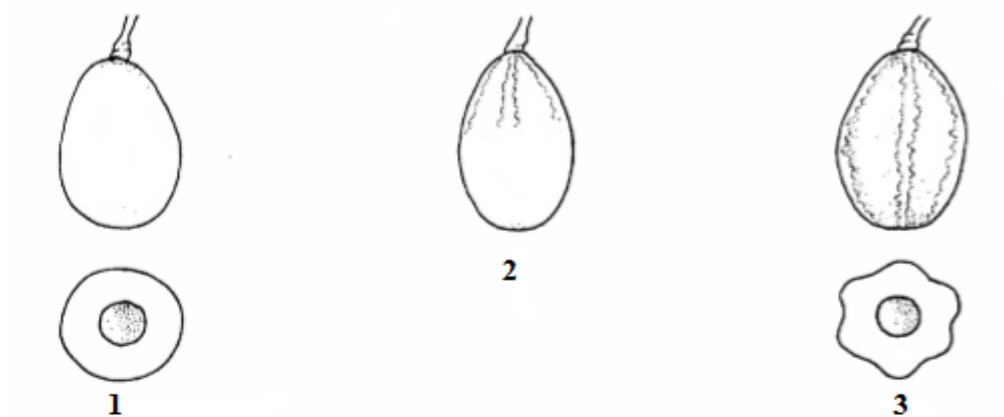


Figura 14. Crestas en el fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.2.6. Brillantez de la cáscara del fruto

3. Escasa

5. Moderada

7. Notable

4.2.1.2.7. Posición del pedicelo en el fruto

1. Central

2. Asimétrico

3. Muy asimétrico

4. Extremadamente asimétrico

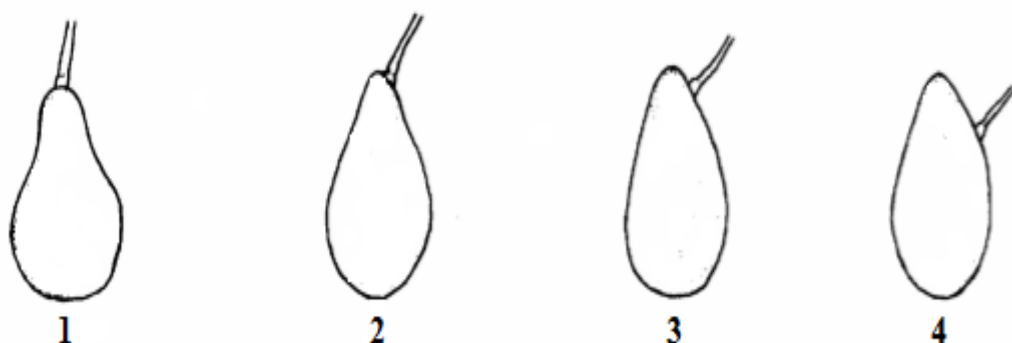


Figura 15. Posición del pedicelo en el fruto. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.2.8. Forma del pedicelo

1. Cilíndrico

2. Cónico

3. Redondeado

4. Otro (especificar en el descriptor)

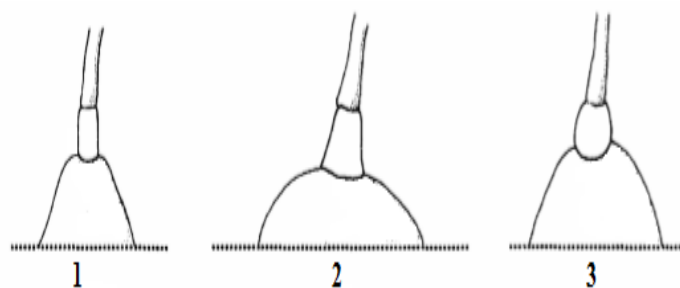


Figura 16. Forma del pedicelo. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.2.9. Pedicelo con forma de cabeza de clavo

0. Ausente

1. Presente

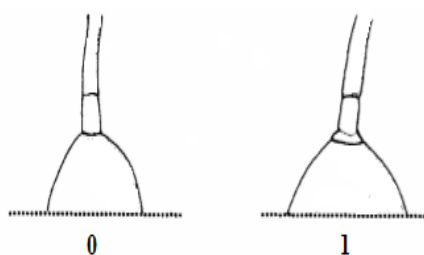


Figura 17. Pedicelo con forma de cabeza de clavo. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.3. Semilla

Se consideraron 10 semillas de cada variedad para evaluar las características de la semilla.

4.2.1.3.1. Forma de la semilla

- | | | |
|--|--------------------------------|---------------|
| 1. Oblata | 2. Esferoide | 3. Elipsoide |
| 4. Ovada | 5. Obovada ancha | 6. Cordiforme |
| 7. Base aplanada, ápice redondeado | 8. Base aplanada, ápice cónico | |
| 9. Otro (especificar en el descriptor) | | |

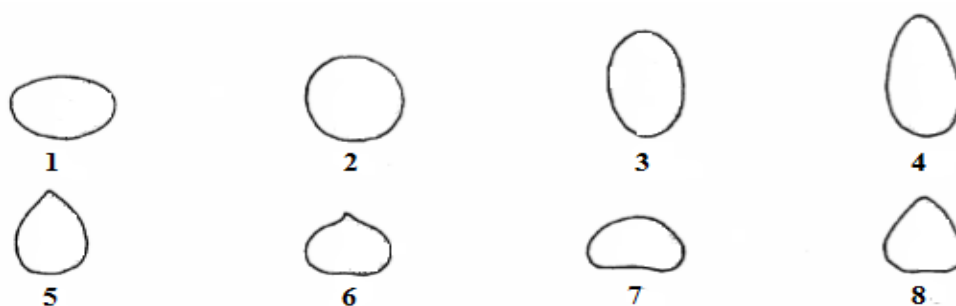


Figura 18. Forma de la semilla. Fuente: Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). IPGRI, 1995.

4.2.1.3.2. Peso de la semilla

Se pesaron 30 semillas de cada variedad extraídas en la madurez de consumo del fruto

4.2.1.3.3. Superficie del cotiledón

3. Lisa

5. Intermedia

7. Rugosa

4.2.1.3.4. Longitud de la cavidad de la semilla

Se determinó con una regla graduada en centímetros, a partir de 10 frutos de cada variedad.

4.2.1.3.5. Diámetro de la cavidad de la semilla

Se determinó con el calibrador pie de rey en centímetros de 30 frutos extraídas en madurez de consumo para cada variedad.

4.2.1.3.6. Longitud de la semilla

Se determinó con el calibrador pie de rey en centímetros, usando 10 frutos extraídas en madurez de consumo para cada variedad.

4.2.1.3.7. Cubierta de la semilla

En frutos en madurez de consumo:

1. Semilla adherida, cubierta no adherida a la pulpa
2. Semilla adherida, cubierta adherida a la pulpa
3. Semilla libre, cubierta no adherida a la pulpa
4. Semilla libre, cubierta adherida a la pulpa

4.2.1.3.8. Posición de la semilla en la fruta

1. Basal

2. Central

3. A un lado

4. Apical

4.2.1.4. Floración

4.2.1.4.1. Fecha de floración

Se inspeccionaron los árboles semanalmente. Se verificó y anotó cuando se encontró la primera inflorescencia y cuando ya no existan flores en cada unidad experimental de las cuatro variedades.

4.2.1.4.2. Defoliación

Se registró durante el periodo de floración.

3. Parcial

9. Completa

4.2.1.4.3. Posición de la inflorescencia

1. Terminal

2. Subterminal

3. Axilar

4. Otra (especificar)

4.2.1.4.4. Número de ramificaciones y flores por inflorescencia

En cada bloque se seleccionó una unidad experimental representativa y se marcaron cuatro ramas, considerando los puntos cardinales, a una altura promedio de dos metros desde el nivel del suelo. Se contó el número de inflorescencias de las ramas seleccionadas; posteriormente se contó el número de ramificaciones en cada inflorescencia y finalmente se registró el número de flores en cada inflorescencia.

4.2.1.5. Fructificación

4.2.1.5.1. Porcentaje de frutos retenidos

En cada árbol de las cuatro variedades se contó el número de frutos que se encontraron en el suelo cada semana hasta culminar la cosecha. Posteriormente, por diferencia, se obtuvo el número de frutos retenidos y perdidos por árbol.

Durante el período de desarrollo de frutos, se identificaron cuatro zonas en la copa de los árboles en base a los cuatro puntos cardinales a una altura de dos metros desde el suelo. De cada zona se seleccionaron al azar 5 frutos con diámetro ecuatorial mayor a 2 cm; luego cada semana se registró el diámetro de cada fruto seleccionado hasta llegar a la cosecha. Con esta información se generaron curvas de retención de frutos y estimación de aumento de diámetro del fruto en el tiempo. Se calculó el porcentaje de frutos retenidos con la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de frutos retenidos} = \frac{\text{Frutos retenidos}}{\text{Total de frutos (caídos + retenidos)}} \times 100$$

4.2.2. Producción de fruta

4.2.2.1. Distribución temporal de las cosechas

Se registró desde su inicio (con la primera fruta cosechada) hasta su final (cuando se cosecharon todos los frutos comerciables y no comerciables de cada variedad). Consecuentemente

se realizó la distribución de cosecha en el tiempo, para establecer las semanas de mayor y menor número de frutos cosechados por variedad,

4.2.2.2. Número y peso de frutos comerciales y no comerciales

Se pesaron y contaron aquellos frutos que cumplían con las normas establecidas por la FAO (2013) para la raza Antillana, en donde incluyen características mínimas de peso (superior a 170 gramos al momento de la cosecha) y calidad. En base a estos parámetros se establecieron rangos de calibre de frutos para cada variedad (Ver 4.2.2.4).

Se consideraron no comerciales los frutos que al cosecharse pesaron menos de 170 gramos, o los que tuvieron daños mecánicos por rozamiento de las ramas, cicatrices excesivas por ataques de insectos (trípidos u otros) o de ácaros, o con antracnosis u otras enfermedades, o con deformaciones.

4.2.2.3. Número de frutos cosechados por variedad

Se registró el número de frutos comerciales y no comerciales cosechados por cada variedad a lo largo de todo el período de cosecha.

4.2.2.4. Clasificación por calibres

Se clasificaron los frutos por calibres de acuerdo con el peso obtenido en la madurez fisiológica. Por la distribución de pesos de los frutos de las cuatro variedades, se establecieron las siguientes categorías o calibres, donde del 1 al 5 tenían peso comercial:

Calibre 1	≥ 900 g
Calibre 2	700 g - 899 g
Calibre 3	500 g – 699 g
Calibre 4	300 g – 499 g
Calibre 5	171 g – 299 g
Calibre 6	≤ 170 g (no comercial)

4.2.2.5. Producción de frutos por árbol

La producción se determinó por conteo, registrando todos los frutos (comerciales y no comerciales) producidos por variedad durante el año 2017.

4.2.3. Características del fruto en madurez fisiológica

4.2.3.1. Peso, diámetro polar y ecuatorial del fruto

El día de la cosecha se registró a cada fruto su peso, longitud y el diámetro ecuatorial (considerando el punto más ancho de la fruta) con el uso del calibrador pie de rey.

4.2.3.2. Color del exocarpo (cáscara)

Reportan Santamaría *et al.* (2009) que el color de la cáscara suele estar asociado a la maduración de la fruta de aguacate y una característica muy utilizada para hacer recomendaciones de cosecha, comercialización y consumo de la fruta. En esta investigación el color fue determinado visualmente con las tablas de color de tejidos de plantas de Munsell (2012), usando 10 frutos representativos de cada variedad. Ya que este método depende de la percepción visual del investigador, también se determinó el color de la cáscara de forma objetiva usando un sensor digital, en base a coordenadas denominadas L^* (luminosidad), C^* (saturación o croma métrico) y H^* (tonalidad o tono) que se calculan con b^* y a^* (Padilla *et al.*, 2009; Casassa y Sari, 2006 y Cabrera *et al.*, 2000).

Para este fin se usaron 10 frutos representativos por cada variedad y se determinó el color en el colorímetro (ColorFlez EZ, Modelo CFLX-45 Spectrocolorimeter Hunter Lab, Virginia, USA), cuyo funcionamiento se basa en la comparación de parámetros de la muestra y los estándares de este. Para el uso adecuado del equipo es necesario calibrarlo con un disco estándar blanco (L^* : 93.50; a^* : -1.01 y b^* : 1.57) y otro negro (L^* : 79.94; a^* : 84.81 y b^* : 87.60). Ortiz *et al.* (2003) indican que los datos obtenidos corresponden a cuatro escalas de color (XYZ, YXY, Hunter LAB, $L^*a^*b^*$) y cuatro clases de iluminación (incandescente, luz de día promedio, luz de día y blanco frío fluorescente), por lo que recomiendan la siguiente escala de interpretación para facilitar el análisis:

Cuadro 1. Escala e interpretación para lecturas con el uso de colorímetro marca ColorFlex EZ modelo 450 Spectrocolorimeter Hunter Lab. Parámetro

Parámetro	Interpretación	Escala
L^*	Indica el brillo o luminosidad de la muestra	100 = blanco / 0 = negro
a^*	Indica el rojo o verde de la muestra	positivo = rojo / negativo = verde
b^*	Indica el amarilla o azul de la muestra	positivo = amarillo / negativo = azul

Cajamar ADN Agro (2014) y Terrasa *et al.*, (2012) recomiendan el uso de las siguientes ecuaciones para determinar el tono ($H^* = \arctg \frac{b^*}{a^*}$) y saturación ($C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$).

4.2.4. Características del fruto en madurez de consumo

4.2.4.1. Peso del fruto, diámetro polar y ecuatorial

El día en el que los frutos alcanzaron la madurez de consumo se registró el peso de los frutos en gramos, la longitud (largo del fruto) y el diámetro ecuatorial (central) de la fruta en centímetros con el uso del calibrador pie de rey, para determinar la pérdida en peso y dimensiones que tuvieron los frutos.

4.2.4.2. Color del exocarpo (cáscara)

Se midió para todas las muestras de cada árbol en cada cosecha. Se utilizó las tablas de color de Munsell (2012) y el colorímetro digital (ColorFlez EZ, Modelo CFLX-45 Spectrocolorimeter Hunter Lab, Virginia, USA), usando los mismos procedimientos descritos para la determinación del color de exocarpo (cáscara) en la fruta recién cosechada.

4.2.4.3. Color del mesocarpo (pulpa) cercano al exocarpo (cáscara)

Se determinó para todas las muestras de cada árbol en cada cosecha, usando las tablas de color de Munsell (2012) y el colorímetro (ColorFlez EZ, Modelo CFLX-45 Spectrocolorimeter Hunter Lab, Virginia, USA), usando los procedimientos aplicados para el color del exocarpo.

4.2.4.4. Color del mesocarpo (pulpa) cercano a la semilla

Se midió para todas las muestras de cada árbol correspondiente a cada cosecha, para lo cual se utilizaron las tablas de color de Munsell (2012).

4.2.4.5. Firmeza

Esta variable se determinó con un penetrómetro manual, usando el émbolo de 3 mm en los frutos con y sin exocarpo (cáscara). Se midió el día que los frutos fueron cosechados (madurez fisiológica o de cosecha) y luego cuando alcanzaron el punto de madurez de consumo. La madurez de consumo se determinó por el ablandamiento del fruto; siguiendo las preferencias generales de consumo de aguacate como fruta fresca en Puerto Rico, se determinó empíricamente que la fruta de aguacate estaba en madurez de consumo cuando la firmeza del exocarpo (cáscara) estuvo entre 3.88 y 5.39 kg/m² y la firmeza del mesocarpo (pulpa) entre 1.04 y 1.93 kg/m². Adicionalmente, como indicadores de madurez de consumo se observó el cambio de color del exocarpo (cáscara) y la caída del pedicelo. Para tener un ambiente con condiciones controladas se trabajó en el Laboratorio de Frutales de la Universidad de Puerto Rico del Recinto Mayagüez cuyos valores promedio de temperatura y humedad relativa durante esta investigación fueron de 18°C y 56.5%, respectivamente.

4.2.4.6. Textura del mesocarpo (pulpa)

- | | | |
|-------------|---------------------------------------|---------------------|
| 1. Acuosa | 2. Cremosa | 3. Pastosa (masosa) |
| 4. Granular | 5 Otro (Especificar en el descriptor) | |

4.2.4.7. Tiempo a madurez de consumo

El día de la cosecha se colocaron 10 frutos representativos por cada variedad y cada calibre calibre sobre estanterías en el laboratorio de Frutales de la Universidad de Puerto Rico del Recinto

Mayagüez. Se determinó que estaban en madurez de consumo usando como indicadores la pérdida del pedicelo, cambio de color del exocarpo y reducción de firmeza, registrándose el tiempo transcurrido desde la cosecha.

4.2.4.8. Peso del exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla

Una vez que los frutos alcanzaron la madurez de consumo (aproximadamente seis días después de la cosecha) se procedió a cortar el fruto por la mitad, y se separaron y pesaron individualmente la semilla (Ps), el exocarpo (cáscara) (Pe), y el mesocarpo (pulpa) (Pp).

4.2.4.9. Porcentaje de exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla

Para la cuantificación se utilizó las fórmulas propuestas por Macas *et al.* (2013).

$$\% \text{ Mesocarpo} = \frac{Pp}{Pf} \times 100 \quad \% \text{ Exocarpo} = \frac{Pe}{Pf} \times 100 \quad \% \text{ Semilla} = \frac{Ps}{Pf} \times 100$$

Donde:

Pf = Peso de la fruta entera

Pp = Peso del mesocarpo (pulpa) (pulpa)

Ps = Peso de la semilla

Pe = Peso del exocarpo (cáscara)

4.2.4.10. Diámetro ecuatorial y polar de la semilla

Para esta variable se usó el mismo procedimiento realizado para fruto, tanto para el diámetro polar y ecuatorial. Se realizó la medición en treinta frutos representativos para cada variedad.

4.2.4.11. Longitud y diámetro de la cavidad de la semilla

Usando 10 frutos típicos de cada variedad, se determinó la relación de tamaño entre la semilla y la cavidad de la semilla.

4.2.4.12. Grosor del exocarpo (cáscara) y mesocarpo (pulpa)

Una vez cortado el fruto a la mitad se midió el grosor del exocarpo (cáscara) y mesocarpo (pulpa) en milímetros, con el uso de una regla graduada.

4.2.4.13. Porcentaje de pérdida de peso

Para determinar el porcentaje se usó la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje de pérdida de peso} = \frac{\text{Peso inicial (g)} - \text{Peso final (g)}}{\text{Peso final (g)}} \times 100$$

4.2.4.14. Brillantez del exocarpo (cáscara)

Para esta variable se observaron los frutos recién cosechados y se evaluó visualmente si los frutos tenían brillo o tendían a ser opacos. Se usó la siguiente escala de IPGRI:

3. Escasa 5. Moderada 7. Notable

4.2.4.15. Superficie del exocarpo (cáscara)

Esta variable se determinó de forma visual, observando la textura de la cáscara de los frutos de forma manual, ya que la textura es perceptible al contacto con las manos. Se usó la siguiente escala:

3. Lisa 5. Intermedia 7. Rugosa

4.2.4.16. Adherencias del exocarpo (cáscara) y mesocarpo (pulpa)

Para determinar esta variable en madurez de consumo, se desprendió la cáscara de la pulpa y se determinó si al hacerlo se desprendía con facilidad o si quedaban residuos de cáscara en la pulpa. La escala usada fue la siguiente:

3. Ligera 5. Intermedia 7. Fuerte

4.2.4.17. Flexibilidad del exocarpo (cáscara)

Para determinar la flexibilidad se dobló la cáscara para determinar la capacidad resistencia a la que se rompía. Se usó la siguiente escala subjetiva:

1. Flexible 2. Frágil

4.2.5. Incidencia de daño de plagas y enfermedades

Vásquez (2017) estableció que en el huerto usado en esta investigación predominaron los tripsidos plaga en época de floración (y afectando la calidad de los frutos) y la chinche ala de encaje (*Pseudocysta perseae* Heidemann) que afecta al follaje durante todo el año. Se realizaron estimaciones visuales de daño al follaje cada semana durante el año. También se registró el número de frutos con deformaciones y cicatrices, que son daños típicos de esa plaga que reducen la calidad de la fruta y la hacen no comercial.

