

Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate

2.^a Edición

Jorge Alonso Bernal Estrada
Cipriano Arturo Díaz Díez

COMPILADORES

Jorge Alonso Bernal Estrada
Silvana Builes Gaitán
Ana Milena Caicedo Vallejo
Arturo Carabalí Muñoz
María Casamitjana Causa
Óscar de Jesús Córdoba Gaona
Cipriano Arturo Díaz Díez
Marcela Duque Ríos
Freddy Forero Longas
Mauricio Londoño Bonilla
Martha Eugenia Londoño Zuluaga
Jairo García Lozano

Takumasa Kondo
Nelson Walter Osorio Vega
Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo
Adriana Katherine Rodríguez-León
Tatiana Mallanín Rondón Salas
Daniel Ruiz
Angélica Sandoval Aldana
Pablo Julián Tamayo Molano
Álvaro Tamayo Vélez
Édgar Herney Varón Devia
Luz Adriana Vásquez Gallo
Cristian Alexander Vega Marín

Mosquera, Colombia 2020

AGROSAVIA
EDITORIAL

Colección Transformación del Agro

Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate / Jorge Alonso Bernal Estrada [y otros veintitrés]. – 2.^{da} edición. -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2020.

774 páginas (Colección Transformación del Agro)

Incluye referencias bibliográficas, tablas, ilustraciones y fotos

ISBN obra impresa: 978-958-740-383-1

ISBN obra digital: 978-958-740-384-8

1. Aguacate 2. *Persea americana* 3. Frutales 4. Nutrición de las plantas 5. Fitomejoramiento 6. Propagación de plantas 7. Costos de producción 8. Agroindustria

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
AGROSAVIA
Centro de Investigación La Selva. Kilómetro 7,
vía Rionegro-Las Palmas, sector Llanogrande.
Rionegro, Antioquia. Código postal 054040, Colombia.

Colección: Transformación del Agro

*Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA)
en el cultivo de aguacate*

2.^a edición: 1.000 ejemplares

Impreso en Bogotá, Colombia, octubre de 2020

Printed in Bogotá

1.^o edición: 2014

Preparación editorial

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Edición: Jorge Enrique Beltrán y Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Edwin Algarra, Luisa Fernanda

Espina, Luz Ángela Uzcátegui y Jorge Enrique Beltrán

Ilustración de cubierta y otras ilustraciones: Juan Felipe
Martínez Tirado

Diseño y diagramación: Oficina Asesora de Comunicaciones,
Identidad y Relaciones Corporativas, AGROSAVIA

Impreso por DGP Editores

Citación sugerida: Bernal, J. A., & Díaz, C. A. (Comps.).
(2020). *Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas
(BPA) en el cultivo de aguacate* (2.^a Ed.). Corporación
Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.
<https://doi.org/10.21930/agrosavia.manual.7403831>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

<https://www.agrosavia.co>



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Agradecimientos	51
Presentación de la segunda edición	55
Presentación de la primera edición	56
Los autores	59
Introducción	73

Capítulo I

Generalidades del cultivo	77
<i>Jorge Alonso Bernal Estrada, Cipriano Arturo Díaz Díez</i>	
Origen	77
Dispersión y domesticación	78
Etimología	88
Taxonomía	88
Nombres dados al aguacate	90
Botánica	93
Morfología	93
Tipo de planta	93
Raíz	94
Tallo	96
Hojas	97
Inflorescencias	99
Flores	101