4.2.6. Análisis sensorial

4.2.6.1. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se usó la fórmula de población finita (<100,000) descrita por Tubello y López (2004), donde n es el número de la muestra, N es el tamaño de la

población, $Z\alpha$ es 1.96 al cuadrado (con una confianza del 95%), p es el nivel de aceptación (0.05), q es el nivel de rechazo (0.95) y d es la precisión (5%):

$$n = \frac{p q N Z \alpha^2}{d^2 (N - 1) + p q Z \alpha^2}$$

La población que se consideró para el estudio sensorial estaba ubicada en la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez. La muestra que se analizó fueron hombres y mujeres mayores de 21 años que estudiaban o trabajaban en el Recinto.

4.2.6.2. Documentos para el levantamiento de información

Se diseñó un formulario de dos secciones, en donde se registraron preferencias organolépticas. En la primera sección los participantes degustaron rebanadas de las cuatro variedades, codificadas con letras. En la segunda sección se observaron frutos enteros de cada variedad con la respectiva codificación. Las preguntas de los formularios fueron cerradas y previo a la evaluación se explicó el objetivo de la investigación y el manejo de la información (Apéndice 1).

4.2.6.3. Ejecución del panel sensorial

Se llevó a cabo en compartimientos individuales para evitar interrupciones a los participantes. El área seleccionada era tranquila, con buena aireación y luminosidad, libre de olores extraños y ruidos perturbadores.

4.2.6.4. Procesamiento de la información

Se usó una escala hedónica de preferencia de cinco puntos, como se muestra a continuación:

- | | | |
|------------------|---------------------|----------------|
| 1. Muy agradable | 2. Agradable | 3. Indiferente |
| 4. Desagradable | 5. Muy desagradable | |

4.3. Análisis estadísticos

Los resultados cuantitativos se sometieron a pruebas para determinar si se ajustaron a los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas requeridos para hacer análisis de varianza. Los resultados que cumplían con los supuestos se sometieron a análisis de varianza y si hubo diferencia significativa se sometieron a pruebas de comparación de medias.

Los resultados que no cumplían con los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas se sometieron a transformaciones que permitieran cumplir los supuestos. Cuando no se encontraron transformaciones apropiadas que cumplieran con los supuestos, los datos originales se sometieron a análisis no-paramétrico. Para realizar estas pruebas se utilizó el software estadístico Infostat (Di Rienzo *et al*, 2016).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Morfología de las variedades

La descripción morfológica de árbol, hojas, flores, fruto y semilla de las variedades se resume a continuación:

‘Ávila’: Árboles de injerto de 9 años tuvieron vigor intermedio, copa de forma semielíptica, tronco con superficie muy rugosa, con 60.48 cm de circunferencia tomado a un metro desde el nivel del suelo. Ramificación extensiva, con las ramas distribuidas de forma ascendente, con ángulo de inserción agudo, y ramas jóvenes con superficie glabra y de tinte rojizo (grupo naranja-grisáceo 166 A). Las hojas maduras de color verde (grupo verde 141 A), de textura semidura y forma oblongo-lanceoladas, sin pubescencias, de 16.2 cm de longitud y 6.7 cm de ancho, con base aguda, ápice intermedio, margen entero, una vena primaria y 16 venas secundarias distribuidas alternadamente en la lámina foliar; en la superficie del haz de la hoja relieve de venación intermedio y con divergencia 41 grados en relación con la vena primaria; peciolo acanalado de 2.3 cm de longitud y con inserción aguda. Las flores en inflorescencias terminales; durante la floración se aprecia defoliación parcial y con una segunda floración. Las flores son tipo A. Frutos solitarios con forma obovada de base y ápice aplanado, ápice con posición central, sin aristas; el pedicelo de forma cilíndrica y su base con forma de cabeza de clavo en posición central, su distinción en la unión con el pedúnculo es conspicua; la cáscara quebradiza con brillantez moderada, superficie lisa de color verde claro (grupo verde 142 A) sin presentar adherencias con la pulpa; tiene pulpa acuosa, dulce y con poca fibra. Semilla de forma ovada, con cotiledones de superficie intermedia y adheridos.

‘Candelaria’: Árboles de injertos de nueve años tuvieron vigor intermedio, copa de forma semicircular, tronco con superficie rugosa, con 62.88 cm de circunferencia tomado a un metro desde el nivel del suelo. Ramificación intensa, con las ramas distribuidas de forma irregular y con un ángulo de inserción agudo; las ramas jóvenes con superficie glabra y que presentan un tinte rojizo (grupo naranja-grisáceo 166A). Las hojas maduras de color verde (grupo verde 141 A), de textura semidura y forma oblongo-lanceolada, libres de pubescencias de 15.4 cm de longitud y 6.7 cm de ancho, con base aguda, ápice agudo, de margen entero; una vena primaria y 17 venas secundarias distribuidas alternadamente en la lámina foliar. Relieve de venación en la superficie del haz intermedio con una divergencia en relación con la vena primaria de 41 grados y peciolo acanalado de 2.6 cm de longitud con inserción aguda. Las flores son de tipo A, en inflorescencias terminales. Durante la floración se aprecia defoliación completa. Frutos en racimos, con forma esferoide alargado, con base inflada y ápice redondeado, ápice de posición central y sin aristas. El pedicelo es de forma cónica y posición central; su distinción en la unión con el pedúnculo es conspicua. La cáscara es de superficie

intermedia, con brillantez notable, de color verde oscuro (grupo verde 135 A). No presenta adherencias con la pulpa, que es acuosa y con sabor algo amargo. Semilla de forma esferoide, de cotiledones con superficie intermedia y adheridos.

‘Domínguez’: Árboles injertos de nueve años tuvieron vigor fuerte. Copa semicircular, tronco muy rugoso, con 61.85 cm de circunferencia tomado a un metro desde el nivel del suelo. Ramificación intensiva, con las ramas distribuidas de forma ascendente, con un ángulo de inserción agudo. Las ramas jóvenes tienen superficie glabra con tinte color rojizo (grupo naranja-grisáceo 166A). Las hojas maduras de color verde (grupo verde 141 A) son de textura semidura y forma oblongo-lanceolada, libres de pubescencias, de 18.4 cm de longitud y 7.2 cm de ancho, con base aguda, ápice agudo, y margen ondulado. La hoja tiene una vena primaria y 13 venas secundarias distribuidas alternadamente en la lámina foliar; relieve de venación en la superficie del haz intermedio con una divergencia en relación con la vena primaria de 46 grados. Pecíolo acanalado de 2.6 cm de longitud con inserción aguda. Las flores de tipo B, en inflorescencias terminales; durante la floración se aprecia defoliación parcial. Frutos solitarios con forma estrechamente obovada, con base inflada y ápice redondeado; posición del ápice central sin aristas, el pedicelo de forma cónica y posición asimétrica, su distinción en la unión con el pedúnculo conspicua. La cáscara de superficie lisa, con brillantez moderada y de color verde (grupo verde 141 A), sin presentar adherencias con la pulpa, que es cremosa y moderadamente dulce. Semilla de base aplanada y ápice cónico; sus cotiledones de superficie intermedia y adheridos.

‘Goya’: Árboles injertos de nueve años tuvieron poco vigor. Copa semicircular. Superficie del tronco muy rugosa, con 72.05 cm de circunferencia tomado a un metro desde el nivel del suelo. Ramificación intensiva y extensiva, con las ramas distribuidas de forma ascendente y ángulo de inserción agudo. Las ramas jóvenes con superficie glabra y tinte rojizo (grupo naranja-grisáceo 166A). Las hojas maduras son de color verde (grupo verde 141 A), de textura semidura y forma lanceolada, libres de pubescencias, de 13.5 cm de longitud y 6.0 cm de ancho, con base aguda, ápice agudo, de margen ondulado, con una vena primaria y 16 venas secundarias distribuidas alternadamente en la lámina foliar. El relieve de venación en la superficie del haz de la hoja es intermedio, con una divergencia con relación a la vena primaria de 45 grados. Pecíolo acanalado, de 1.9 cm de longitud, con inserción aguda. Las flores de tipo A, en inflorescencias axilares. Durante la floración se aprecia defoliación parcial. Frutos solitarios, piriformes, con base hundida y ápice redondeado; la posición del ápice es central, sin aristas. El pedicelo es de forma redondeada, con cabeza de clavo y posición central; su distinción en la unión con el pedúnculo es conspicua. La cáscara es de superficie lisa, con brillantez moderada y de color verde (grupo verde 141 A), sin presentar adherencias con la pulpa. La pulpa es acuosa y moderadamente dulce. Semilla de forma obovada-ancha, sus cotiledones de superficie rugosa y adheridos.

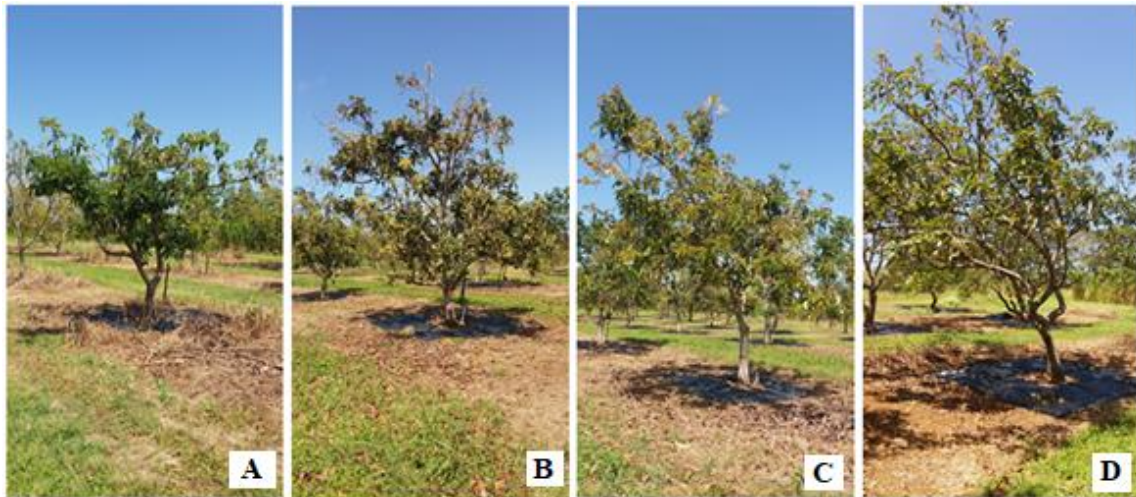


Figura 19. Descripción morfológica del árbol en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.

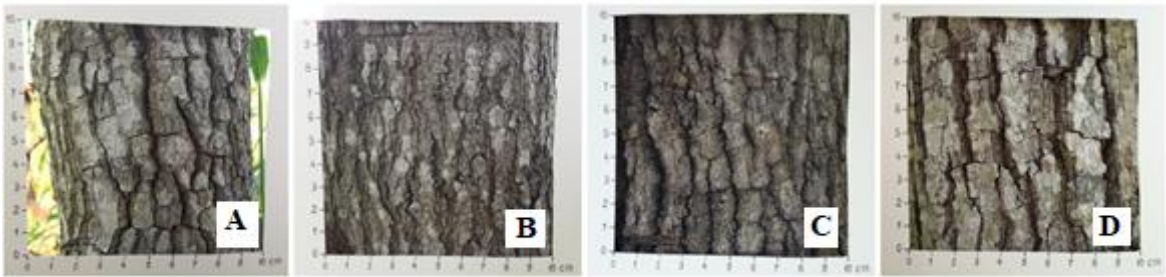


Figura 20. Descripción morfológica del árbol (superficie del tronco) en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.



Figura 21. Descripción morfológica de la floración en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.

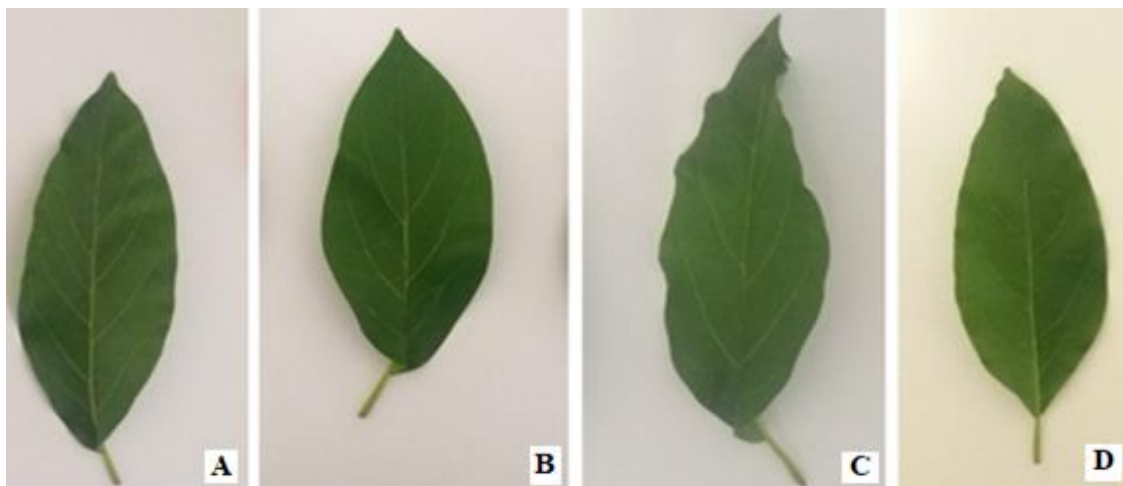


Figura 22. Descripción morfológica de hojas en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.

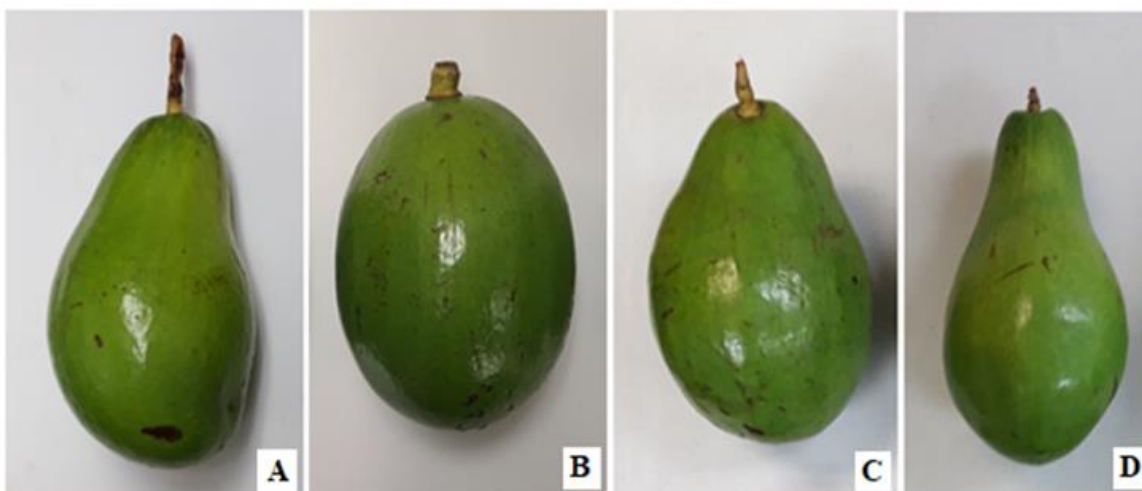


Figura 23. Descripción morfológica de frutos en madurez fisiológica en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.

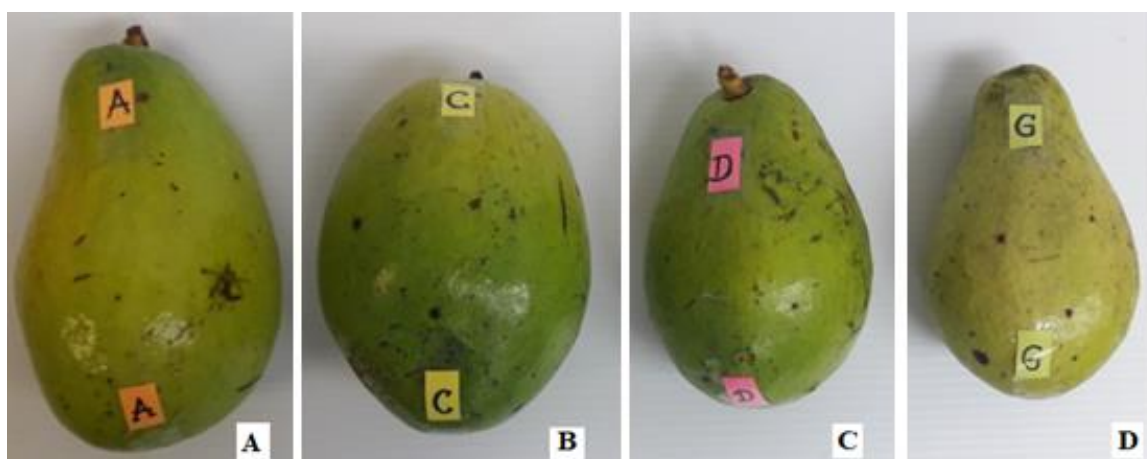


Figura 24. Descripción morfológica de frutos en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.

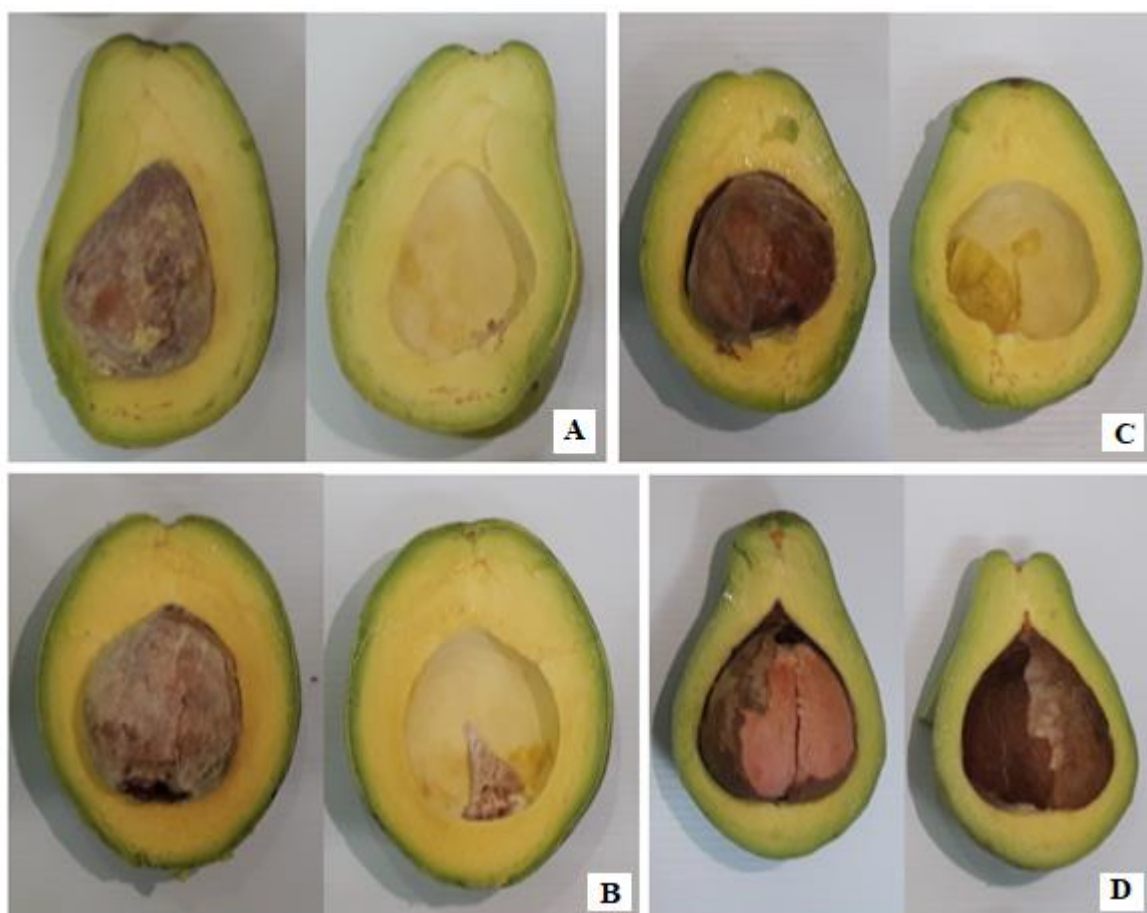


Figura 25. Descripción morfológica de frutos en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.