Floración del aguacate	104
Fruto	110
Semillas	113
Diversidad genética	114
Razas de aguacate	117
Raza mexicana	117
Raza guatemalteca	124
Híbridos de la raza mexicana $\times$ guatemalteca	154
Raza antillana	161
Híbridos de la raza guatemalteca $\times$ antillana	170
Mejoramiento genético	180
Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad de California, Riverside (EE. UU.)	183
Programa de Mejoramiento Genético de la Fundación Salvador Sánchez Colín Cictamex, S.C. (México)	184
Programa de Mejoramiento Genético del Volcani Center (Israel)	184
Programa de Mejoramiento Genético del Institute Tropical and subtropical Crops (Sudáfrica)	184
Situación en Colombia	184
Condiciones biofísicas	185
Temperatura	186
Humedad relativa	186
Precipitación	186
Viento	193
Altitud	193
Latitud	195
Requerimientos edáficos	197
Otros factores ambientales	197

Propagación	198
Propagación sexual	199
Propagación asexual	208
Propagación por estacas	209
Propagación por injerto	210
Portainjertos en Colombia	218
Injertación	222
Selección, extracción y preparación de las yemas para injertar	223
Tipos de injerto	224
Manejo de los árboles injertados en el vivero	229
Injertación directa en campo	230
Injerto de renovación de copa	230
Injerto de corona o corteza	231
Injerto de chupones	232
Propagación <i>in vitro</i>	233
Propagación clonal de plantas etioladas	235
Injerto en planta nodriza	236
Establecimiento del cultivo	240
Selección del lote	240
Preparación del suelo	241
Labranza mínima	241
Diseño del huerto	242
Ahoyado	251
Trasplante al campo	252
Plateo	253
Uso de coberturas (<i>mulching</i> o acolchado)	253
Podas	255
Manipulación de los crecimientos vegetativos y reproductivos	260

Reguladores de crecimiento	266
Fisiología en el aguacate	267
Fotosíntesis	267
Fenología y desarrollo vegetativo del aguacate	269
Biología reproductiva del aguacate	270
Floración y fenología	270
Estados fenológicos en aguacate	275
Otras escalas fenológicas	282
Factores que afectan a la floración del aguacate	287
Inducción y diferenciación floral	287
Cuajado y caída de órganos reproductivos	288
Partenocarpia en aguacate	290
Duración del ciclo productivo	292
Llenado de frutos	292
Cosecha	293
Madurez	294
Acondicionamiento del aguacate para el mercado fresco	297
Rendimientos	298
Calendario de cosechas	300
Beneficio	303
Referencias	305

Capítulo II

Ecofisiología del aguacate cv. Hass en el trópico andino colombiano	331
<i>Cipriano Arturo Díaz Díez, Jorge Alonso Bernal Estrada, Álvaro Tamayo Vélez</i>	
Introducción	331
Altura de los árboles	334
Diámetro de la copa	336

Flujos de crecimiento	338
Flujos reproductivos (floración)	345
Crecimiento de las raíces	347
Dinámica de la abscisión de hojas, flores y frutos en aguacate cv. Hass en Antioquia	352
Caída de hojas	353
Caída de flores	357
Caída de frutos	358
Remoción de nutrientes en aguacate	360
Características de los frutos	369
Referencias	371

Capítulo III

Buenas prácticas agrícolas (BPA)	379
<i>Luz Adriana Vásquez Gallo</i>	
Generalidades	379
¿Por qué implementar las BPA?	381
Implementación de las BPA en el cultivo de aguacate	381
Puntos de control para la implementación de las BPA	382
Área e instalaciones	382
Equipos, utensilios y herramientas	392
Protección del personal	393
Componente ambiental	395
Material de propagación	398
Nutrición de las plantas	399
Protección del cultivo	399
Cosecha y poscosecha	401
Soporte documental	402

Planes y procedimientos	405
Trazabilidad o rastreabilidad	406
Referencias	407

Capítulo IV

Nutrición y fertilización	411
<i>Álvaro Tamayo Vélez, Nelson Walter Osorio Vega</i>	
Características de los suelos	411
Clima frío	411
Clima medio	412
Clima cálido	413
Funciones de los macronutrientes	414
Nitrógeno (N)	415
Fósforo (P)	415
Potasio (K)	416
Calcio (Ca)	417
Magnesio (Mg)	417
Azufre (S)	418
Funciones de los micronutrientes	418
Hierro (Fe)	418
Manganeso (Mn)	419
Cobre (Cu)	419
Zinc (Zn)	420
Molibdeno (Mo)	420
Boro (B)	420
Cloro (Cl)	421
Síntomas de deficiencias de nutrientes en aguacate	423
Nitrógeno	425

Fósforo	425
Potasio	426
Calcio	427
Magnesio	428
Boro	428
Manganeso	429
Azufre	429
Hierro	430
Zinc	430
Cobre	430
Antagonismos y sinergismos	431
Toma de muestras de suelo y foliares	431
Exigencias nutricionales	437
Sugerencias generales de fertilización	438
Zona de aplicación del fertilizante	441
Encalamiento	442
Fertilización con fósforo	446
Hongos micorrizo-arbusculares	449
Microorganismos solubilizadores de fósforo	451
Fuentes orgánicas	455
Conclusiones	459
Referencias	461

Capítulo V

Plantas arvenses	469
<i>Óscar de Jesús Córdoba Gaona</i>	
Introducción	469
Competencia	470

Manejo integrado	471
Método preventivo	476
Métodos físicos	477
Métodos culturales	479
Método manual o mecánico	479
Métodos químicos	481
Método biológico	483
Consideraciones finales	483
Referencias	484

Capítulo VI

Insectos y ácaros	487
<i>Takumasa Kondo, Arturo Carabalí Muñoz, Ana Milena Caicedo Vallejo, Édgar Herney Varón Devia, Martha Eugenia Londoño Zuluaga</i>	
Introducción	487
Consideraciones generales sobre el uso de insecticidas	488
Insectos del fruto	489
Barrenador grande de la semilla de aguacate	489
Polilla de la semilla de aguacate	496
Monalonion, chinche del aguacate, coclillo o chupanga	504
Cucarrones marceños	512
Mosca del ovario del aguacate	518
Insectos del tallo y ramas	520
Perforador del tallo y ramas del aguacate	520
Grajos o chinches	530
Insectos y ácaros del follaje	532
Trips, bichos candela	532
Escamas	545

Ácaros o arañas	560
Agalla del follaje	564
Áfidos o pulgones	565
Mosca blanca de aguacate	567
Insecto pega-pega o insecto candela	571
Gusano canasta o tabaquito del aguacate	574
Vaquitas del follaje, picudos del follaje	576
Hormiga arriera, hormiga cortadora	579
Referencias	585

Capítulo VII

Enfermedades y desórdenes abióticos	601
<i>Pablo Julián Tamayo Molano</i>	
Introducción	601
Pudrición de raíces y marchitez por <i>Phytophthora</i> sp.	603
Importancia y distribución	603
Síntomas	604
Manejo genético	608
Manejo cultural	608
Manejo químico	611
Pudrición negra de la raíz	613
Importancia y distribución	613
Síntomas	613
Estrategias de manejo	614
Marchitez por <i>Verticillium</i> sp.	614
Importancia y distribución	614
Síntomas	615
Manejo cultural	616
Manejo químico	617

Llaga radical de <i>Armillaria mellea</i>	618
Importancia y distribución	618
Síntomas	618
Manejo cultural	618
Manejo químico	619
Llaga radical de <i>Rosellinia</i> sp.	619
Importancia y distribución	619
Síntomas	619
Manejo cultural	620
Manejo químico	620
Roña	620
Importancia y distribución	620
Síntomas	621
Manejo cultural	622
Manejo químico	622
Mancha angular de la hoja y mancha negra o peca del fruto por <i>Pseudocercospora</i> sp.	623
Importancia y distribución	623
Síntomas	623
Manejo cultural	625
Manejo químico	625
Pudrición chocolate del fruto por <i>Rhizopus</i>	625
Importancia y distribución	625
Síntomas	626
Manejo cultural	627
Manejo químico	627
Pudrición del fruto por <i>Dothiorella</i>	628
Importancia y distribución	628