Figura 26. Descripción morfológica de semillas en cuatro variedades de aguacate: (A) 'Ávila', (B) 'Candelaria', (C) 'Domínguez' y (D) 'Goya'. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Cuadro 2. Descripción morfológica del árbol en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Características	Variedades			
	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Tipo de árbol	Injerto	Injerto	Injerto	Injerto
Vigor del árbol	Intermedio	Intermedio	Fuerte	Débil
Forma del árbol	Semielíptico	Semicircular	Semicircular	Semicircular
Superficie del tronco	Muy rugosa	Rugosa	Muy rugosa	Muy rugosa
Circunferencia del tronco	60.49 ± 4.58 cm	62.88 ± 2.11 cm	61.85 ± 3.72 cm	72.05 ± 1.63 cm
Patrón de ramificación	Extensivo	Intensivo	Intensivo	Ambos (intensivo-extensivo)
Distribución de las ramas	Ascendente	Ascendente	Ascendente	Ascendente
Ángulo de inserción de las ramas principales	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo
Color de la rama joven	Rojo (grupo naranja-grisáceo 166A)	Rojo (grupo naranja-grisáceo 166A)	Rojo (grupo naranja-grisáceo 166A)	Rojo (grupo naranja-grisáceo 166A)
Superficie de la rama joven	Glabra	Glabra	Glabra	Glabra

Cuadro 3. Descripción morfológica de hojas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Características	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Forma de la hoja	Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada	Oblongo-lanceolada	Lanceolada
Forma de la base de la hoja	Aguda	Aguda	Aguda	Aguda
Longitud de la lámina foliar (cm)	16.23 ± 0.37	15.43 ± 0.62	18.40 ± 0.36	13.48 ± 0.25
Ancho de la lámina foliar (cm)	6.66 ± 0.15	6.71 ± 0.32	7.25 ± 0.22	5.99 ± 0.10
Pubescencia de la superficie inferior	Escasa	Escasa	Escasa	Escasa
Pubescencia de la superficie superior	Escasa	Escasa	Escasa	Escasa
Color de la hoja madura	7.5 GY 3/4	7.5 GY 3/4	7.5 GY 3/4	7.5 GY 4/4
	verde (grupo verde 141 A)	verde (grupo verde 141 A)	verde (grupo verde 141 A)	verde oscuro (grupo verde 139 A)
Pecíolo acanalado	Presente	Presente	Presente	Presente
Longitud del pecíolo(cm)	2.25 ± 0.11	2.61 ± 0.14	2.63 ± 0.08	1.96 ± 0.04
Ángulo de inserción del pecíolo foliar	Agudo	Agudo	Agudo	Agudo
Margen de la hoja	Entero	Entero	Ondulado	Ondulado
Número de venas primarias	1	1	1	1
Número de venas secundarias	15.88 ± 1.22	16.75 ± 1.13	25.13 ± 0.61	16.00 ± 1.18
Relieve de venación en la superficie del haz	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia
Divergencia de las venas secundarias (grados)	41.06 ± 0.99	40.63 ± 0.56	46.13 ± 0.74	45.13 ± 0.55
Forma del ápice de la hoja	Intermedio	Agudo	Agudo	Intermedio
Textura de la hoja	Semidura	Semidura	Semidura	Semidura

Cuadro 4. Descripción morfológica de la flor en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Características	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Primeros signos de yemas florales	19-enero-2017	19-enero-2017	26-enero-2017	19-enero-2017
Fin de la floración	06-junio-2017	16-mayo-17	6-abril-2017	16-may-2017
Duración de floración (días-promedio)	77 ± 10.81	55 ± 3.08	64 ± 4.69	47.63 ± 7.17
Floración secundaria o segunda floración	Presente	Ausente	Ausente	Ausente
Defoliación	Parcial	Completa	Parcial	Parcial
Tipo de floración	Tipo A	Tipo A	Tipo B	Tipo A
Posición de la inflorescencia	Terminal	Terminal	Terminal	Axilar
Color de la flor	Crema (grupo amarillo 4D)	Crema (grupo amarillo 4D)	Crema (grupo amarillo 4D)	Crema (grupo amarillo 4D)
Número de flores por inflorescencia (promedio)	176 ± 21.78	316 ± 26.45	357 ± 30.02	303 ± 47.12
Número de ramificaciones por inflorescencia (promedio)	12 ± 0.82	14 ± 0.78	16 ± 1.26	13 ± 1.51
Número de flores por ramificación (promedio)	15 ± 0.94	23 ± 1.54	21 ± 1.81	23 ± 2.19
Número de inflorescencia por rama (promedio)	52 ± 3.29	32 ± 5.60	43 ± 10.00	46 ± 8.27

Cuadro 5. Descripción morfológica del fruto en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Características	Variedades			
	Ávila	Candelaria	Domínguez	Goya
Fecha de comienzo de la fructificación	9-febrero-2017	9-febrero-2017	16-febrero-2017	23-marzo-2017
Hábitos de fructificación	Frutos solitarios	Frutos en racimos	Frutos solitarios	Frutos solitarios
Forma del fruto	Obovado	Esferoide alargado	Estrechamente obovado	Piriforme
Longitud del fruto (cm)	14.06 ± 0.29 (2016) 15.63 ± 0.44 (2017)	10.84 ± 0.23 (2016) 14.55 ± 0.21 (2017)	13.83 ± 0.60 (2016) 14.63 ± 0.31 (2017)	11.61 ± 0.64 (2016) 15.47 ± 0.60 (2017)
Diámetro del fruto (cm)	9.28 ± 0.17 (2016) 9.36 ± 0.14 (2017)	7.40 ± 0.14 (2016) 10.25 ± 0.25 (2017)	9.44 ± 0.19 (2016) 9.36 ± 0.20 (2017)	6.88 ± 0.51 (2016) 8.66 ± 0.12 (2017)
Uniformidad del tamaño del fruto	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Intermedia
Peso del fruto (g)	603.00 ± 34.26 (2016) 659.50 ± 35.04 (2017)	779.00 ± 35.26 (2016) 728.50 ± 41.03 (2017)	533.50 ± 30.74 (2016) 536.00 ± 25.01 (2017)	466.00 ± 39.85 (2016) 494.28 ± 18.37 (2017)
Forma de la base del fruto	Aplanada	Inflada	Inflada	Hundida
Forma del ápice del fruto	Aplanado	Redondeado	Redondeado	Redondeado
Posición del ápice del fruto	Central	Central	Central	Central
Aristas en el fruto	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Brillantez de la cáscara del fruto	Moderada	Notable	Moderada	Escasa

Cuadro 6. Continuación descripción morfológica del fruto en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Características	Variedades			
	Ávila	Candelaria	Domínguez	Goya
Posición del pedicelo en el fruto	Central	Central	Asimétrico	Central
Forma del pedicelo	Cilíndrico	Cónico	Cónico	Redondeado
Pedicelo con forma de cabeza de clavo	Presente	Ausente	Ausente	Presente
Distinción de la unión del pedicelo con el pedúnculo	Conspicuo	Conspicuo	Conspicuo	Conspicuo
Superficie de la cáscara del fruto	Lisa	Intermedia	Lisa	Lisa
Color de la cáscara del fruto	Verde claro (grupo verde 142 A)	Verde oscuro (grupo verde 135 A)	Verde (grupo verde 141 B)	Verde (grupo verde 141 B)
Grosor de la cáscara del fruto	0.14 ± 0.01 (2016) 0.17 ± 0.01 (2017)	0.17 ± 0.01 (2016) 0.16 ± 0.01 (2017)	0.13 ± 0.01 (2016) 0.12 ± 0.01 (2017)	0.10 ± 0.01 (2016) 0.08 ± 0.01 (2017)
Flexibilidad de la cáscara del fruto	Quebradiza	Quebradiza	Flexible	Flexible
Adherencia de la cáscara a la pulpa	Nada	Nada	Nada	Nada
Textura de la pulpa	Acuosa	Acuosa	Cremosa	Acuosa
Dulzura de la pulpa	Dulce	Nada	Moderada	Moderada
Amargor de la pulpa	Nada	Amarga	Nada	Nada
Fibra en la pulpa	Poca	Nada	Nada	Nada
Sabor general de la pulpa	Excelente	Excelente	Bueno	Bueno

Cuadro 7. Descripción morfológica de la semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016-2017.

Características	Ávila	Candelaria	Domínguez	Goya
Forma de la semilla	Ovada	Esferoide	Base aplanada, ápice cónico	Obovada-ancha
Peso de la semilla	105.00 ± 7.19 (2016) 100.69 ± 5.33 (2017)	144.60 ± 8.99 (2016) 127.78 ± 10.24 (2017)	86.00 ± 5.86 (2016) 89.98 ± 4.68 (2017)	439.60 ± 37.47 (2016) 129.83 ± 3.06 (2017)
Superficie del cotiledón	Intermedia	Intermedia	Intermedia	Rugosa
Adherencia de los cotiledones	Adheridos	Adheridos	Adheridos	Adheridos
Longitud de la cavidad de la semilla (cm)	7.63 ± 0.24	7.54 ± 0.19	6.86 ± 0.16	8.08 ± 0.33
Diámetro de la cavidad de la semilla (cm)	5.04 ± 0.12	5.44 ± 0.16	5.46 ± 0.12	5.73 ± 0.21
Longitud de la semilla (cm)	7.09 ± 0.21 (2016) 7.29 ± 0.19 (2017)	6.99 ± 0.10 (2016) 6.89 ± 0.20 (2017)	5.82 ± 0.22 (2016) 6.08 ± 0.20 (2017)	6.51 ± 0.29 (2016) 7.19 ± 0.24 (2017)
Diámetro de la semilla (cm)	5.45 ± 0.17 (2016) 5.05 ± 0.14 (2017)	6.06 ± 0.13 (2016) 5.48 ± 0.20 (2017)	5.40 ± 0.16 (2016) 5.26 ± 0.09 (2017)	5.95 ± 0.20 (2016) 6.12 ± 0.17 (2017)
Cubierta de la semilla	Semilla adherida, cubierta no adherida a la pulpa	Semilla libre, cubierta no adherida a la pulpa	Semilla libre, cubierta no adherida a la pulpa	Semilla adherida, cubierta adherida a la pulpa

Se debe considerar que por encontrarse en un huerto con fines de investigación, las variedades no fueron manejadas con propósitos comerciales. Desde la siembra de las distintas variedades (2009) tuvieron un plan de manejo en que se realizaron varias podas, lo que pudiera interferir con la forma del árbol. Mejía (2011) menciona que los árboles espontáneos en su ambiente natural tienden a ser erectos, con ramificaciones laterales de distribución alterna y de diversas formas desde cilíndricos hasta aglobados y piramidales, mientras que en cultivos comerciales los árboles pudieran tener ramificaciones de forma extensiva desde muy abajo en el tronco, perdiéndose el eje central del árbol y apareciendo ramas que parten de otras ramas laterales.

En cuanto al vigor del árbol, se consideró la producción estacional, número de tallos, hojas, flores, frutos, así como su cantidad. Así se determinó que la variedad ‘Domínguez’ posee vigor fuerte, porque tuvo el mayor número de frutos cosechados a más de presentar un buen vigor visual (altura, circunferencia de tronco, forma de copa, y buen follaje). ‘Goya’ presentó vigor débil debido a su baja producción a pesar de que por su vigor visual (altura, circunferencia de tronco, forma de copa, y buen follaje) presentaba las mejores características comparados con las otras variedades.

Las flores de aguacate presentan dicogamia, es decir, los órganos masculinos y femeninos de una misma flor no maduran al mismo tiempo. Por ello, las variedades de aguacate se clasifican en tipos A y B (Pérez, 1986, citado por Flores, 2011). Para determinar el tipo de floración se realizaron evaluaciones durante la mañana y la tarde, para apreciar el estado de los estambres dehiscentes y el estigma receptivo, como recomienda Mejía (2011).



Figura 27. Tipo de floración registrada a las 2 pm: (A) Flor tipo A (estado estaminado/macho) en ‘Ávila’, ‘Candelaria’, (B) Flor tipo B (estado pistilado/hembra) ‘Domínguez’. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Finalmente, es importante mencionar que durante el Huracán María la variedad que presentó mayor número de árboles afectados fue ‘Goya’, peculiaridad que se atribuye a la altura y número de ramas excesivo que presentaba. Sobre este particular Brunet (2001) citado por Undurraga (2007)

indica que los árboles correctamente podados, comparado con los no podados, suelen tener mejor producción, pues las ramas jóvenes acumulan más nutrientes disponibles para la producción de fruta.

5.1.1. Descripción del árbol

5.1.1.1. Circunferencia del tronco

No se detectaron diferencias significativas para esta variable. En promedio, los troncos tuvieron circunferencias de 64.32 cm a la altura de 100 cm sobre el suelo.

5.1.1.2. Color de hojas jóvenes y maduras

Crane *et al.* (2007) manifiestan que el índice de clorofila en la hoja proporciona una medida objetivo de su “verdor”, existiendo una alta correlación entre los valores SPAD y el contenido de clorofila en hojas de aguacate ($r^2 = 0.91$). Para esta variable, en este experimento en Isabela no se detectaron diferencias significativas entre las hojas de las cuatro variedades en una misma etapa de crecimiento de las hojas.

Sin embargo, es interesante que las hojas en la transición de estado joven a maduro cambian su contenido de clorofila. Por ejemplo, la variedad ‘Goya’ inicialmente tenía el valor promedio más alto (24.24 ± 1.82), pero cambió al valor promedio más bajo (39.64 ± 3.97), mientras que la variedad ‘Candelaria’, que tenía valor promedio más bajo (19.35 ± 1.18) de verdor cambió al valor promedio más alto (52.88 ± 4.09) al madurar las hojas (Cuadro 8). Estos valores muestran que ‘Candelaria’ tenía hojas maduras de un color verde más intenso que la variedad ‘Goya’. Comparados los datos de hojas jóvenes con hojas maduras con una prueba t apareada se detectaron diferencias significativas (Cuadro 8), demostrando las diferencias marcadas de verdor en la maduración de hojas.

Cuadro 8. Análisis de verdor de hojas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.

Variedad	Hojas jóvenes	Hojas maduras
‘Ávila’	23.03 ± 1.61 a	43.33 ± 4.52 a
‘Candelaria’	19.35 ± 1.18 a	52.88 ± 4.09 a
‘Domínguez’	20.51 ± 1.52 a	41.11 ± 2.16 a
‘Goya’	24.24 ± 1.82 a	39.64 ± 3.97 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.1.1.3. Longitud, ancho de las hojas maduras y longitud de peciolo

Se detectaron diferencias significativas entre variedades para estas tres variables. La variedad ‘Domínguez’ tuvo los mayores promedios para longitud de hojas, con 18.40 ± 0.36 cm, ancho de hoja con 7.25 ± 0.22 cm y longitud de peciolo con 2.63 ± 0.08 cm. En cambio, la variedad ‘Goya’ tuvo los promedios más bajos para longitud de hojas (con 13.48 ± 0.25 cm), ancho de hoja con (5.99 ± 0.10 cm) y longitud de peciolo (con 1.96 ± 0.04 cm), por lo que podemos decir que las proporciones

de las hojas de la variedad ‘Goya’ son significativamente más pequeñas que la variedad ‘Domínguez’ (Cuadro 9). Los resultados encontrados en las variedades analizadas en esta investigación se encuentran entre los parámetros reportados por Flores (2011), que analizó variedades con características mayormente ubicadas en la raza Antillana (el largo de la hoja fue de 18 a 32.75 cm y el ancho de la hoja fue de 6.30 a 10.45 cm).

Cuadro 9. Dimensiones de hojas maduras y longitud del peciolo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.

Variedad	Hoja		Peciolo
	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Longitud (cm)
‘Ávila’	16.23 ± 0.37 b	6.66 ± 0.15 ab	2.25 ± 0.11 ab
‘Candelaria’	15.43 ± 0.62 b	6.71 ± 0.32 ab	2.61 ± 0.14 a
‘Domínguez’	18.40 ± 0.36 a	7.25 ± 0.22 a	2.63 ± 0.08 a
‘Goya’	13.48 ± 0.25 c	5.99 ± 0.10 b	1.96 ± 0.04 b

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.1.1.4. Número y divergencia de venas secundarias

Se detectaron diferencias significativas en estas variables. La variedad ‘Domínguez’ tuvo los mayores valores promedios, con 25.13 ± 0.61 para número de venas secundarias y una divergencia o ángulo de 46.13 ± 0.74 grados (Cuadro 10). Este resultado sugiera una relación entre tamaño de las hojas número de venas secundarias.

Cuadro 10. Número y divergencia de venas secundarias de hojas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.

Variedad	Número de venas secundarias	Divergencia de venas (°)
‘Ávila’	15.88 ± 1.22 b	41.06 ± 0.99 b
‘Candelaria’	16.75 ± 1.13 b	40.63 ± 0.56 b
‘Domínguez’	25.13 ± 0.61 a	46.13 ± 0.74 a
‘Goya’	16.00 ± 1.18 b	45.13 ± 0.55 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

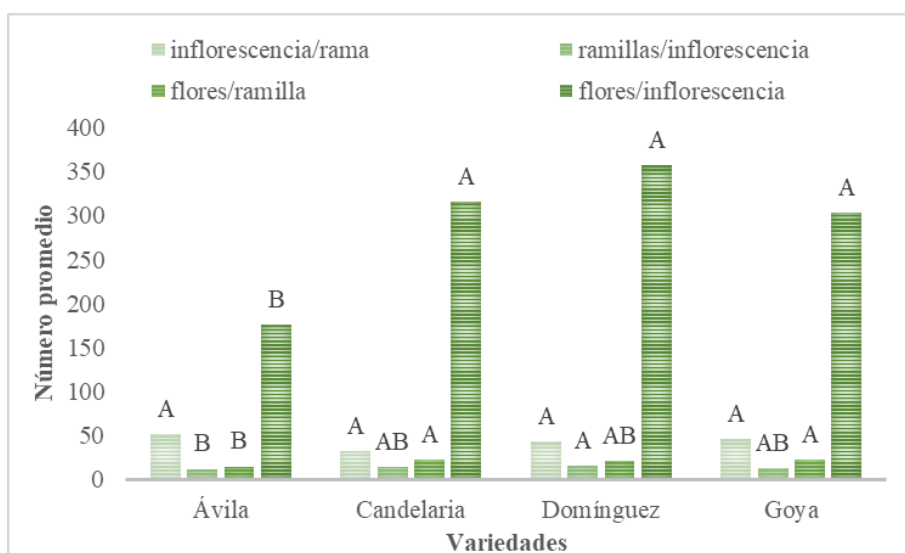
5.1.2. Características de floración

5.1.2.1. Número de inflorescencias, ramillas y flores por inflorescencia

No se encontraron diferencias significativas para el número de inflorescencias por rama. Para número de ramillas por inflorescencia, la variedad ‘Domínguez’ tuvo el promedio más alto (16 ± 1 ramillas) y ‘Ávila’ el menor número (con un promedio de 12 ± 1 ramillas). Para número de flores por ramilla, la variedad ‘Candelaria’ presentó el mayor número promedio con 23 ± 2 flores y ‘Ávila’ el menor número promedio con 15 ± 1 flores. Para el número de flores por inflorescencia la variedad

‘Domínguez’ presentó el mayor número promedio con 357 ± 30 flores/inflorescencia y ‘Ávila’ el menor número promedio con 176 ± 22 flores/inflorescencia (Figura 28).

Es importante determinar la cantidad de flores presentes en árboles de aguacate porque como mencionan Paz-Vega (1997) y Lovatt (2006) la fenología reproductiva de muchos cultivares de aguacate está caracterizada por la alternancia de cosechas, conduciendo a una elevada carga de cosecha en un ciclo de producción (año “on”) y una baja carga de cosecha en el siguiente ciclo (año “off”). El año “on” está determinado por una intensa floración, alto porcentaje de cuajado y alto rendimiento; El año “off” se caracteriza por una baja floración, bajo porcentaje de cuajado y bajo rendimiento (Paz-Vega, 1997; Lahav y Zamet, 1999; Bruwer y Robbertse, 2003; Dixon *et al.*, 2007). Según esa información, la variedad ‘Domínguez’, por presentar los mayores valores promedios para flores, ramillas e inflorescencias, tendría mejor oportunidad de cuajado y crecimiento de frutos.