Síntomas	628
Manejo químico	628
Muerte descendente de ramas y brotes: antracnosis del fruto	629
Importancia y distribución	629
Síntomas	630
Manejo cultural	633
Manejo químico	633
Secamiento descendente, necrosis del injerto y pudrición del fruto por <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	633
Importancia y distribución	633
Síntomas	634
Manejo cultural	635
Manejo químico	636
Pudrición de raíces y muerte de plántulas por <i>Calonectria</i>	636
Importancia y distribución	636
Síntomas	637
Manejo	637
Secamiento de ramas y mancha foliar por <i>Pestalotia</i>	637
Importancia y distribución	637
Síntomas	638
Manejo cultural	638
Cenicilla negra, moho negro y fumagina por <i>Capnodium</i>	639
Importancia y distribución	639
Síntomas	639
Manejo cultural	640
Manejo químico	640
Mancha de asfalto por <i>Phyllachora</i>	641
Importancia y distribución	641
Síntomas	641

Manejo	641
Mancha algácea por <i>Cephaleuros</i>	642
Importancia y distribución	642
Síntomas	642
Manejo químico	642
Otras enfermedades	643
Nematodos	643
Importancia y distribución	643
Síntomas	643
Manejo cultural	643
Manejo químico	643
Desórdenes abióticos	644

Capítulo VIII

Cosecha, manejo de poscosecha y agroindustria	651
<i>Angélica Sandoval Aldana, Freddy Forero Longas, Jairo García Lozano, Mauricio Londoño Bonilla</i>	
Introducción	651
Generalidades	652
Cosecha	653
Acopio de la fruta en el campo	658
Índice de madurez	661
Determinación de materia seca	666
Manejo de poscosecha	668
Aspectos fisiológicos durante la poscosecha	669
Recepción e inspección	670
Selección	671
Clasificación	672
Lavado y desinfección	673

Tratamientos con fungicidas	675
Empaque	675
Almacenamiento	678
Transporte	681
Exhibición en el punto de venta	681
El concepto de calidad	682
Factores precosecha que influyen en la calidad de las frutas	684
Control de calidad del aguacate	685
Control de calidad del producto terminado	687
Agroindustria	688
Pulpa de aguacate	688
Guacamole	692
Operaciones de proceso	694
Aceite de aguacate	701
Referencias	711

Capítulo IX

Perspectiva del ordenamiento productivo del aguacate cv. Hass en Antioquia	715
<i>Tatiana Mallanín Rondón Salas, Silvana Builes Gaitán, María Casamitjana Causa, Marcela Duque Ríos, Adriana Katherine Rodríguez-León, Cristian Alexander Vega Marín, Daniel Ruiz, Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo</i>	
Introducción	715
El aguacate cv. Hass en el mundo	718
El aguacate Hass de Colombia para el mundo	721
Desarrollo del sector aguacatero en Antioquia	723
Descripción de la tipología de sistemas productivos de aguacate cv. Hass en Antioquia	747
Zonas aptas y competitivas para el aguacate cv. Hass en Antioquia	751
Referencias	753

Capítulo X

Estructura de costos de producción	759
<i>Jorge Alonso Bernal Estrada, Cipriano Arturo Díaz Díez</i>	
Conceptos básicos	759
Factores que afectan los costos agrícolas	760
Producción agrícola	760
Costos unitarios	761
Clasificación de los costos agrícolas	761
Costos directos	761
Costos indirectos	762
Costos financieros	762
Costos en proyectos de mediano y tardío rendimiento	762
Costos de preinversión	762
Costos de inversión	762
Costos de operación	763
Método para determinar los costos	763
Referencias	772