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Figura 28. Número promedio de inflorescencias/rama, ramilla/inflorescencia, flores/ramilla y flores/inflorescencia en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.

5.1.2.2. Época de la floración y duración

De las ocho unidades experimentales (árboles) de las cuatro variedades, al menos una de ellas inició la floración entre el 19 y 26 de enero. Para inicios del mes de febrero la variedad ‘Domínguez’ tenía el 75% de los árboles en floración, ‘Candelaria’ y ‘Domínguez’ para el 2 de marzo presentaban ya todos los árboles en floración. En ‘Goya’ para el 17 de abril todos los árboles estaban en floración.

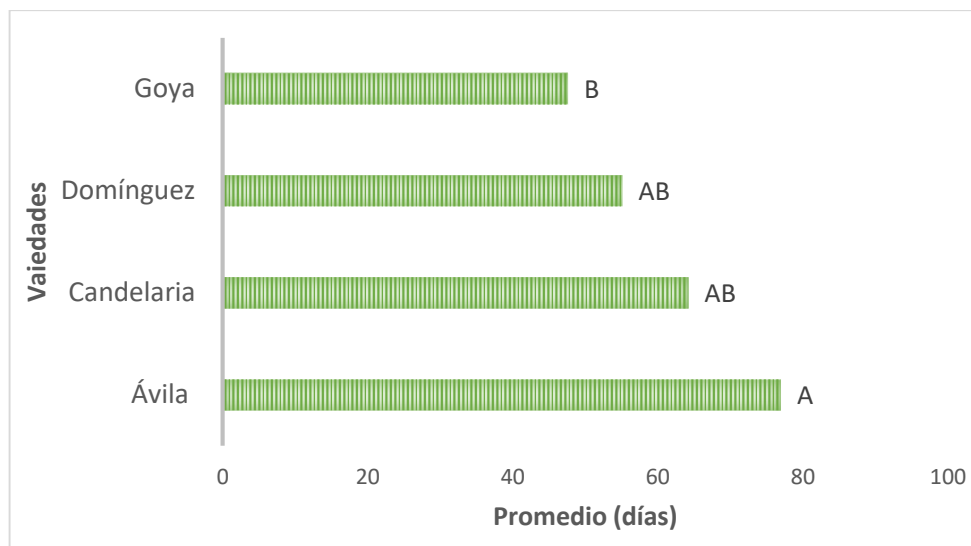
Al realizar el análisis estadístico se detectaron diferencias significativas entre variedades, ubicando en primer lugar a ‘Ávila’ con un promedio de 77 días de floración, teniendo un máximo de

110 días. En cambio, ‘Goya’ se ubicó en último lugar con el promedio más bajo correspondiente a 47 días de floración teniendo una duración máxima de 70 días (Figura 29).

La temporada de floración del aguacate no es uniforme y varía de acuerdo con el efecto de diferentes factores. Rodríguez (1982), menciona los siguientes: la cantidad de flores de un año con respecto a otro, causas nutricionales, estado sanitario del árbol, presencia o ausencia de polinizadores (anemófila y entomófila). Ibar (1979), menciona que para obtener una buena cosecha solo basta con polinizar el 1% de las flores. La duración del periodo y el rango de intensidad de la floración, varían de acuerdo con el cultivar de aguacate y el clima, siendo la temperatura dentro de este último, la que tiene el rol de mayor importancia (Flores, 2011; Cristoffanini, 1996).

En esta investigación la floración se presentó en los meses de enero, febrero y marzo, en los que la temperatura promedio se encontraba en 23.8° C, que es un valor inferior a las temperaturas durante el resto del año. Investigaciones realizadas con ‘Hass’ en el clima subtropical frío de California, Estados Unidos (Salazar-García *et al.*, 1998) y en el clima semicálido de Nayarit, México, han asociado tanto el proceso temprano de iniciación floral (Salazar-García *et al.*, 2006) como el proceso completo de desarrollo floral (Salazar-García *et al.*, 2007) al descenso en la temperatura ambiental. De igual manera Cossio Vargas *et al.*, 2007 confirman que el descenso en la temperatura ambiental también fue asociado al desarrollo floral en los aguacates ‘Choquette’ y ‘Booth-8’ (híbridos de las razas Guatemalteca x Antillana) en un clima cálido del estado de Nayarit, México.

Debido a la semejanza de las épocas de floración de las variedades de aguacate cultivado en todo el mundo, algunos factores inductores de floración son comunes en las zonas productoras, como las variaciones en la temperatura, la duración del día, o la disponibilidad hídrica (Davenport, 1986). En el caso de la presente investigación la precipitación no incidió ya que en los meses que se presentó la floración la precipitación tuvo un promedio de 3.2 mm y una temperatura de 23.9° C, es decir niveles inferiores en comparación con lo que sucede durante el resto del año en donde las precipitaciones son intensas y las temperaturas son elevadas. Lo anterior muestra que el descenso en las temperaturas está asociado a la floración del aguacate (Salazar *et al.*, 2009).



Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Figura 29. Promedio de duración de floración en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.

5.1.3. Características de fructificación

5.1.3.1. Porcentaje de frutos retenidos

Un árbol de aguacate puede generar de uno a dos millones de flores por año. Esto es más de mil veces la cantidad de frutos que puede sustentar, pues 0.001% a 0.1% consigue cuajar fruto (Davie *et al.*, 1995; Dixon y Sher, 2002; Scora *et al.*, 2002; Can-Alonzo *et al.*, 2005; Cossio-Vargas *et al.*, 2007; Alcaraz *et al.*, 2011).

La alta tasa de aborto de frutos, como menciona Blumenfield *et al.* (1983), se ha atribuido a la competencia por fotosintetatos entre los órganos reproductivos y vegetativos, antes de la floración y durante el desarrollo vegetativo de los brotes emergentes de las inflorescencias indeterminadas (Wolstenholme y Whiley, 1989). La capacidad de permanencia de un fruto en un árbol depende completamente de si los carbohidratos, reguladores de crecimiento, compuestos nitrogenados, agua y nutrimentos están disponibles en cantidad suficientes durante la iniciación floral, cuajado, crecimiento y retención del fruto (Bower *et al.*, 1990; Goldschmidt y Golomb, 1982)

En esta investigación de tesis, una vez iniciada la fructificación en los árboles de aguacate, la caída de los frutos fue notable en las cuatro variedades. Del total de frutos cuajados o formados por variedad ‘Ávila’ retuvo el porcentaje más alto de frutos con 15.05%, ‘Goya’ y ‘Domínguez’ permanecieron con un porcentaje similar de 5.07% y 4.28% respectivamente: mientras que, ‘Candelaria’ presentó la menor cantidad de frutos retenidos con 1.72%.

Al realizar el análisis estadístico del número de frutos caídos y retenidos durante la fase de crecimiento de frutos se detectaron diferencias significativas en retención de frutos, en donde

‘Dominguez’ fue la variedad con el mayor número de frutos caídos durante las 23 fechas de evaluación, con un promedio de 85 ± 25 frutos caídos teniendo un máximo de 396 frutos; mientras que, las variedades ‘Ávila’ y ‘Goya’ tuvieron pérdidas promedio de 8 ± 1 y 1 ± 1 frutos respectivamente.

Durante el periodo de evaluación, el número de frutos caídos en condiciones naturales fue mayor en las primeras semanas cuando los frutos tenían tamaños pequeños y eran más sensibles a factores ambientales como el viento y las precipitaciones. De forma excepcional, en septiembre 2017, con el paso de los huracanes Irma y María, se produjo caída masiva (total) de las frutas que permanecían en los árboles al final del periodo de desarrollo de la fruta. Aparte de la pérdida de fruta por los huracanes, durante las evaluaciones de agosto 2017 las cuatro variedades tuvieron porcentajes de frutas caídas que eran casi constantes (Figura 30).

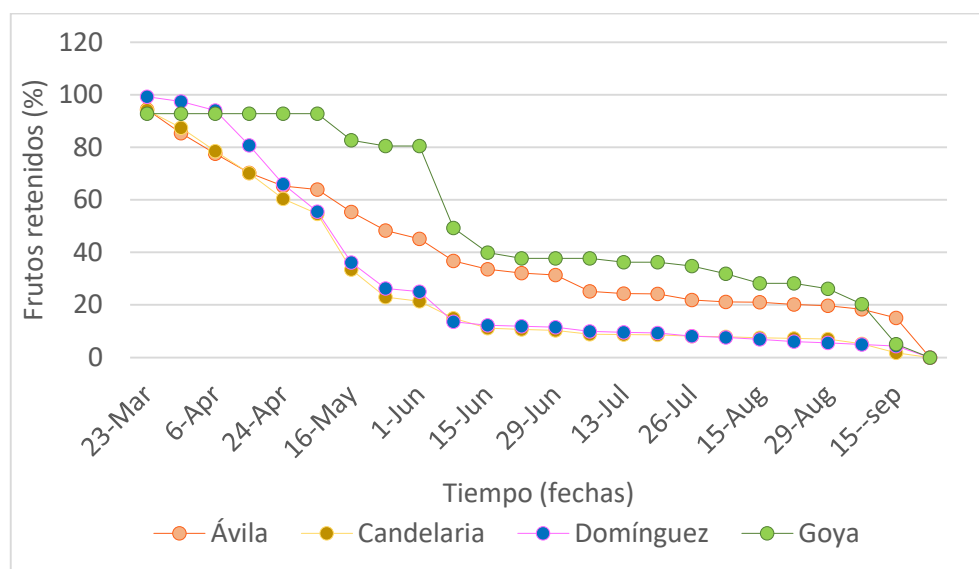


Figura 30. Promedio semanal de frutos retenidos por árbol durante el periodo de fructificación en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.

Una vez los frutos inician el cuajado, la abscisión se puede atribuir a frutos con fallas en el desarrollo de la semilla, aborto del embrión o muerte de la cubierta seminal (Dixon y Sher, 2002; Alcaraz *et al.*, 2011). A esto se le suma la preferencia del aguacatero por favorecer al crecimiento vegetativo más que a la producción de frutos (Whiley, 1990), por lo cual solamente permanecen en el árbol los frutos más fuertes y vigorosos. Por consiguiente, como mencionan Gazit y Degani (2002) la caída de los frutos aumenta considerablemente por efecto del estrés ambiental, especialmente durante olas de frío o calor. Mientras más joven sea el fruto, mayor es su susceptibilidad al estrés (Romero, 2012).

5.2. Producción de fruta

Mejía (2011) reportó que para el manejo poscosecha de la fruta es indispensable tomar en cuenta varios factores indicadores de su madurez fisiológica (para cosecha) del fruto. Estos factores incluyen: pérdida del brillo, cambio de color de las lenticelas de amarillo o verde a café, tamaño de la fruta, y cambio del anillo del pedúnculo (de verde a café, lo que indica que ya paró el intercambio de nutrientes entre el fruto y el árbol). Undurraga (2007) reportó que, en cierta medida, la madurez del fruto de aguacate ‘Fuerte’ está influenciada por su calibre, pero que eso no pasa en aguacate ‘Hass’.

El diámetro y peso de los frutos son utilizados como indicadores de cosecha en Florida, donde cada cultivar debe superar ciertos valores mínimos para ser cosechados (Ibar, 1986). Lee y Young (1983), al medir el crecimiento del fruto, determinaron que la porción de descenso en la curva de crecimiento del aguacate determina un punto definitivo que indica que ha alcanzado su madurez fisiológica o de cosecha. Por su parte Coggins (1986), considera que el tamaño del fruto es un predictor poco confiable de la madurez para cosecha, ya que varía mucho entre localidades que se encuentran a corta distancia.

La creencia general es que la fruta más grande madura antes (Hofman y Jobin-Décor, 1997; Undurraga, 2007). Sin embargo, Sippel y colaboradores (1992) realizaron un ensayo con aguacate ‘Pinkerton’, encontrando que la fruta más pequeña, maduraba más tempranamente que la fruta grande; estos investigadores concluyeron que el tamaño de la fruta de aguacate no puede considerarse siempre como indicador válido de madurez. Sippel *et al.* (1992) también encontraron que el contenido de materia seca varía entre frutos de un mismo árbol y entre frutos de árboles cercanos.

En las cuatro variedades evaluadas en este estudio en Isabela, Puerto Rico, los principales indicadores de la cosecha fueron pérdida de brillo y cambio de color del pedúnculo. Para la variedad ‘Ávila’, adicionalmente se presentó cambio de color en la cáscara, tornándose verde-amarillenta.

5.2.1. Fechas de cosecha

Las fechas de cosecha en los años 2016 y 2017 difirieron en inicio, duración y culminación. Para el 2016 la cosecha fue más tardía en el año que en el 2017.

En el año 2016, en las variedades ‘Ávila’ y ‘Domínguez’ se hicieron dos cosechas, en una de las cuales se colectó casi toda la fruta de los árboles. La marcada concentración de frutos listos para cosecha en una sola fecha pudiera deberse a que los árboles presentaron floración muy uniforme y concentrada en el mes de febrero, resultando en fruta fisiológicamente madura aproximadamente 50 días después. En cambio, en el 2016 en la variedad ‘Candelaria’ se hicieron cuatro cosechas, iniciando el 4 de octubre, y el número de frutos colectados fue aumentando de la primera a la última cosecha.

En el año 2017, frutos de las cuatro variedades estuvieron aptos para la cosecha por primera vez el 7 de julio. Se hicieron nueve cosechas hasta el 12 de septiembre de 2017; la cosecha siguiente estaba pautada para septiembre 19, pero tuvo que ser suspendida por la llegada a Puerto Rico del huracán María.

En ‘Ávila’ la primera cosecha tuvo mayor número de frutas, seguida de varias cosechas con menor cantidad de fruta que la primera, pero que fueron similares entre ellas. En ‘Domínguez’ la primera y la tercera colecta tuvieron mayor cantidad de frutas que las demás colectas, cuyo número fue variante. Para la variedad ‘Candelaria’, la mayor cosecha ocurrió en la primera fecha, disminuyó en las siguientes colectas y tuvo un ligero incremento en la última recolección. Para la variedad ‘Goya’ en ambos años solamente se dieron dos cosechas y en ambas el número de frutos fue bajo (Figura 31).

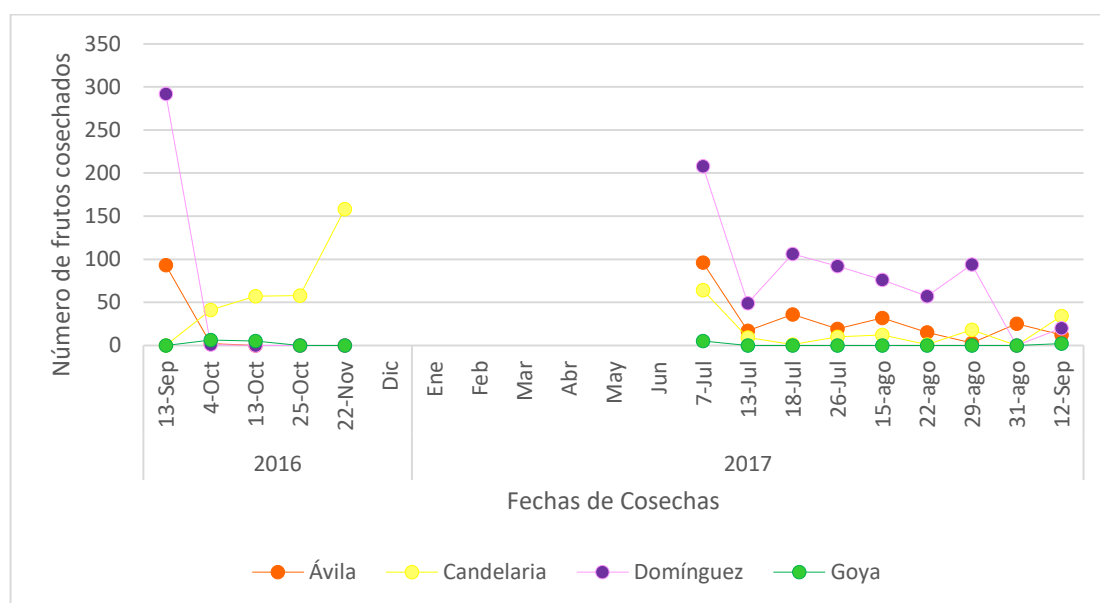


Figura 31. Fechas de cosecha en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2016-2017.

5.2.2. Número, peso de frutos comerciales y no comerciales

En todas las variedades hubo más frutas comerciales que frutas no comerciales. La variedad ‘Candelaria’ tuvo el mayor porcentaje de frutas no comerciales (23%), seguida de ‘Domínguez’ con 16% (Cuadro 11).

Cuadro 11. Porcentaje, número y peso de frutos comerciales y no comerciales en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.

Frutos comerciales					
Variedades	Porcentaje (%)	Número	Peso total (g)	Peso promedio (g)	Calibre
‘Ávila’	91	124	81450	656.85	3
‘Candelaria’	77	47	31005	659.68	3
‘Domínguez’	84	341	164141	481.35	4
‘Goya’	100	5	2565	513.00	3
Frutos no comerciales					
Variedades	Porcentaje (%)	Número	Peso total (g)	Peso promedio (g)	Calibre
‘Ávila’	9	12	6215	517.92	3
‘Candelaria’	23	14	6945	496.07	4
‘Domínguez’	16	63	28384	450.54	4
‘Goya’	0	0	0	0	-

5.2.3. Número de frutos cosechados por variedad

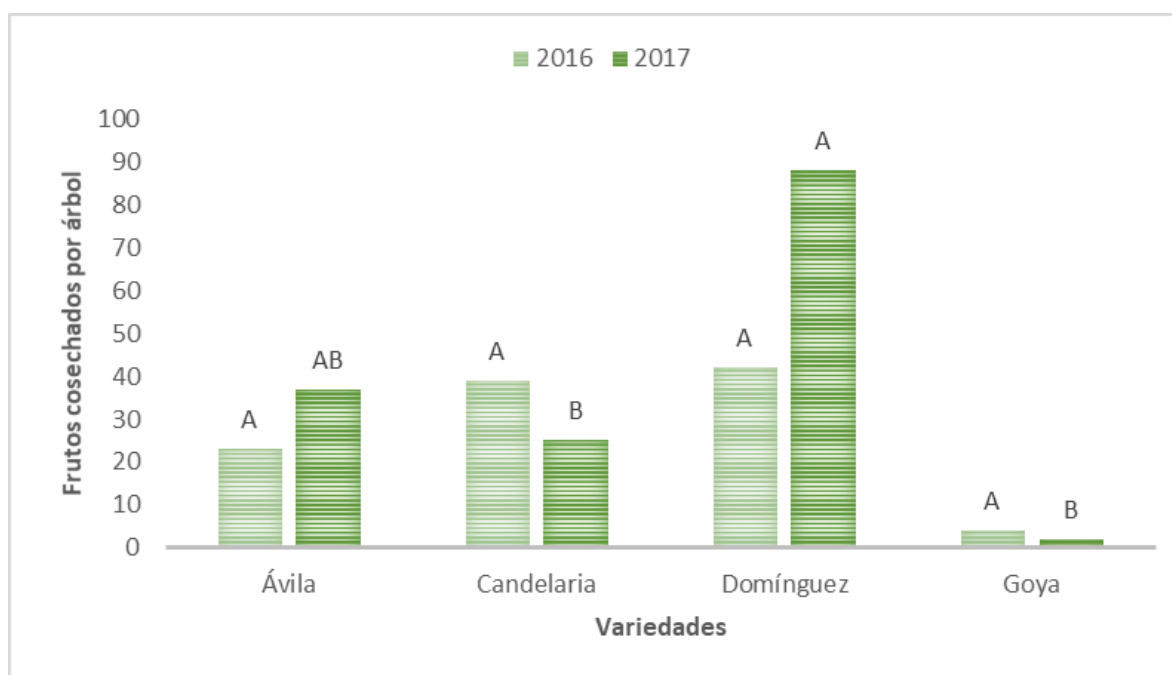
En el año 2016 no se detectaron diferencias significativas. En cambio, en el año 2017 se detectaron diferencias significativas, donde la variedad ‘Domínguez’ tuvo el promedio más alto (87.75 ± 15.30) de frutos cosechados, comparado con ‘Ávila’ (36.43 ± 9.62) o ‘Candelaria’ (24.83 ± 10.20) (Cuadro 12).