Lista de figuras

Capítulo I

Generalidades del cultivo

Figura 1.1.	Dispersión del aguacate desde su centro de origen después de la Conquista	80
Figura 1.2.	Área (ha) cosechada de aguacate en Colombia por departamento (2019)	86
Figura 1.3.	Diferentes formas de la copa del árbol de aguacate	94
Figura 1.4.	Detalle del sistema radical de la planta de aguacate	95
Figura 1.5.	Tallo de un árbol adulto de aguacate	96
Figura 1.6.	Formas de la hoja en aguacate	97
Figura 1.7.	Hojas de aguacate	98
Figura 1.8.	Forma y textura de hojas de aguacate de acuerdo con el cultivar	99
Figura 1.9.	Detalle de una inflorescencia multirramificada del aguacate	99
Figura 1.10.	Inflorescencia de aguacate con gran número de flores	100
Figura 1.11.	Esquema de la flor del aguacate en el que se observan las diferentes partes	102
Figura 1.12.	Morfología de la flor del aguacate	103
Figura 1.13.	Estados de la flor del aguacate	104
Figura 1.14.	Formas del fruto de aguacate	110
Figura 1.15.	Diversas formas, colores y textura de la corteza de frutos de aguacate	111
Figura 1.16.	Hábito de fructificación en aguacate	111

Figura 1.17.	Detalle de las lenticelas en frutos de aguacate	112
Figura 1.18.	Formas y superficie de la semilla de aguacate	113
Figura 1.19.	Supuestos centros de origen de las razas ecológicas mexicana, guatemalteca y antillana	114
Figura 1.20.	Cultivar de la raza mexicana Mexícola	119
Figura 1.21.	Cultivar de la raza mexicana Puebla	120
Figura 1.22.	Cultivar de la raza mexicana Duke	120
Figura 1.23.	Cultivar de la raza mexicana Gottfried	121
Figura 1.24.	Cultivar de la raza mexicana Zutano	122
Figura 1.25.	Cultivar de la raza mexicana Bacon	123
Figura 1.26.	Cultivar de la raza mexicana Topa-Topa	124
Figura 1.27.	Cultivar de la raza guatemalteca Hass	128
Figura 1.28.	Temperaturas registradas en tres años continuos de lectura (2011-2013), en cuatro localidades del departamento de Antioquia	132
Figura 1.29.	Humedad relativa registrada en tres años de evaluación continua (2011-2013), en cuatro localidades del departamento de Antioquia	133
Figura 1.30.	Precipitación registrada en tres años continuos de evaluación (2011-2013), en cuatro localidades del departamento de Antioquia	134
Figura 1.31.	Brillo solar registrado en tres años de evaluación (2011-2013), en cuatro localidades del departamento de Antioquia	136
Figura 1.32.	Peso del fruto, en dos años de evaluación, en árboles de aguacate cv. Hass establecidos en siete localidades del departamento de Antioquia (2011-2012)	137
Figura 1.33.	Peso promedio del fruto en árboles de aguacate cv. Hass, establecidos en ocho localidades del departamento de Antioquia (2015-2017)	138

Figura 1.34.	Proporción de cáscara, pulpa y semilla en frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de siete localidades del departamento de Antioquia (2011-2012)	140
Figura 1.35.	Proporción de cáscara, pulpa y semilla en frutos de aguacate cv. Hass, procedentes de ocho localidades del departamento de Antioquia (2015-2017)	141
Figura 1.36.	Porcentaje de frutos obtenidos por calibre (según normas de exportación), en aguacate cv. Hass, procedentes de siete ambientes del departamento de Antioquia (2011-2012)	143
Figura 1.37.	Rendimiento esperado (t/ha) en árboles de aguacate cv. Hass, plantados en siete localidades del departamento de Antioquia, en dos años continuos de evaluación (2011-2012)	144
Figura 1.38.	Rendimiento (t/ha) en árboles de aguacate cv. Hass, plantados en ocho localidades del departamento de Antioquia, en un año de evaluación (2015-2016)	145
Figura 1.39.	Cultivar de la raza guatemalteca Lamb-Hass	146
Figura 1.40.	Cultivar de la raza guatemalteca Hass Carmen	147
Figura 1.41.	Cultivar de la raza guatemalteca Reed	148
Figura 1.42.	Cultivar de la raza guatemalteca Edranol	150
Figura 1.43.	Cultivar de la raza guatemalteca Itzamná	151
Figura 1.44.	Cultivar de la raza guatemalteca Linda	151
Figura 1.45.	Cultivar de la raza guatemalteca Nabal	152
Figura 1.46.	Cultivar de la raza guatemalteca Pinkerton	153
Figura 1.47.	Cultivar de la raza mexicana × guatemalteca Fuerte	157
Figura 1.48.	Cultivar de la raza híbrida mexicana × guatemalteca Ettinger	158
Figura 1.49.	Cultivar de la raza híbrida mexicana × guatemalteca Colín V-33	159
Figura 1.50.	Cultivar de la raza híbrida mexicana × guatemalteca Gwen	160
Figura 1.51.	Cultivar de la raza antillana Lorena	164

Figura 1.52.	Cultivar de la raza antillana Peterson	165
Figura 1.53.	Cultivar de la raza antillana Simmonds	166
Figura 1.54.	Cultivar de la raza antillana Trapp	167
Figura 1.55.	Cultivar de la raza antillana Trapica	168
Figura 1.56.	Cultivar de la raza antillana Pollock	168
Figura 1.57.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Booth 8	172
Figura 1.58.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Choquette	173
Figura 1.59.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Collinred	174
Figura 1.60.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Collinson	175
Figura 1.61.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Gripiña	176
Figura 1.62.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Semil 44	177
Figura 1.63.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Trinidad	178
Figura 1.64.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Hall	178
Figura 1.65.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Winslowson	179
Figura 1.66.	Cultivar de la raza híbrida guatemalteca × antillana Santana	180
Figura 1.67.	Crecimiento del fruto de aguacate cv. Hass, en cuatro localidades del departamento de Antioquia (2012-2013)	189
Figura 1.68.	Tiempo transcurrido entre el cuajamiento del fruto y la cosecha en ocho localidades del departamento	190
Figura 1.69.	Influencia de la altura sobre la forma y aspecto de la epidermis del fruto del aguacate cv. Hass en Antioquia, Colombia	190
Figura 1.70.	Latitudes donde actualmente se encuentra el cultivo de aguacate en el mundo	196
Figura 1.71.	Suelo de textura liviana en el cultivo de aguacate	197
Figura 1.72.	Semillero en aguacate	203
Figura 1.73.	Semillas de aguacate para la siembra en semillero o almácigo	204

Figura 1.74.	Almácigo en aguacate	205
Figura 1.75.	Plantas de aguacate en vivero	206
Figura 1.76.	Método físico de desinfección del suelo por solarización	208
Figura 1.77.	Incompatibilidad patrón-copa en aguacate cv. Hass	212
Figura 1.78.	Perímetro del portainjerto y la copa (10 cm arriba y abajo del injerto), en árboles de aguacate cv. Hass, plantados en siete localidades del departamento de Antioquia (2011-2012)	213
Figura 1.79.	Perímetro del portainjerto y la copa (10 cm arriba y abajo del injerto), en árboles de aguacate cv. Hass, plantados en ocho localidades del departamento de Antioquia	213
Figura 1.80.	Injertos de aguacate cv. Hass sobre patrones de origen mexicano sin signos de incompatibilidad patrón-copa	214
Figura 1.81.	Cultivar antillano para patrón Tumaco	219
Figura 1.82.	Cultivar antillano para patrón La Torre	220
Figura 1.83.	Cultivar antillano para patrón Villagorgona	221
Figura 1.84.	Cultivar guatemalteco × antillano para patrón Lula	221
Figura 1.85.	Cultivar antillano para patrón Waldin	222
Figura 1.86.	Injerto de púa terminal	225
Figura 1.87.	Detalle de un injerto en bisel	227
Figura 1.88.	Injerto de púa lateral o cuña	227
Figura 1.89.	Injerto de enchapado en aguacate	228
Figura 1.90.	Injerto de escudete	229
Figura 1.91.	Detalle de un árbol para renovación o reconversión de copa	231
Figura 1.92.	Injerto de corona o corteza	232
Figura 1.93.	Injerto de renovación de copa mediante el uso de chupones	233
Figura 1.94.	Propagación <i>in vitro</i> de aguacate mediante microestacas	234
Figura 1.95.	Injerto en planta nodriza	236