Cuadro 12. Número promedio de frutos y frutos por árbol cosechados en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2016-2017.

2016			2017	
Variedad	Promedio	Árboles cosechados	Promedio	Árboles cosechados
‘Ávila’	22.67 ± 10.71 a	3	36.43 ± 9.62 ab	6
‘Candelaria’	39.25 ± 17.44 a	8	24.83 ± 10.20 b	6
‘Domínguez’	41.86 ± 11.89 a	7	87.75 ± 15.30 a	8
‘Goya’	3.67 ± 0.88 a	3	2.33 ± 1.33 b	3

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Comparando los años 2016 y 2017, se puede apreciar que la producción en el año 2017 fue mayor que en 2016 (Figura 32), aun cuando parte de la producción de la variedad ‘Candelaria’ se perdió por los huracanes Irma y María.



Medias con una letra común en un mismo color no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Figura 32. Número total de frutos cosechados por árbol en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2016-2017.

5.2.4. Clasificación por calibres

Para esta variable en la producción total del año 2016 el calibre 3 (frutos de 500 a 699 g) predominó para las variedades ‘Ávila’ (48 frutas) y ‘Domínguez’ (198 frutas). El calibre 4 (300 a 499 g) predominó en las variedades ‘Candelaria’ (111 frutas) y ‘Goya’ (6 frutas).

Para el año 2017 las variedades ‘Ávila’ y ‘Goya’ mantuvieron la predominancia de los calibres con 42 y 5 frutas respectivamente. La variedad ‘Candelaria’ cambió de calibre 4 a 3, es decir, sus frutas aumentaron de tamaño. La variedad ‘Domínguez’ cambió de calibre 3 a 4 lo que indica los frutos redujeron tamaño, con una predominancia del calibre 4 de 435 frutas (Figura 33).

Saber la predominancia de los calibres en la producción permite establecer el mercado que se abarcará, ya que como menciona Gardiazabal (2004) el calibre, que está relacionado con el peso del fruto (Undurraga, 2007), es sumamente importante en la industria moderna. No sólo es necesario producir grandes cantidades de fruta, sino que debe ser de buen tamaño, para que el negocio sea rentable.

Cowan y colaboradores (1997) reportaron que el tamaño final del fruto está limitado por el número de células y no por el tamaño de éstas. Al depender del número de células, el calibre de la fruta es una función de la división celular, la cual es más intensa en los primeros 55 a 60 días del desarrollo del fruto. Si el árbol sufre estrés en esos dos primeros meses (por ejemplo, falta o exceso de agua, temperatura o radiación solar muy altas) la fruta pudiera tener menor tamaño final.

El tamaño del fruto de aguacate se ve afectado fuertemente por la competencia de productos de fotosíntesis. La escasez de carbohidratos afecta al calibre potencial (Wolstenholme y Whiley, 1990). En árboles con producción bienal, en un año de baja (“off”), al haber menos competencia entre los frutos, se producirán frutas de mayor tamaño (Gardiazabal, 2004; Whiley y Saranah, 1992).

El tamaño de la fruta se puede aumentar, dentro de ciertos límites, si se dan riegos más frecuentes e incrementando el volumen de agua aplicado. Según Saavedra (2000), restricciones hídricas fuertes no afectan de manera drástica el volumen de producción, pero reduce los calibres de la fruta, sobre todo si ocurre en el último período de crecimiento y maduración (Whiley, 1990). Cerca del 90% del calibre final de un fruto de aguacate está determinado a las 26 semanas después del cuajado o formación del fruto (Martínez *et al.*, 2003).

En esta investigación en Isabela se encontró que las frutas que presentaban daños por plagas tenían pesos inferiores (calibres mayores 5 o 6). Esto concuerda con lo reportado por Hoffman y Jobin-Décor (1997) y Sippel *et al.* (1992), quienes mencionan que la fruta que presenta daños suelen ser más pequeñas.

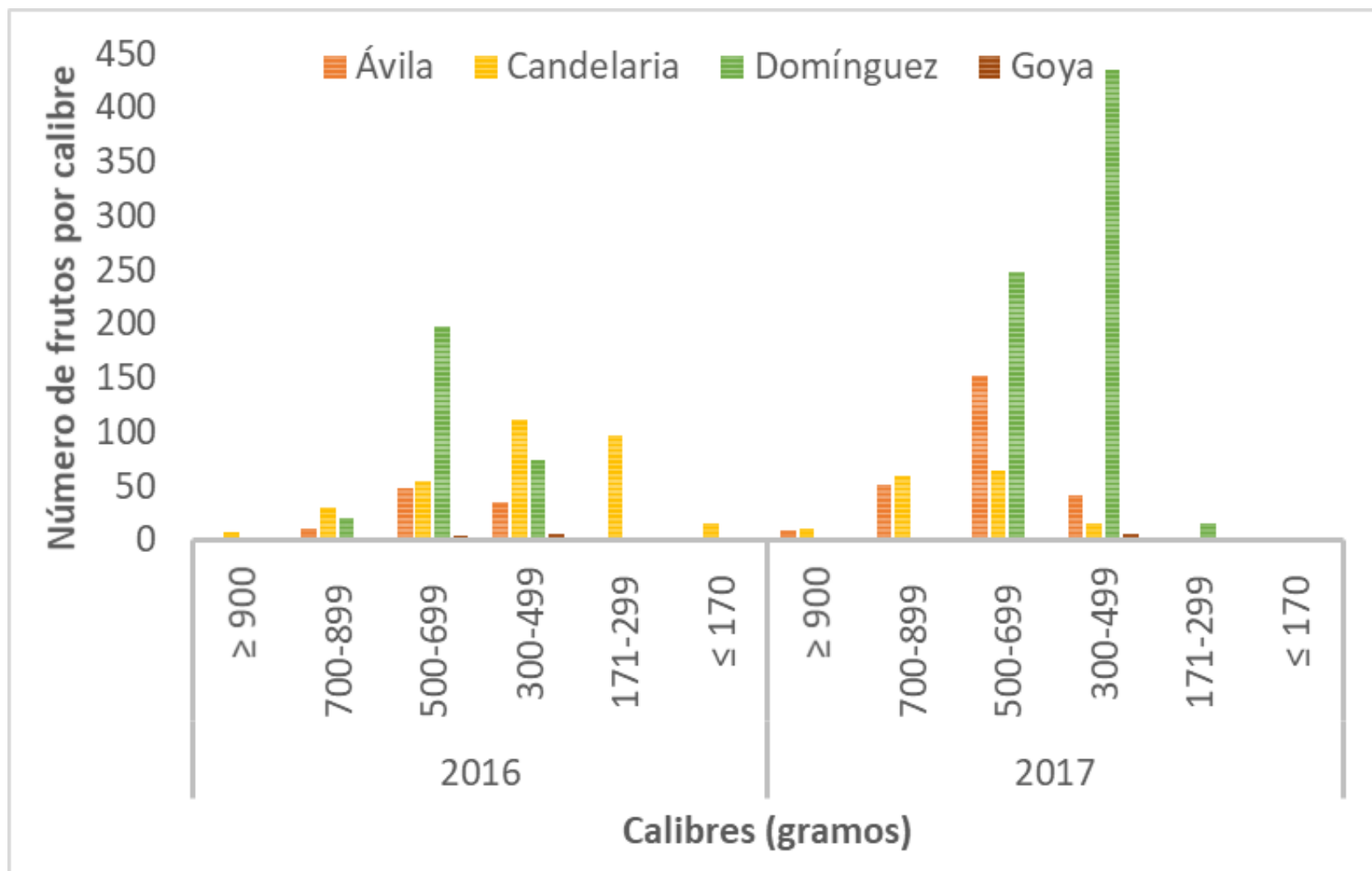
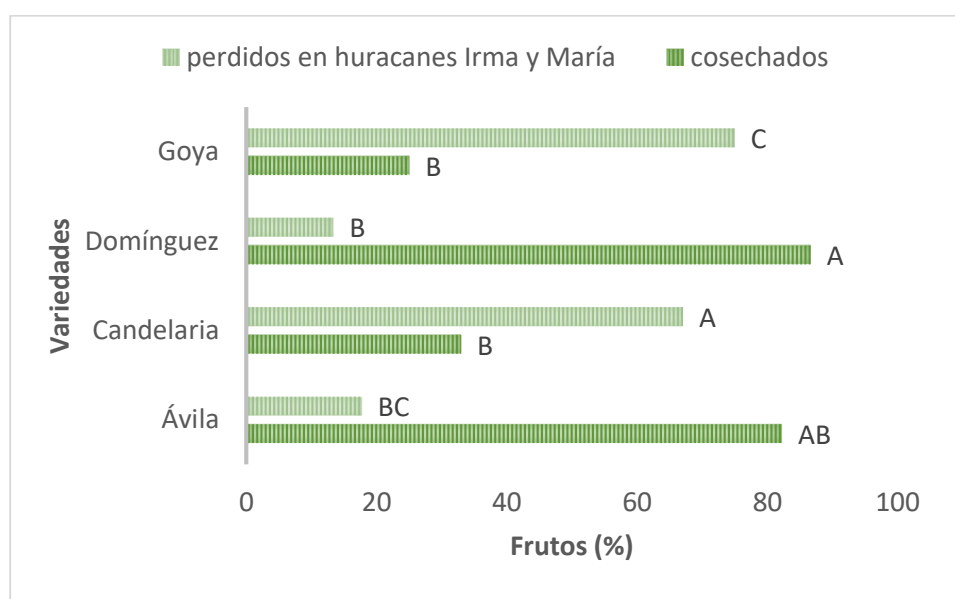


Figura 33. Clasificación por calibres de todos los frutos comerciales cosechados en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.

5.2.5. Producción de frutos por árbol

En el año 2017, la producción total de frutas de los árboles de aguacate fue afectado directamente por los huracanes Irma y María. Este último azotó la isla de Puerto Rico el 20 de septiembre de 2017. Según el *National Weather Service WFO San Juan* (2017) fue de categoría 4, con vientos sostenidos de 233 km por hora, entrando por el sureste de la isla y saliendo por la zona noroeste y dejando a su paso 1,016 mm de lluvias acumuladas.

En la Figura 34 se muestra la proporción entre frutas cosechadas en cada variedad antes de los huracanes Irma y María, con respecto a las frutas que todavía quedaban en árbol. Al iniciarse septiembre, los árboles de la variedad ‘Goya’ aún tenían cerca del 75% de la cosecha de la temporada, los de ‘Candelaria’ cerca del 67%, los de ‘Ávila’ un 18% y los de ‘Domínguez’ cerca del 13%. Todos estos frutos (y parte de los árboles) se perdieron por la acción de los fuertes vientos. Esta experiencia muestra que la cosecha de variedades como ‘Candelaria’ y ‘Goya’ son especialmente vulnerables a condiciones ambientales extremas que ocurran en el mes de septiembre, pues la mayor parte de las frutas potencialmente comerciables aún están en el árbol.



Medias con una letra común para un mismo color no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

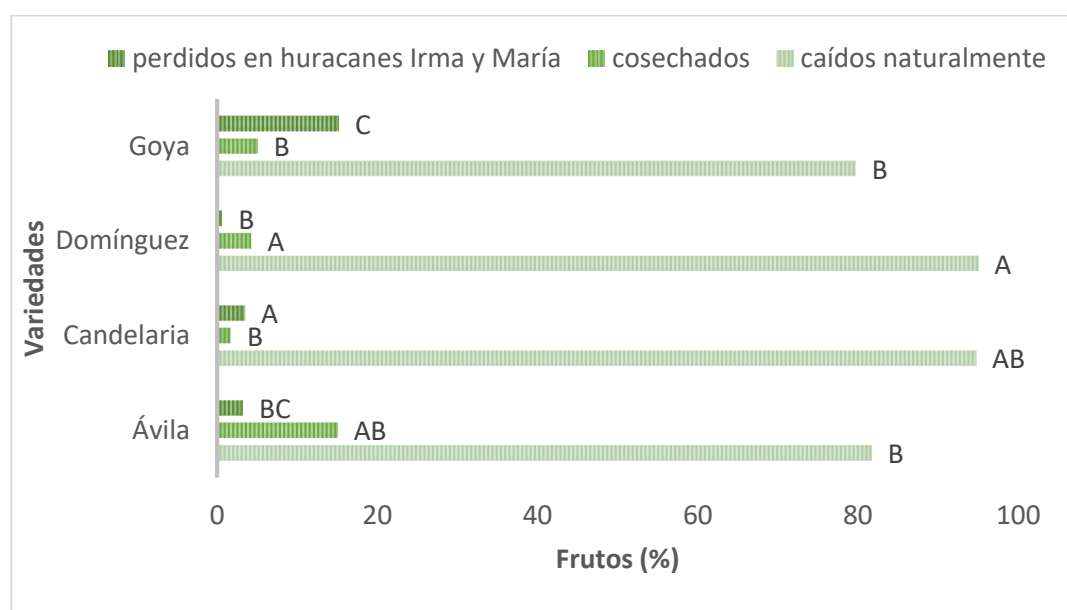
Figura 34. Porcentaje de frutas cosechada y perdida por eventos huracanados en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.

La variedad ‘Candelaria’ fue particularmente afectada al pasar los huracanes, por ser la que tenía en los árboles más frutos potencialmente comerciales por cosechar. Se esperaba que el segundo pico de cosecha de ‘Candelaria’ iniciaría aproximadamente el 26 de septiembre del 2017. Al pasar el huracán Irma, los vientos fuertes causaron la caída de muchas frutas de tamaño relativamente

grande que estaban próximas a cosecha. En la variedad ‘Goya’ el porcentaje de cuajado de frutos en 2017 fue muy bajo, por lo que, aunque por los huracanes se perdió el 75% del total de fruta producida, en números absolutos la cantidad de fruta fue minúscula comparada con la de las demás variedades.

En contraste, en el 2017 ‘Ávila’ y ‘Domínguez’ presentaron una floración más temprana que ‘Candelaria’ y ‘Goya’. Por tanto, ‘Ávila’ y ‘Domínguez’ tuvieron picos de cosecha que iniciaron en julio y agosto. En consecuencia, aunque estas variedades también tuvieron pérdidas de fruta durante los huracanes, el porcentaje de frutas que quedaba en árbol (con respecto al total producido en cada variedad) era considerablemente menor que para ‘Candelaria’ y ‘Goya’.

En la Figura 35 se resume el registro de frutas cosechadas en las cuatro variedades, mostrando las frutas caídas de forma natural a lo largo de la temporada de crecimiento de las frutas, desde el inicio de su fructificación en febrero-marzo y hasta agosto 2017. La Figura 35 muestra además, las frutas caídas por el paso de los huracanes Irma y María en septiembre 2017. La información se expresa en porcentaje promedio del número total de frutos contabilizados por árbol a lo largo de la temporada, desde floración hasta el paso de los huracanes.



Medias con una letra común para un mismo color no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Figura 35. Porcentaje de frutas perdidas por condiciones huracanadas, caídas por razones fisiológicas y cosechadas en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico. 2017.

Asumiendo unas condiciones en que las frutas perdidas en septiembre se hubieran conservado en el árbol hasta su cosecha (por ejemplo, en un año sin huracán antes de noviembre), de la Figura 35 puede inferirse que el porcentaje de frutas potencialmente cosechables (barras de color verde

intenso) hubiera sido similar para 'Ávila' y 'Goya' (cerca de 20%, con 80% de frutas caídas por razones fisiológicas antes de septiembre). En cambio, para 'Candelaria' y 'Domínguez' solamente cerca de 10% de la fruta hubiera sido cosechable y 90% caería por causas fisiológicas antes de septiembre.

En valores absolutos, sin efectos de huracanes la producción de las variedades sería: 'Domínguez' 810 frutas, 'Candelaria' 452 frutas, 'Ávila' 310 frutas y 'Goya' 28 frutas. Los valores absolutos con efectos de los huracanes fueron: 'Domínguez' 702 frutos, 'Ávila' 255 frutas, 'Candelaria' 149 frutas y 'Goya' 7 frutas. Estos valores demuestran que la variedad 'Candelaria' fue la más afectada porque perdió 67% de su producción potencial. Las variedades que tuvieron menores pérdidas de producción potencial fueron 'Ávila' con 18% y 'Domínguez' con 13%.

5.3. Características del fruto en madurez de consumo

5.3.1. Peso del fruto

En madurez fisiológica y madurez de consumo se detectaron diferencias significativas entre variedades. La variedad 'Candelaria' tuvo el mayor peso promedio mientras que 'Goya' fue la variedad que presentó los frutos con los menores pesos promedios tanto en madurez de cosecha como en madurez de consumo (Cuadro 13).

Cuadro 13. Peso de frutos en madurez fisiológica y de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017.

2016		
Variedad	Peso (g) madurez fisiológica	Peso (g) madurez de consumo
'Candelaria'	779.00 ± 35.26 a	726.40 ± 33.56 a
'Ávila'	603.00 ± 34.26 b	587.00 ± 34.16 b
'Domínguez'	533.50 ± 30.74 bc	516.50 ± 28.18 bc
'Goya'	466.00 ± 39.85 c	439.60 ± 37.47 c
2017		
Variedad	Peso (g) madurez fisiológica	Peso (g) madurez de consumo
'Candelaria'	728.50 ± 41.03 a	677.50 ± 38.73 a
'Ávila'	659.50 ± 35.04 ab	614.00 ± 34.45 ab
'Domínguez'	536.00 ± 25.01 bc	497.00 ± 23.16 bc
'Goya'	494.28 ± 18.37 c	468.00 ± 16.63 c

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.3.2. Diámetro ecuatorial y Diámetro polar del fruto

Se detectaron diferencias significativas para diámetro ecuatorial. El fruto de ‘Candelaria’ tuvo el mayor diámetro ecuatorial, superando a ‘Ávila’ y ‘Domínguez’ con 0.89 cm, mientras que a ‘Goya’ lo superó con 1.59 cm. En cuanto a la longitud del fruto (diámetro polar) no se hallaron diferencias significativas (Cuadro 14).

Cuadro 14. Diámetro ecuatorial, polar y su relación en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 - 2017.

Producción 2016				
Variables	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Diámetro ecuatorial cm (Θ)	9.28 $\pm$ 0.17 a	7.40 $\pm$ 0.14 b	9.44 $\pm$ 0.19 a	6.88 $\pm$ 0.51 b
Diámetro polar cm (Φ)	14.06 $\pm$ 0.29 a	10.84 $\pm$ 0.23 b	13.83 $\pm$ 0.60 a	11.61 $\pm$ 0.64 b
Relación longitud cm (Φ/Θ)	1.52 $\pm$ 0.02 b	1.47 $\pm$ 0.03 b	1.46 $\pm$ 0.05 b	1.73 $\pm$ 0.08 a
Relación redondez cm (Θ/Φ)	0.66 $\pm$ 0.01 b	0.68 $\pm$ 0.01 a	0.69 $\pm$ 0.02 a	0.59 $\pm$ 0.03 b
Producción 2017				
Variables	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Diámetro ecuatorial cm (Θ)	9.36 $\pm$ 0.14 b	10.25 $\pm$ 0.25 a	9.36 $\pm$ 0.20 b	8.66 $\pm$ 0.12 b
Diámetro polar cm (Φ)	15.63 $\pm$ 0.44 a	14.55 $\pm$ 0.21 a	14.63 $\pm$ 0.31 a	15.47 $\pm$ 0.60 a
Relación longitud cm (Φ/Θ)	1.67 $\pm$ 0.03 ab	1.42 $\pm$ 0.02 c	1.57 $\pm$ 0.03 b	1.79 $\pm$ 0.06 a
Relación redondez cm (Θ/Φ)	0.60 $\pm$ 0.01 bc	0.70 $\pm$ 0.01 a	0.64 $\pm$ 0.01 b	0.56 $\pm$ 0.02 c

Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Es importante señalar que los frutos de aguacate tienden a ser más alargados que redondeados. Esto se debe a que el aumento en el tamaño de los frutos de aguacate difiere de muchas otras frutas, en las cuales la división celular da una mayor contribución al aumento de tamaño del pericarpio, mientras el tamaño máximo de las células se mantiene constante. En cambio, el aguacate presenta procesos de elongación y división celular durante el crecimiento del fruto, que es del tipo simple sigmoideo (Schröder, 1987).

Como es de esperar, el diámetro ecuatorial y polar están íntimamente relacionados con el tamaño del aguacate (Martínez, 1984; Cowan, 1997). El desarrollo del tamaño del fruto aumenta su volumen, por lo cual también adquiere mayor diámetro y peso porque el crecimiento ocurre durante todo el periodo de fructificación. Presentando una alta correlación entre volumen, peso, diámetro ecuatorial y polar (Caro, 1998). Resultados semejantes encontró Martínez *et al.* (2004) que establecen que el fruto de ‘Hass’ forma cerca del 90% de su tamaño, medido en calibre, a las 26 semanas de cuajado los frutos, es decir se cumple el crecimiento del fruto simple sigmoidea característico del aguacate.

El crecimiento del fruto se ve mayoritariamente influido por el desarrollo de la parte comestible, a consecuencia de la división celular que se intensifica en el tiempo, dando lugar a una curva exponencial. Luego del máximo, decae la división y toma fuerza la elongación celular (Agustí,

2000). El desarrollo del fruto compite fuertemente con raíces y brotes nuevos, reduciendo las reservas al mínimo al momento de la caída de frutos en verano (Wolstenholme y Whiley, 1990). Para obtener frutos con tamaños exigidos por el consumidor se debe tener en cuenta los efectos ambientales, así como nutricionales del árbol que influyen sobre el tamaño y contenido de aceite en el fruto por tanto en su calidad (Palacios y Razeto, 2005).

5.3.3. Color del exocarpo (cáscara)

El color de exocarpo (cáscara) en madurez de consumo refleja diferencias significativas por variedades. Los colores más intensos (valores promedio más bajos) de tonalidad (*H), luminosidad (*L) y saturación (*C) correspondieron a la variedad ‘Candelaria’ con 75.02 ± 0.84 , 44.77 ± 0.93 y 35.77 ± 1.37 respectivamente lo que indica ; mientras que, los colores más tenues (valores promedios más altos) no fueron específicamente para una misma variedad, en el caso de tonalidad se ubicó la variedad ‘Ávila’ con 80.17 ± 1.70 *H, en luminosidad la variedad Goya con 53.25 ± 1.16 *L y en saturación la variedad ‘Domínguez’ con 44.24 ± 1.90 *C (Cuadro 16).

Transcurrida la madurez de fisiológica estos valores aumentaron ya que solo la luminosidad presentó diferencias significativas en donde los colores más intensos para tonalidad y luminosidad fueron nuevamente para la variedad ‘Candelaria’ con 80.25 ± 0.70 *H y 50.43 ± 1.35 *L respectivamente, la variante fue para saturación en donde la variedad ‘Goya’ se ubicó con 42.44 ± 2.53 *C; mientras que, para los colores más tenues la variedad ‘Goya’ se caracterizó por presentar la mayor tonalidad con 83.78 ± 1.38 *H y la mayor luminosidad con 59.41 ± 2.33 *L en tanto que, la variedad ‘Domínguez’ se caracterizó por tener la mayor saturación 45.96 ± 2.41 *C (Cuadro 15).

Cuadro 15. Promedio de tonalidad (*H), luminosidad (*L) y saturación (*C) de exocarpo en madurez fisiológica y de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.

	Variedad	Tonalidad (*H)	Luminosidad (*L)	Saturación (*C)
Madurez fisiológica	‘Ávila’	80.17 ± 1.70 a	49.97 ± 1.27 a	41.64 ± 1.91 ab
	‘Candelaria’	75.02 ± 0.84 b	44.77 ± 0.93 b	35.77 ± 1.37 b
	‘Domínguez’	79.48 ± 1.56 ab	50.64 ± 1.39 a	44.24 ± 1.90 b
	‘Goya’	79.48 ± 0.96 ab	53.25 ± 1.16 a	42.93 ± 1.72 a
Madurez de consumo	‘Ávila’	81.98 ± 2.23 a	54.91 ± 2.61 ab	43.60 ± 3.63 a
	‘Candelaria’	80.25 ± 0.70 a	50.43 ± 1.35 b	43.91 ± 1.72 a
	‘Domínguez’	84.60 ± 1.01 a	53.75 ± 1.87 ab	45.96 ± 2.41 a
	‘Goya’	83.78 ± 1.38 a	59.41 ± 2.33 a	42.44 ± 2.53 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Si contrastamos los valores de madurez fisiológica y madurez de consumo podemos notar que los valores de los componentes de la coloración (tonalidad, luminosidad y saturación) aumentan

gradualmente, es decir los colores a través del tiempo se vuelven más claros o tenues. Adicionalmente si comparamos los cambios que atravesaron los frutos hasta completar la etapa de madurez de consumo, la variedad ‘Candelaria’ tuvo un cambio de valores marcado, a diferencia de lo que ocurre con la variedad ‘Ávila’ en la que sus datos no presentaron mayor variación.

5.3.4 Color del mesocarpo (pulpa)

Al analizar el color de la pulpa en madurez de consumo con el método destructivo solo se encontraron diferencias significativas para la tonalidad. La variedad ‘Candelaria’ presentó el valor más bajo con 72.30 ± 0.68 *H y la variedad ‘Ávila’ el valor más alto con 76.23 ± 0.92 *H. Para luminosidad y saturación no se detectaron diferencias significativas; sin embargo, la variedad que obtuvo los valores más bajos fue la misma variedad ‘Candelaria’ con 56.26 ± 1.95 de luminosidad y 37.93 ± 1.61 de saturación. Los valores más altos para luminosidad correspondieron a la variedad ‘Goya’ con 62.11 ± 2.28 *L y saturación más alta para la variedad ‘Domínguez’ con 41.40 ± 1.37 *C (Cuadro 16). Con estos datos podemos aseverar que la variedad que posee la pulpa con el color más intenso u oscuro es la variedad ‘Candelaria’, mientras que la variedad ‘Goya’ presentó los colores más tenues o claros.

Cuadro 16. Promedio de tonalidad (*H), luminosidad (*L) y saturación (*C) de mesocarpo en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.

	Variedad	Tonalidad (*H)	Luminosidad (*L)	Saturación (*C)
Madurez de consumo	‘Ávila’	76.23 ± 0.92 a	60.04 ± 1.76 a	38.00 ± 1.35 a
	‘Candelaria’	72.30 ± 0.68 b	56.26 ± 1.95 a	37.93 ± 1.61 a
	‘Domínguez’	75.08 ± 1.19 ab	57.79 ± 1.99 a	41.40 ± 1.37 a
	‘Goya’	72.80 ± 1.01 ab	62.11 ± 2.28 a	38.92 ± 1.15 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.3.5. Firmeza del exocarpo (cáscara)

No se detectaron diferencias significativas para firmeza de madurez de consumo, a pesar de haber considerado tres regiones del fruto (basal, ecuatorial, apical). Esto muestra que existe una madurez homogénea en todo el fruto. A pesar de esto, se puede apreciar (Cuadro 17) que la variedad ‘Candelaria’ tuvo los mayores valores promedios, es decir, tiene la mayor dureza. En cambio, la variedad ‘Domínguez’ tuvo los valores más bajos, es decir, fue la más blanda.

Cuadro 17. Firmeza de exocarpo en madurez de consumo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016.

Variedad	Firmeza en madurez de consumo kg/cm ²			
	Región basal	Región ecuatorial	Región apical	Promedio
'Ávila'	1.89 ± 0.49 a	1.91 ± 0.54 a	1.32 ± 0.09 a	1.71 ± 0.34 a
'Candelaria'	2.17 ± 0.27 a	2.62 ± 0.56 a	2.62 ± 0.66 a	2.47 ± 0.29 a
'Domínguez'	1.73 ± 0.45 a	1.39 ± 0.24 a	1.86 ± 0.58 a	1.66 ± 0.33 a
'Goya'	1.43 ± 0.30 a	1.85 ± 0.52 a	1.88 ± 0.84 a	1.72 ± 0.49 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.3.6. Firmeza del mesocarpo (pulpa)

En todas las variedades, al llegar la madurez de cosecha la pulpa de la fruta era muy dura y firme, con valores de firmeza superiores a 10 kg/cm². En cambio, en madurez de consumo la pulpa estaba muy blanda y no se detectaron diferencias significativas entre variedades, con valores entre 0.5 y 1.0 kg/cm².

5.3.7. Tiempo a madurez de consumo

Los criterios para determinar que la fruta ya estaba de consumo fueron el cambio de color de la cascara (se tornaba más opaca), un pequeño cambio del verde brillante al verde oscuro, la caída o separación del pedúnculo, firmeza del exocarpo entre 1.1 y 3 kg/cm², y firmeza del mesocarpo entre 0.5 y 1.0 kg/cm². A temperatura de 19-21°C, el tiempo que transcurrió desde la cosecha (madurez fisiológica) hasta que los frutos eran aptos para comer como fruta fresca fue de 6 a 8 días, lo cual no fue significativamente diferente entre variedades.

Los aguacates de raza mexicana o de raza guatemalteca generalmente se pueden conservar a temperaturas entre los 5 y 10 grados centígrados, teniendo en cuenta que hay unas variedades que resisten mejor que otras la conservación en frío. 'Hass' que es la variedad más comercializada a nivel mundial se conserva muy bien a temperaturas entre 6 y 8° C (Mejía, 2011).

Las variedades de raza Antillana tienen menos tolerancia al frío en almacenamiento, lo que está relacionado con su menor contenido de aceites en la pulpa. Los resultados de experimentos realizados en Puerto Rico indican que en general, las frutas de aguacate antillano (como 'Butler') se pueden almacenar a temperaturas 0 a 4° C sin daños a la fruta, mientras que variedades con mezcla de Antillano y Guatemalteco (como las del grupo Semil) pueden almacenarse sin problema a temperaturas de 6 a 8° C (Pennock, 1959; Zauberman *et al.*, 1973).

5.3.8. Diámetro ecuatorial y polar de la semilla

Para las variables diámetro ecuatorial y diámetro polar de la semilla, se detectaron diferencias significativas para años de cosecha y variedades. En el 2016, el diámetro polar de ‘Ávila’ fue el de mayor promedio, con 7.09 ± 0.21 cm, siendo la semilla más larga y ‘Domínguez’ con el menor promedio de 5.82 ± 0.22 cm siendo la semilla más corta (Cuadro 18). En el año 2016 frutas de la variedad ‘Candelaria’ tuvieron el mayor diámetro ecuatorial con 6.06 ± 0.13 cm, presentando una redondez intermedia. En el 2016, ‘Domínguez’ tuvo el menor diámetro ecuatorial con 5.40 ± 0.16 cm, siendo la semilla más redondeada (Cuadro 18).

En el año 2017 la variedad ‘Goya’ tuvo el mayor diámetro ecuatorial, con apariencia muy redondeada. ‘Ávila’ tuvo el menor diámetro ecuatorial y el mayor promedio de diámetro polar, siendo la semilla más larga y la semilla más redonda. En cambio, ‘Domínguez’ tuvo el menor promedio de diámetro polar, siendo la semilla más pequeña.

Comparados ambos años, se pudo apreciar que la variedad ‘Domínguez’ presentó la menor variabilidad y se mantuvo como la de semilla de menor tamaño, longitud y redondez. ‘Goya’ fue el otro extremo, con la semilla de dimensiones más variable, con tamaño considerablemente mayor en el año 2017 que en el 2016. Adicionalmente, la variedad ‘Candelaria’ presentó una reducción en el tamaño de la semilla en 2017 en comparación con 2016.

Cuadro 18. Promedio de diámetro ecuatorial, diámetro polar y sus proporciones en la semilla en frutas comerciales de cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016-2017.

2016				
Variables	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Diámetro ecuatorial cm (Θ)	5.45 ± 0.17 ab	6.06 ± 0.13 a	5.40 ± 0.16 b	5.95 ± 0.20 ab
Diámetro polar cm (Φ)	7.09 ± 0.21 a	6.99 ± 0.10 a	5.82 ± 0.22 b	6.51 ± 0.29 b
Relación longitud cm (Φ/Θ)	1.31 ± 0.04 a	1.16 ± 0.03 b	1.08 ± 0.03 b	1.10 ± 0.05 b
Relación redondez cm (Θ/Φ)	0.77 ± 0.03 b	0.87 ± 0.02 ab	0.94 ± 0.03 a	0.93 ± 0.04 a
2017				
Variables	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Diámetro ecuatorial cm (Θ)	5.05 ± 0.14 b	5.48 ± 0.20 ab	5.26 ± 0.09 b	6.12 ± 0.17 a
Diámetro polar cm (Φ)	7.29 ± 0.19 a	6.89 ± 0.20 ab	6.08 ± 0.20 b	7.19 ± 0.24 a
Relación longitud cm (Φ/Θ)	1.45 ± 0.05 a	1.26 ± 0.04 b	1.16 ± 0.03 b	1.18 ± 0.07 b
Relación redondez cm (Θ/Φ)	0.70 ± 0.02 b	0.80 ± 0.02 ab	0.87 ± 0.03 a	0.86 ± 0.05 a

Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.3.9. Longitud y diámetro de la cavidad de la semilla

Para longitud y diámetro de la cavidad de la semilla se detectaron diferencias significativas entre variedades. ‘Goya’ tuvo los mayores valores promedios con un diámetro ecuatorial de 5.73 ± 0.21 cm y un diámetro ecuatorial de 8.08 ± 0.33 cm, es decir fue la cavidad de la semilla con mayores dimensiones. En tanto, la variedad ‘Ávila’ presentó el diámetro ecuatorial con el menor promedio de

5.04 ± 0.12 cm y la ‘Domínguez’ el menor promedio de diámetro polar con 6.86 ± 0.16 cm (Cuadro 19).

Así también, la variedad que presenta la cavidad de semilla con las mayores dimensiones es la variedad ‘Goya’ considerando que existe espacio libre entre semilla y mesocarpo siendo mayor el espacio longitudinal que el vertical. Para el caso de ‘Ávila’, ‘Candelaria’ y ‘Domínguez’ la cavidad de la semilla no presentó diferencias marcadas sin embargo entre ellas ‘Ávila’ presentó el menor espacio entre semilla y mesocarpo. En todas las variedades el espacio vertical libre entre semilla y mesocarpo fue mayor que el espacio longitudinal.

Cuadro 19. Promedio de diámetro ecuatorial, diámetro polar y relaciones de diámetro de la cavidad de la semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Variables	‘Ávila’	‘Candelaria’	‘Domínguez’	‘Goya’
Diámetro ecuatorial cm (Θ)	5.04 ± 0.12 b	5.44 ± 0.16 ab	5.46 ± 0.12 ab	5.73 ± 0.21 a
Diámetro polar cm (Φ)	7.63 ± 0.24 ab	7.54 ± 0.19 ab	6.86 ± 0.16 b	8.08 ± 0.33 a
Relación cm (Φ cav./ Φ sem.)	1.05 ± 0.02 a	1.10 ± 0.02 a	1.14 ± 0.04 a	1.13 ± 0.04 a
Relación cm (Θ cav./ Φ sem.)	0.70 ± 0.03 b	0.79 ± 0.02 b	0.91 ± 0.03 a	0.80 ± 0.05 ab
Relación cm (Φ cav./ Θ cav.)	1.52 ± 0.05 a	1.39 ± 0.03 ab	1.26 ± 0.02 b	1.42 ± 0.10 ab

Medias con una letra común en la misma fila no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.3.10. Grosor del exocarpo (cáscara) y mesocarpo (pulpa)

Para estas variables se detectaron diferencias significativas en los dos años de producción (Cuadro 20); en donde, la variedad ‘Candelaria’ obtuvo los mayores valores promedio para el año 2016 con 0.17 ± 0.01 cm de grosor de exocarpo y 1.99 ± 0.08 cm de grosor de mesocarpo; mientras que, en el año 2017 la variedad ‘Candelaria’ se mantuvo para grosor de mesocarpo con 1.77 ± 0.06 cm difiriendo la variedad para grosor de exocarpo con ‘Ávila’ con un promedio de 0.17 ± 0.01 cm. En tanto que ‘Goya’ fue la variedad que obtuvo los menores valores promedios en el año 2016 con 0.10 ± 0.01 cm de grosor de exocarpo y 1.15 ± 0.07 cm de grosor de mesocarpo manteniéndose en el año 2017 con 0.08 ± 0.01 cm de grosor de exocarpo y 1.21 ± 0.04 cm de grosor de mesocarpo.

Al comparar la producción de los años 2016 y 2017 se puede apreciar que los valores para grosor de exocarpo difirieron en las variedades ‘Candelaria’, ‘Domínguez’ y ‘Goya’ con 0.01 cm 0.01 cm y 0.02 cm respectivamente. ‘Ávila’ tuvo cambio de 0.03 cm de exocarpo. Todas las variedades presentaron reducción de grosor de mesocarpo, con 0.22 cm para ‘Candelaria’, 0.14 cm para ‘Ávila’, 0.3 cm para ‘Domínguez’ y 0.06 cm para ‘Goya’, pudiendo apreciarse que ‘Candelaria’ fue la variedad que tuvo la mayor variación en el grosor de mesocarpo. Finalmente, la variedad ‘Goya’ fue la que presentó menor variación de grosor de exocarpo y mesocarpo entre 2016 y 2017.

Cuadro 20. Promedio del grosor del exocarpo y mesocarpo en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 - 2017.

Variedad	2016		2017	
	Exocarpo (cm)	Mesocarpo (cm)	Exocarpo (cm)	Mesocarpo (cm)
‘Candelaria’	0.17 ± 0.01 a	1.99 ± 0.08 a	0.16 ± 0.01 a	1.77 ± 0.06 a
‘Ávila’	0.14 ± 0.01 b	1.79 ± 0.09 a	0.17 ± 0.01 a	1.65 ± 0.05 ab
‘Domínguez’	0.13 ± 0.01 b	1.74 ± 0.06 a	0.12 ± 0.01 b	1.44 ± 0.04 b
‘Goya’	0.10 ± 0.01 c	1.15 ± 0.07 b	0.08 ± 0.01 b	1.21 ± 0.04 c

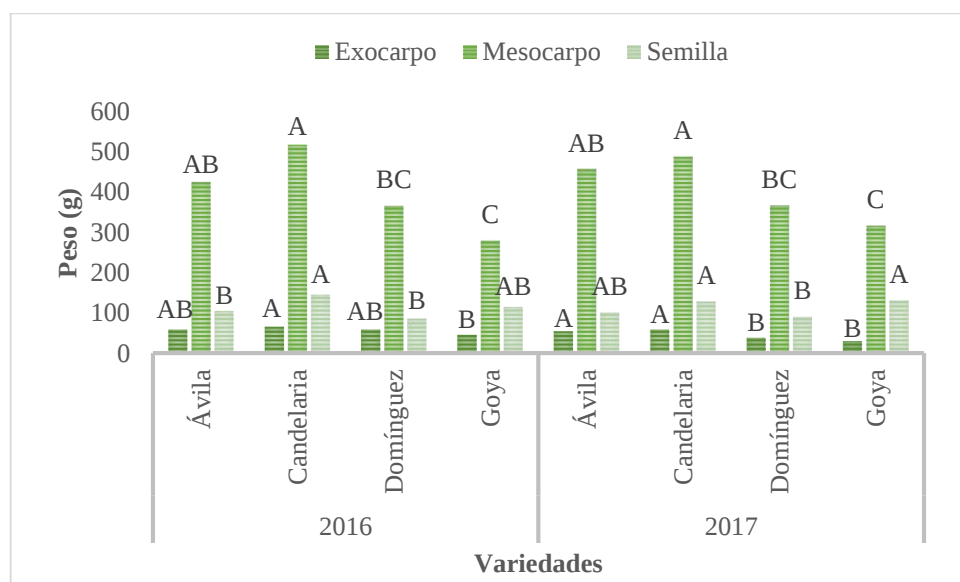
Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.3.11. Adherencias del exocarpo (cáscara) al mesocarpo (pulpa)

En estado de madurez de consumo, al retirar el exocarpo del mesocarpo, los frutos no presentaron adherencias. Es decir, en el mesocarpo (pulpa) no quedaron residuos del exocarpo (cáscara).

5.3.12. Peso de exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla

Para el peso de las partes del fruto, en la producción de los años 2016 y 2017 se encontraron diferencias significativas entre variedades. La mayor parte del peso de los frutos de aguacate fue para el mesocarpo o pulpa.



Medias con una letra común para un mismo color no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey

Figura 36. Promedio de peso de exocarpo, mesocarpo y semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 - 2017.

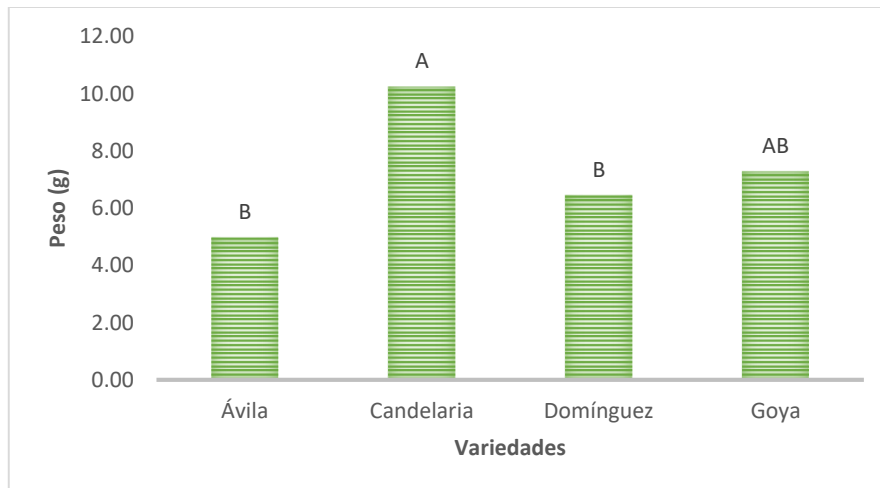
En la Figura 36 se puede apreciar que la variedad ‘Candelaria’ presentó el exocarpo y el mesocarpo con los mayores pesos promedios para los dos años, con valores para exocarpo de 65.10 ± 3.37 g y 58.22 ± 2.63 g respectivamente. Para mesocarpo los valores fueron de 516.70 ± 2.44 g y 487.3 ± 28.72 g para los años 2016 y 2017, respectivamente.

‘Goya’ presentó los menores pesos promedios: para exocarpo 45.50 ± 5.86 g y 30.25 ± 1.84 g respectivamente en 2016 y 2017. Para mesocarpo 279.90 ± 32.08 g y 316.25 ± 18.75 para la producción del 2016 y del 2017, respectivamente.

En cuanto al peso promedio de semilla, la variedad ‘Domínguez’ tuvo el menor valor para los dos años, con 86.00 ± 5.86 g y 89.98 ± 4.68 . El mayor peso promedio en el año 2016 ocurrió en ‘Candelaria’, con 144.60 ± 8.99 g. En cambio, en el 2017 la variedad ‘Goya’ fue la de semilla más pesada, con 129.83 ± 3.06 g (Figura 36).

5.3.13. Peso de la testa

Para peso de la testa se detectaron diferencias significativas; en donde ‘Candelaria’ fue la variedad que presentó la testa con el mayor peso promedio de 10.24 ± 1.15 g; mientras que, la variedad ‘Ávila’ fue la variedad que obtuvo el menor peso promedio de testa con un valor de 4.97 ± 0.15 g (Figura 37)



Medias con una letra común para un mismo color no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Figura 37. Peso de la testa de la semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017

5.3.14. Adherencia de la testa al mesocarpo (pulpa) y semilla

Al momento de extraer la semilla del fruto en las cuatro variedades no se observaron adherencias o residuos de la testa en la pulpa; sin embargo, al momento de retirar la testa de la semilla

la variedad ‘Candelaria’ presento una adherencia de ligera a intermedia ya que en la semilla quedaban residuos de la testa; para el caso de ‘Goya’ y ‘Ávila’ la adherencia fue ligera; mientras que, la variedad ‘Domínguez’ no presento adherencias por lo que la testa se desprendió fácilmente sin dejar residuos en la semilla.

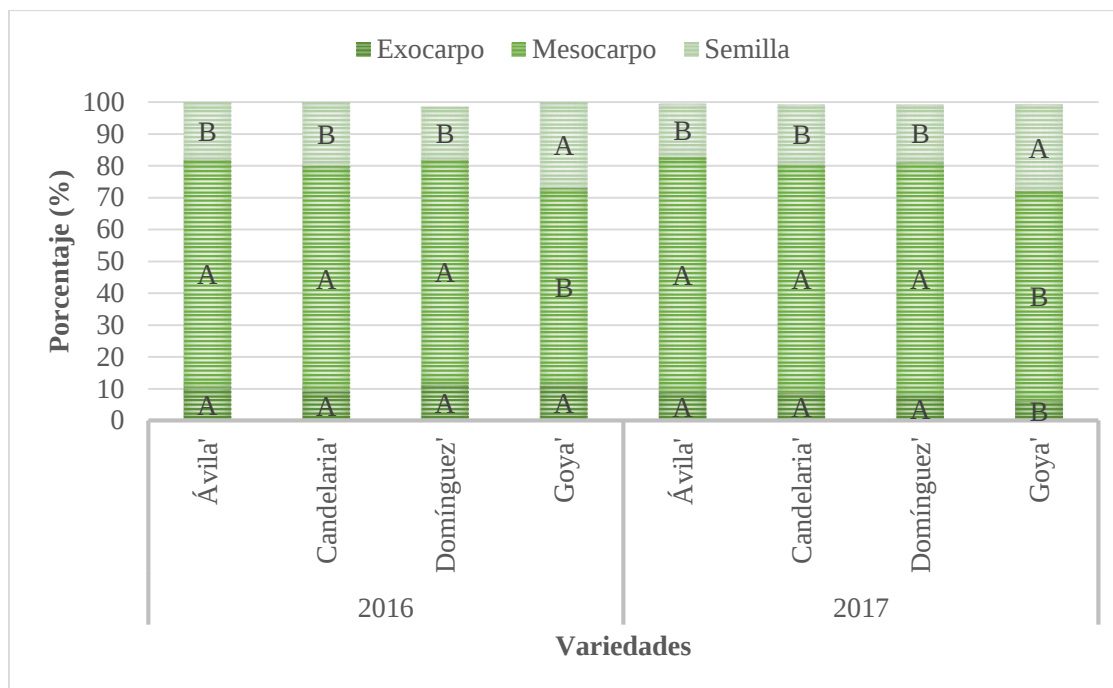
5.3.15. Porcentaje de exocarpo (cáscara), mesocarpo (pulpa) y semilla

Para la producción del año 2016 y 2017 las cuatro variedades presentaron un alto porcentaje de mesocarpo (pulpa), siendo ‘Ávila’ la variedad que en ambos años tuvo el porcentaje (promedio de 72.97%). ‘Goya’ tuvo el menor porcentaje en ambos años con un promedio de 64.01% (Figura 38). Flores (2011) reportó que en variedades comerciales generalmente el peso de la pulpa es mayor que el peso de la semilla y el exocarpo. Después de la pulpa, la semilla fue la parte más pesada de la fruta. ‘Goya’ tuvo el mayor porcentaje de peso de semilla en ambos años.

En cuanto al porcentaje de exocarpo en el peso total de la fruta, el valor que difirió entre las variedades en ambos años de producción, entre 6 a 12% para todas las variedades. En el año 2016 la variedad ‘Domínguez’ obtuvo el mayor porcentaje promedio para exocarpo con un valor de $11.40 \pm 0.68\%$; mientras que ‘Candelaria’ el menor porcentaje con $9.10 \pm 0.61\%$. Esta información es similar a lo reportado por Oleata y Rojas (1987) y por Oleata y Undurraga (1995), que indican que los porcentajes de peso para semillas y cáscara fluctúa entre 37 y 3% siendo la variedad ‘Fuerte’ (híbrido de Mexicano x Guatemalteco), que se caracteriza por presentar porcentajes bajos de exocarpo y semilla (Figura 38).

Para mesocarpo y semilla se detectaron diferencias significativas, en donde ‘Goya’ obtuvo el menor porcentaje de mesocarpo con $62.11 \pm 2.87\%$ y el mayor porcentaje promedio de semilla con un valor de $26.80 \pm 2.45\%$. En el año 2017 la variedad que se diferenció notablemente para el porcentaje de pesos fue ‘Goya’, pues para exocarpo ($6.25 \pm 0.48\%$) y mesocarpo ($65.60 \pm 1.66\%$) tuvieron los menores pesos promedios y el peso de la semilla ($27.25 \pm 1.37\%$) fue el menor peso promedio comparado con las otras tres variedades.

En contraste, ‘Ávila’ tuvo los pesos promedios mayores para exocarpo de $8.90 \pm 0.38\%$ y mesocarpo $74.01 \pm 1.03\%$, mientras que la semilla, con un porcentaje promedio de $16.62 \pm 0.84\%$ fue la menor comparada con las otras variedades (Figura 38).



Medias con una letra común para un mismo color no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

Figura 38. Porcentaje de exocarpo, mesocarpo y semilla en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017.

5.3.16. Peso perdido de madurez fisiológica a madurez de consumo

Los frutos obtenidos en las dos cosechas tuvieron un comportamiento totalmente diferente. Como se aprecia en el Cuadro 21, en el año 2016 las pérdidas de peso fueron más bajas que en 2017, siendo 'Ávila' y 'Domínguez' las variedades que perdieron la menor cantidad de peso. 'Candelaria' y 'Goya' fueron las que tuvieron una mayor pérdida de peso. En el año 2017 no se detectaron diferencias significativas entre variedades y todos los frutos tuvieron marcadas pérdidas de peso, fluctuando entre aproximadamente 7.5 y 10% de peso perdido (Cuadro 21).

Cuadro 21. Peso perdido de madurez fisiológica a consumo en porcentaje, total y por día en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2016 – 2017.

Peso perdido de Madurez fisiológica a consumo 2016			
Variedad	Por día (g)	Total (g)	Porcentaje (%)
'Ávila'	2.00 ± 0.16 c	16.00 ± 1.25 c	2.81 ± 0.27 b
'Candelaria'	6.58 ± 0.37 a	52.60 ± 2.96 a	7.29 ± 0.36 a
'Domínguez'	2.21 ± 0.26 c	16.00 ± 1.80 c	3.14 ± 0.35 b
'Goya'	3.58 ± 0.48 b	28.60 ± 3.81 b	6.67 ± 0.81 a
Peso perdido de Madurez fisiológica a consumo 2017			
Variedad	Por día (g)	Total (g)	Porcentaje (%)
'Ávila'	5.18 ± 0.24 a	45.50 ± 2.17 a	7.58 ± 0.48 a
'Candelaria'	6.05 ± 0.44 a	51.00 ± 4.76 a	7.63 ± 0.64 a
'Domínguez'	4.88 ± 0.35 a	39.00 ± 2.77 a	7.86 ± 0.48 a
'Goya'	5.63 ± 0.20 a	45.00 ± 1.58 a	9.65 ± 0.39 a

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

5.4. Incidencia de daño de plagas

El follaje del aguacate tiene un comportamiento que depende de la etapa fenológica en que se encuentre, ya que el árbol puede defoliarse de forma natural cuando renueva ramas y las hojas verdes han cumplido su ciclo (Avelar, 2003). Este comportamiento puede proyectarse en la presencia y daño de plagas del follaje.

En la Figura 39 se muestra que las variedades estudiadas en Isabela tuvieron menor severidad del daño por plagas en las hojas en las fechas cercanas a la floración completa de los árboles, pues en algunas variedades, una vez culminada la floración e iniciado el crecimiento de los frutos, sigue la caída de casi todas las hojas y luego brotan hojas nuevas que por un tiempo no tiene daño por plagas o por enfermedades. Posteriormente, conforme avanzaba el tiempo, era evidente que el daño causado por plagas estaba presente en las hojas e iba en aumento mientras más tiempo transcurría.



Figura 39. Daño de chinche ala de encaje *Pseudacysta perseae* en hojas de cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Si se compara la severidad de daño de *Pseudacysta perseae* en las hojas antes y después de la defoliación natural, se puede apreciar en la Figura 38 que la variedad ‘Candelaria’ se caracterizó por tener niveles similares antes de la defoliación natural y después de la misma. Las variedades ‘Ávila’ y ‘Domínguez’ presentaron daños mayores antes de la defoliación natural que los danos registrados en el follaje que se formó posteriormente. En cambio, ‘Goya’ presentó hojas con menores daños antes de la defoliación natural y más daños en las hojas desarrolladas después de la defoliación natural. Estas diferencias pueden ser importantes para establecer programas de manejo de plagas en cada variedad.

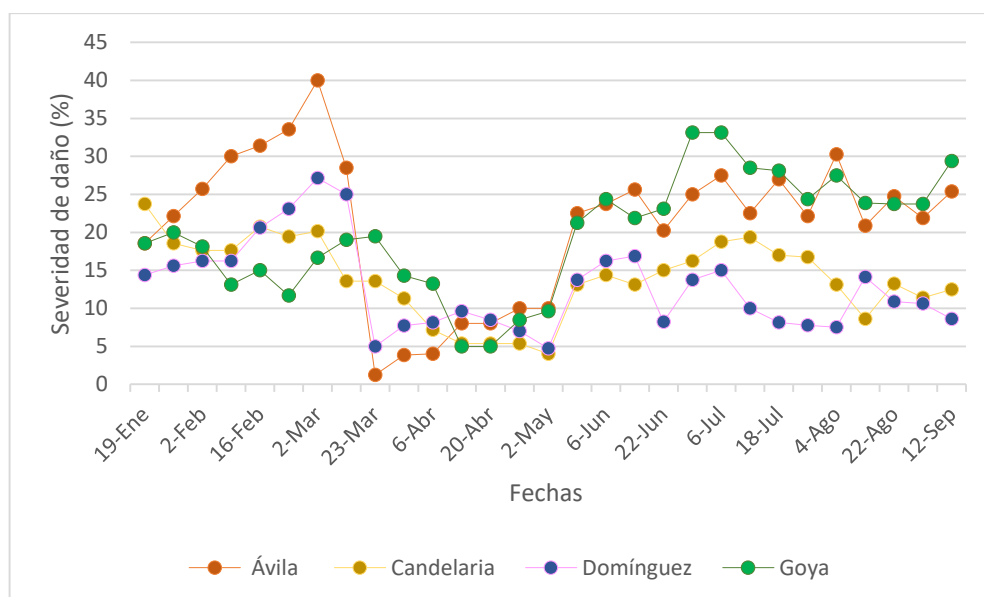


Figura 40. Severidad de daño de plagas y enfermedades en cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

5.5. Análisis sensorial

Referente a la compra de los frutos, los panelistas dijeron que principalmente acuden a los supermercados (33.93%) y mercados agrícolas (32.14%), ya que consumen la fruta entre una (46.43%) y dos veces por semana (39.29%). Al momento de la elección de los frutos, la calidad aparente (color de la cáscara) tiene mayor importancia que el precio al que se ofrezca el producto. Sin embargo, al momento de pagar el producto se basan en parámetros comparativos (tamaño y peso) con variedades populares en la isla como ‘Wilson Popenoe’, para la cual mencionan que el precio máximo que pagarían es de \$3 por fruta (Figura 41).

Tomando en cuenta tamaño y peso de la fruta, el 46% de los panelistas tuvieron una preferencia muy alta por ‘Ávila’, de modo que 57% de ellos estaban dispuestos a pagar hasta \$3 por fruta. En segundo lugar (alto grado de preferencia) estuvo la variedad ‘Candelaria’ por la que 46% pagarían \$3 tres dólares por fruta. En cambio, la preferencia para ‘Goya’ fue baja, ya que el 71% de los panelistas dijo de primera intención no comprarían fruta de esta variedad, pero que si lo hicieran el 46% pagaría un máximo de \$1 por fruta (Figura 41).

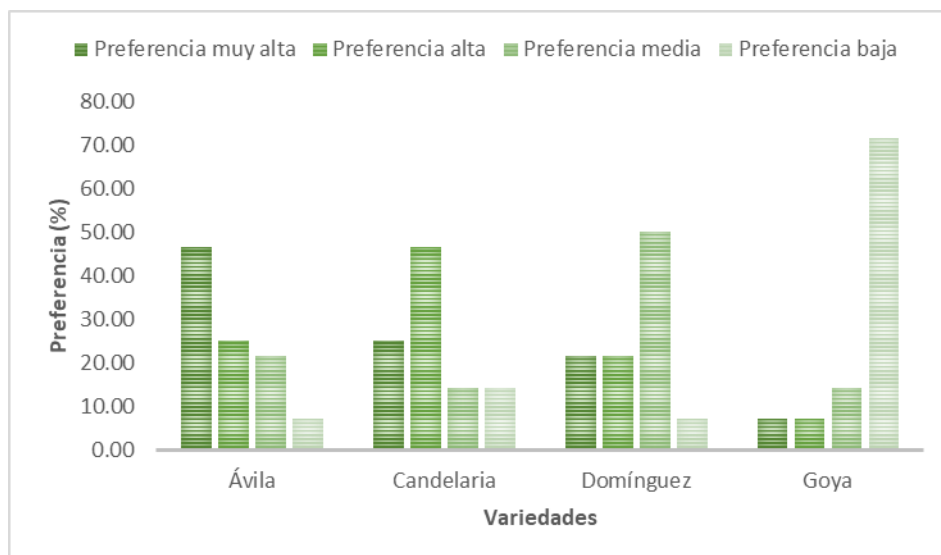


Figura 41. Porcentajes de preferencia de compra de frutos enteros de cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

En lo que respecta a las características organolépticas, al momento de degustar las cuatro variedades los panelistas determinaron que la variedad ‘Candelaria’ era ‘muy agradable’ en los parámetros de color y apariencia de la pulpa con valores de 67.86% y 57.14% respectivamente. Para la variedad ‘Ávila’ el sabor fue ‘muy agradable’ con 53.57% y la textura ‘agradable’ con 46.43%. Por último, la variedad catalogada con ‘olor agradable’ fue ‘Goya’ con un valor de 67.89% (Cuadro 22).

Cuadro 22. Promedios de características organolépticas de trozos de cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.

Variedad	Características organolépticas				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia
‘Ávila’	2.13±0.69 ab	2.13±0.59 a	1.98±0.74 a	2.30±0.72 a	1.89±0.74 a
‘Candelaria’	1.96±0.79 a	2.30±0.63 ab	2.30±0.90 ab	2.30±0.83 ab	2.05±0.83 ab
‘Domínguez’	2.48±0.63 bc	2.66±0.77 bc	2.63±0.79 bc	2.34±0.77 abc	2.46±0.82 bc
‘Goya’	3.43±0.91 d	2.91±0.55 c	3.09±0.84 c	3.05±0.96 d	3.59±0.81 d

Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0.05$) determinado con la prueba de Diferencia Mínima de Tukey.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los árboles de la variedad ‘Goya’ se caracterizaron por tener copa de forma semicircular y ser la de mayor de circunferencia con patrón de ramificación intensivo y extensivo, de tronco rugoso. Aunque lucieron con mejor vigor que las otras variedades, su producción de frutos en los dos años de evaluación fue baja. Los árboles de las variedades ‘Ávila’, ‘Candelaria’ y ‘Domínguez’ tuvieron buen vigor visual y productividad en ambos años de producción.

Las hojas de las variedades ‘Ávila’, ‘Candelaria’ y ‘Domínguez’ tuvieron forma oblongo-lanceolada, presentaron un tono de color verde más claro y un promedio de peciolo de 2.50 cm. En contraste la variedad ‘Goya’ tuvo hojas lanceoladas de color verde intenso, con peciolo de 1.96 cm de longitud. La variedad ‘Domínguez’ tuvo las hojas más grandes y el mayor número de nervaduras secundarias; la variedad ‘Goya’ tuvo las hojas más pequeñas.

La floración para las cuatro variedades inicio entre el 19 y 26 de enero, las temperaturas medias son menores al resto del año, favoreciendo el proceso de floración. La variedad ‘Ávila’ mantuvo el periodo de floración más largo y ‘Goya’ el menor periodo. La variedad ‘Domínguez’ tuvo el mayor número de flores en los árboles. Se observó que las variedades ‘Ávila’, ‘Candelaria’ y ‘Goya’ tuvieron floración tipo A, mientras que ‘Domínguez’ tuvo floración tipo B. Las variedades con flor tipo B son más escasas en Puerto Rico, por lo que ‘Domínguez’ (tipo B) pudiera ser considerada para polinizar otras variedades más sembradas en la isla y que tienen floración tipo A.

La producción en dos años de evaluación (2016 y 2017) fue mayor en el segundo año (2017). La variedad con la mayor producción fue ‘Domínguez’ y la variedad con la producción más baja ‘Goya’. La alta productividad de frutas en ‘Domínguez’ pudiera estar relacionada con el hecho de que también tuvo el valor más alto de producción de flores.

Los rangos de peso (calibres) predominantes fueron los calibres 3 (500 g a 699 g) y 4 (300 g a 499g). ‘Candelaria’ y ‘Ávila’ fueron las variedades que presentaron frutos con calibres de alto peso, mientras que ‘Domínguez’ y ‘Goya’ tuvieron frutas con un calibre intermedio o mediano.

El tiempo entre cosecha (madurez fisiológica) y maduración de consumo no fue diferente entre variedades y fue de aproximadamente una semana.

Todas las variedades estudiadas presentaron daños en las hojas por *Pseudocysta perseae*, siendo Ávila la variedad más afectada y ‘Domínguez’ la variedad menos afectada por esta plaga foliar. Ya que esta es una de las principales plagas de aguacate en Puerto Rico y en otros lugares tropicales, se recomienda continuar investigaciones para determinar las razones por las que ‘Domínguez’ fue menos dañada que otras variedades. Se pudiera considerar a ‘Domínguez’ como fuente potencial de tolerancia a chinche de alas de encaje en programas de mejoramiento genético de aguacate.

La variedad ‘Ávila’ fue la de mayor aceptación para los consumidores, quienes indicaron preferencias marcadas por su tamaño, color de cáscara, sabor y la mejor opción en cuanto a selección para ser comprada. Sin embargo y no menos importante la variedad ‘Candelaria’ llamó mucho la atención de los panelistas por su color verde intenso en la cáscara y su forma esferoide alargada. Se deberían seguir investigaciones de campo y poscosecha con ambas variedades, por su potencial de mercado.

7. LITERATURA CITADA

Agustí, M. 2000. Crecimiento y Maduración del Fruto. In: Azcon-Bieto, J.; Talón, M. eds. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Barcelona, McGraw Hill Interamericana. España. Pp. 419-434.

Alcaraz, M., J. Rodrigo & J. Hormaza. 2011. Implications of starch content in the flower at anthesis on final fruit set in avocado. p 7. En: Memorias VII World Avocado Congress. Cairns, Australia.

Avelar, V. H. 2003. Guía técnica del cultivo del aguacate. Eds. JE de León, M Lizano y FA Alas. Nueva San Salvador, SV. Editorial MAYA. 69 pp.

Bernal, J., Díaz, C., Tamayo, A., Córdoba, O., Londoño, M., & M. Londoño. 2005. Manual Técnico 5. Tecnología para el Cultivo del Aguacate. CORPOICA, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. 242 pp.

Blumenfield, A., Gazit, S. & Argaman, E. 1983. Factors involved in avocado productivity. Volcani Center, Israel, Spec. Publ. No. 222:84–85.

Bower, J. P., Lovatt, J. C., Cutting, J. G. M., & M. M. Blanke. 1990. Interaction of plant growth regulator and carbohydrate in flowering and fruit set. Acta Hort. 275:425–434.

Brunet, F. 2001. Evaluación técnica de cinco sistemas de poda de árboles adultos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la zona de Quillota. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 144 pp.

Bruwer, A., & P. Robbertse. 2003. Flowering of avocado (*Persea americana* Mill.) as influenced by gibberellic acid treatments. En: Proc V World Avocado Congress. Málaga, España: Consejería de Agricultura y Pesca. pp. 227-230.

Cabrera, C., Olivero, S., Delgado, M., González, J., & J. Pérez. 2000. Determinación de las coordenadas CIELab y otros parámetros influyentes en el color en vinos tintos de las Islas Canarias. Jornadas Técnicas Vitivinícolas Canarias. España. p. 1-9.

Can-Alonzo, C., Quezada-Euán, J., Xiu-Ancona, P., Moo-Valle, H., Valdovinos, G & S. Medina-Peralta 2005. Pollination of ‘criollo’ avocados (*Persea americana*) and the behaviour of associated bees in subtropical Mexico. Journal of Apicultural Research 44:3-8.

Caro, N. 1998. Estudios de índices de madurez en frutos de palto (*Persea americana* Mill.) var. Hass en distintas localidades de Chile. Doctoral dissertation, Tesis Ing. Agr. Santiago, Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 58pp.

Casassa, F., & S. Sari. 2006. Aplicación del Sistema Cie-Lab a los vinos tintos. Correlación con algunos parámetros tradicionales (*). Revista Enología N°III. Noviembre diciembre. p.1-10.

CEI RD (Centro para la Exportación e Inversión de la República Dominicana). 2011. Perfil Económico del Aguacate. República Dominicana. p. 22.

Coggins, C. 1986. Feasibility of using fruit size and percentage dry weight to predict maturity. California Avocado Society Yearbook 68: 145-160.

Cossio-Vargas, L. E., Salazar-García, S., González-Durán, I. J. L., & R. Medina-Torres. 2007. Modelos de predicción de la determinación irreversible a la floración en los aguacates 'Booth-8' y 'Choquette'. VI Congreso Mundial de la Palta-Aguacate-Avocado. Viña del mar, Chile, 12 al 16 noviembre. Memorias, 3d-127, 11 pp.

Cowan, A. 1997. Why are small Hass fruit small? South African Avocado Growers' Association Yearbook. 20: 52-54.

Crane, J., Schaffer, J.B., Evans, E., Montas, W., & C. Li. 2007. Trees, n. O. A. Efecto de ácidos y sulfato ferroso aplicados foliarmente en la nutrición de hierro en aguacates. Proceedings VI World Avocado Congress (Actas VI Congreso Mundial del Aguacate) 2007. Viña Del Mar, Chile. 12 – 16 Nov.2007. ISBN No 978-956-17-0413-8.

Cristoffanini Bonino, L. P. 1996. Caracterización de la floración en paltos (*Persea americana* Mill) cvs. Fuerte, Gwen, Whitsell y Esther. Quillota, Chil. 81 pp.

Davenport, T. 1986. Avocado Flowering. Horticultural Reviews. 8, 257-289.

Davie, S. J., Van Der Walt, M. & P. J. Stassen. 1995. A study of avocado tree carbohydrate cycles to determine ways of modifying alternate bearing. World Avocado Congress III. Program Book of Abstracts. Tel Aviv, Israel.

Departamento de Agricultura de Puerto Rico. 2017. Estadísticas agrícolas de 2014-2015. <http://www2.pr.gov/agencias/Agricultura/estad%C3%ADsticas/Documents/INGRESO%20BRUTO%20AGRICOLA.pdf>. Revisado en junio 18, 2017.

Dixon J. 2007. Shoot growth $\pm$ 'Hass' avocado trees in 'on' and 'of' flowering years in the Western Bay of Plenty. En: Annual Research Report of New Zealand Avocado Growers Association. New Zealand. pp. 41-48.

Di Rienzo, J. F., Casanoves, M. G., & L. Balzarini. 2016. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 2016.

Dixon, J. & D. Sher. 2002. Pollination of avocados. Annual Research Report of New Zealand Avocado Growers Association. 2, 31-40.

EEA (Estación Experimental Agrícola). 1998. Conjunto tecnológico para la producción de aguacates. Recinto Universitario de Mayagüez, Colegio de Ciencias Agrícolas. Estación Experimental Agrícola, Boletín 112. Río Piedras, Puerto Rico. 23 pp.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2017. World Banana Forum. <http://www.fao.org/wbf/en/>. Revisado junio 18, 2017.

FAOSTAT (Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics). 2017. Statistics for avocado. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Revisado junio 2017.

Flores Morán, W. R. 2011. Caracterización morfoagronómica in situ de aguacate criollo (*Persea americana* Miller) adaptado a la zona costera de El Salvador y su incidencia en la selección de germoplasma promisorio. Doctoral dissertation, Universidad de El Salvador.

Gardiazábal, F., F. Mena & C. Magdahl. 2007. Efecto de la fertilización en base a N-P-K-Ca-Mg-B-Zn en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sobre su desarrollo, productividad y postcosecha de la fruta. pp. 12. En: Proceedings VI World Avocado Congress. Viña Del Mar, Chile.

Gazit, S. & C. Degani. 2002. Capítulo 5: Reproductive Biology. pp. 103-131. En: Wiley, A., Schaffer, B.; Wolstenholme, B. (ed.). The avocado, botany, production and uses. Primera edición. CABI Publishing, Londres.

Goldschmidt, E. E. & A. Golomb. 1982. The carbohydrate balance of alternative-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:06-208.

Hernández, A. 2013. Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Revista Bio Ciencias 2: 113-118.

Hofman, P. & M. Jobin-Décor. 1997. Australian Avocado Grower's Federation, Inc. and NZ Avocado Growers Association. Avocado fruit sampling procedures affect the accuracy of the dry matter maturity test. 23- 26 September. 1997. pp 76-82.

Ibar, L. 1979. Cultivo del Aguacate, Chirimoya, Mango, Papaya. Editorial AEDOS. Barcelona, España. 171 pp.

Ibar, L. 1986. Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango, y papayo. 3a Edition. Barcelona. Edit. Aedos. España. 175 pp.

IPGRI. 1995. Descriptores para aguacate (*Persea* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos International, Roma, Italia. p. 60.

Lahav, E., & S. Gazit. 1994. World listing of avocado cultivars according to flowering type. Fruits (France).

Lee, S. & R. Young. 1983. Growth measurement as an indication of avocado maturity. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108:395-397.

Lovat, C. 2006. Eliminating Alternate Bearing of the 'Hass' avocado. En: Proceedings of the California Avocado Research Symposium, Riverside, CA: University of California. pp. 127-142.

Macas, G., León, J., & F. Romero. 2013. Estudio de las características de calidad pre y poscosecha en dos variedades de aguacate (*Persea americana* Mill.) provenientes de dos localidades de la provincia de Pichincha. Tesis Ingeniera agrónoma. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH. p. 1-276.

Martínez, O. 1984. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad en frutos de palto cvs. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte y Hass. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 83pp.

Martínez, R., Martínez, J., Martínez-Valero, R. & J. Martínez. 2003. Contribución al estudio de la evolución del crecimiento del fruto del cvr Hass (*Persea americana* Mill.) con respecto al tiempo en las condiciones ecológicas del área de Motril (Granada, España). Proceedings of the V World Avocado Congress. 257-261.

Mejía, E. 2011. Cartilla de Aguacate (*Persea americana* Mill.), Colombia. p. 43

- Morton, J. F. 1987. Fruits of warm climates. Creative Resource Systems, Inc. Miami, Florida.
- Munsell. 2012. Color plant Tissue Color Book. Grands Rapids, Michigan. Estados Unidos.
- Olaeta, J. A. & P. Undurraga. 1995. Fresh Avocado pulp (*Persea americana* Mill.) stored under modified atmosphere using CO₂ and N₂. III World Avocado Congress Tel Aviv. Israel October. ISHS Proceedings 370-372.
- Olaeta, J. A. & M. Rojas. 1987. Effect of cultivar and maturity on quality of frozen avocado pulp. South African Avocado Growers Association 10:163-164
- Ortiz, B., Sámano, M., & R. Reyes. 2003. Secado con bomba de calor para la deshidratación de frutos. Tesis Licenciatura. Ingeniería Química con área en Ingeniería de Procesos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. México.
- Padilla, C. 2009. Relación entre la madurez aparente al cosechar y la calidad post-cosecha de cultivares de melocotón *Prunus persica* (L). Batsch con bajo requerimiento de horas frío en Puerto Rico. Tesis para el grado de Maestría en Ciencias. Puerto Rico. pp. 1-102.
- Palacios, J. & B. Razeto. 2005. Efecto de la clorosis férrica en el tamaño y la concentración de aceite en el fruto del palto (*Persea americana* Mill.), Agricultura Técnica, (on line). http://scielo-test.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-28072005000100013&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Paz-Vega, S. 1997. Alternate bearing in the avocado (*Persea americana* Mill.). California Avocado Society Yearbook 81:117-148.
- Pennock, W., T. Soto, R. Abrams, R. Gandía Caro, A. Pérez & G. C. Jackson. 1963. Variedades selectas de aguacates de Puerto Rico. Boletín 172. Estación Experimental Agrícola. Universidad de Puerto Rico. Rio Piedras, Puerto Rico. 59 páginas.
- Pérez Rivera, R. A. 1986. Evaluación de veinte cultivares criollos de aguacate. San Andrés, El Salvador. CENTA (Centro de Tecnología Agrícola). Boletín no. 17. 62 pp.
- Rodríguez, E. 2015. Caracterización morfológica y evaluación de la resistencia de materiales criollo de aguacate (*Persea americana* Mill.) a la pudrición radical del aguacate *Phytophthora cinnamomi* Rands en el Centro de Investigación Palmira de Corpoica. Tesis sometida para optar por el grado de Magister en Ciencias Agrícolas. Universidad Nacional de Colombia. p. 1-82.
- Romero, M., Rebolledo, A., & D. Cayón. 2012. Comportamiento fisiológico del aguacate (*Persea americana* Mill.) Variedad Lorena en la zona de Mariquita, Tolima. Universidad Nacional de Colombia. Tesis para optar por Master en Ciencias en Fisiología de cultivos.
- Saavedra, S. 1995. Evolución de parámetros físico-químicos y sensoriales en paltas cultivares Hass, Gwen y Whitsell. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. 59 pp.
- Salazar-García, S., Lord, E. M., & C. J. Lovatt. 1998. Inflorescence and flower development of the 'Hass' avocado *Persea americana* Mill. during "on" and "off" crop years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123:537-544.

Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., Lovatt, C. J., González-Durán, I. J. L., & M. H. Pérez-Barraza. 2006. Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado. *HortScience* 41:1541-1546.

Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., González-Durán, I. J. L., & C. J. Lovatt. 2007. Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en un clima semicálido. Parte II. Generación y validación de modelos de predicción del desarrollo floral. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13:93-101.

Salazar-García, S., Cossio-Vargas, L. E., y González-Durán, I. J. L. 2009. Validación de modelos de predicción del desarrollo floral del aguacate 'Hass' desarrollados para Nayarit, en varios climas de Michoacán. *Revista Chapingo. Serie horticultura* 15:281-288.

Santamaría Basulto, F., Díaz Plaza, R., Sauri Duch, E., Espadas, Gil, F., Santamaría Fernández, J. M., & A. Larqué Saavedra. 2009. Características de calidad de frutos de papaya Maradol en la madurez de consumo. *Agricultura Técnica en México*, 35:347-353.

Scora, R., Wolstenholme, B & U. Lavi. 2002. Capítulo 2. Taxonomy and Botany. pp. 25-45. En: Whiley, A., B. Schaffer y B. Wolstenholme (ed.). *The avocado, botany, production and uses*. Primera edición. CABI Publishing, Londres.

Sippel, A., Conradie, W. & J. Claassens. 1992. Growth rates of Pinkerton fruit. *South African Avocado Growers' Association Yearbook* 15:72-74.

Schroeder, C. 1987. Physiological gradients in fleshy pericarp of avocado. *South African Avocado Growers Assoc. Yearbook*. 10:16.

Simons, J. S. 1935. Plant Propagation Station: General Remarks. Estación Experimental Agrícola. Reporte anual 1934-1935. Universidad de Puerto Rico.

Terrasa, A., Tomás, M., & M. Dello. 2012. Alternativas tecnológicas aplicables al desarrollo y conservación de productos cárnicos cocidos (patés) durante el almacenamiento refrigerado. Tesis sometida para el grado de Magister. Universidad Nacional de la Plata.

Tubello, D. & J. López. 2004. Modelo de análisis de las preferencias del consumidor de palta (aguacate) en el noroeste argentino (Distrito Ciudad de Salta, República Argentina). Tesis para la obtención del grado de Doctor en Filosofía. Universidad Politécnica de Madrid. p. 1 – 408.

Vásquez, L. 2017. Comparación de tres variedades de aguacate (*Persea americana* Miller) en el Noroeste de Puerto Rico: morfología, productividad, calidad de fruta, aceptación sensorial y poblaciones de dos plagas. Tesis para optar Maestría en Ciencias en Protección de Cultivos. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario Mayagüez. p. 1-182

Vega, Y. 2012. El aguacate en Colombia: Estudio de caso de los Montes de María, en el Caribe Colombiano. p.45.

Whiley, A. 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Australia. Disponible en:
http://www.avocadosource.com/Journals/CIVDMCHILE_1990/CIVDMCHILE_1990_PG_06.pdf

Wolstenholme, B. N. & A. W. Whiley. 1989. Carbohydrate and phonological cycling as management tools for avocado orchards. *S. Afr. Avocado Grow. Assn. YB*. 12:33–37.

Wolstenholme, A. & A. Whiley. 1990. Prospects for vegetative reproductive growth manipulation in avocado trees. South African Avocado Growers' Association Yearbook 16: 21-24.

Zauberman, G., Mina Schiffmann-Nadel, & U. Yanko. 1973. Susceptibility to chilling injury of three avocado cultivars at various stages of ripening. HortScience 8:511-513.

9. APÉNDICES

Apéndice 1. Disposición de las cuatro variedades de aguacate. Isabela, Puerto Rico, 2017.



AGUACATE EN PUERTO RICO

Fecha: _____ Sexo: _____ Lugar: _____ Edad: _____ N°: _____

Objetivo: Conocer el nivel de aceptación de cuatro variedades de aguacate de Puerto Rico.

PARTE A: TROZOS DE AGUACATE

1. En base a la apariencia, ¿Cuál preferiría?

	A	C	D	G
Excelente				
Bueno				
Regular				
Pobre				
Muy pobre				

2. En base al olor, ¿Cuál aguacate usted preferiría?

	A	C	D	G
Excelente				
Bueno				
Regular				
Pobre				
Muy pobre				

3. En base al color, ¿Cuál aguacate preferiría?

	A	C	D	G
Excelente				
Bueno				
Regular				
Pobre				
Muy pobre				

4. En base al sabor, ¿Cómo le pareció el sabor de estas variedades?

	A	C	D	G
Excelente				
Bueno				
Regular				
Pobre				
Muy pobre				

5. En base a la textura, ¿Cuál preferiría?

	A	C	D	G
Excelente				
Bueno				
Regular				
Pobre				
Muy pobre				

PARTE B. CALIDAD DE FRUTO ENTERO

1. Al momento de comprar, ¿qué es lo que más toma en cuenta? Coloque del 1 al 5 de acuerdo al nivel de importancia que usted considera. Donde 5 representa mayor importancia y 1 menor importancia. Por favor no repetir los números.

Precio	
Calidad	
Tamaño	
Sabor	
Color (cáscara)	
Otro, especifique	

2. ¿En qué lugar compra los aguacates?, Marque todas las opciones necesarias

Supermercados	
Kioscos	
Mercados agrícolas	
Calle o semáforo	
Otro, especifique	

3. ¿Con qué frecuencia consume aguacate?

Frecuencia	Cantidad
1 vez por semana	
2 veces por semana	
1 vez cada 15 días	
1 vez al mes	

4. De los aguacates observados, ¿Cuál preferiría comprar, si el costo fuese el mismo para cada caso? Escala del 1 al 4. Donde 1 es mayor preferencia y 4 menor preferencia.

A	C	D	G

5. En orden de su preferencia, ¿Cuál sería el precio que usted pagaría?

A	C	D	G

GRACIAS POR SU TIEMPO