Figura 1.96.	Propagación clonal de plantas etioladas	238
Figura 1.97.	Sistema de propagación por microclones utilizado en Sudáfrica	239
Figura 1.98.	Lote apto para la siembra de aguacate	240
Figura 1.99.	Distribución de siembra de aguacate	243
Figura 1.100.	Huerto de aguacate sembrado en ultra alta densidad en Chile	245
Figura 1.101.	Forma columnar de los árboles sembrados en ultra alta densidad	246
Figura 1.102.	Forma piramidal de los árboles sembrados en seto	250
Figura 1.103.	Hoyos para la siembra de aguacate	251
Figura 1.104.	Siembra del aguacate en campo	252
Figura 1.105.	Uso de cobertura (<i>mulch</i>) en huerto de aguacate	253
Figura 1.106.	Uso de cobertura en huerto adulto de aguacate	255
Figura 1.107.	Anillado en aguacate	265
Figura 1.108.	Tipos de inflorescencias que se presentan en aguacate	271
Figura 1.109.	Escala de desarrollo floral en aguacate propuesta por Salazar-García et al. (1998)	272
Figura 1.110.	Yema en estado A	275
Figura 1.111.	Yema en estado B (hinchada)	275
Figura 1.112.	Yema en estado C	276
Figura 1.113.	Yema en Estado D ₁	276
Figura 1.114.	Yema en estado D ₂	276
Figura 1.115.	Yema en estado E (botón amarillo)	277
Figura 1.116.	Subestado F _{1f}	278
Figura 1.117.	Subestado F _{2f}	278
Figura 1.118.	Subestado F _{3f}	278

Figura 1.119.	Subestado F_{1c}	278
Figura 1.120.	Subestado F_{1m}	279
Figura 1.121.	Subestado F_{2m}	279
Figura 1.122.	Subestado F_{3m}	280
Figura 1.123.	Subestado F_{4m}	280
Figura 1.124.	Subestado F_{5m}	280
Figura 1.125.	Subestado F_{2c}	281
Figura 1.126.	Estado G (marchitez de pétalos)	281
Figura 1.127.	Estado H (cuajado)	281
Figura 1.128.	Estado I (fruto tierno)	282
Figura 1.129.	Etapa 1. Corresponde a una rama que ha tomado su crecimiento y que posee una yema terminal cerrada y puntiaguda	282
Figura 1.130	Etapa 2. La yema terminal está hinchada, de coloración amarillenta, y las escamas que la cubren empiezan a separarse	283
Figura 1.131.	Etapa 3. En el extremo del brote aparecen cuatro o cinco hojitas	283
Figura 1.132.	Etapa 4. Se trata de un brote juvenil más avanzado, cuyas hojas presentan una coloración rojo oscuro	283
Figura 1.133.	Etapa 5. Finaliza la maduración de las hojas, que toman una coloración verde	283
Figura 1.134.	Etapa 1. La yema apical, amarilla e hinchada, tiene separación de escamas superiores (etapa 2 de la fase vegetativa), mientras que las yemas axilares se hinchan y se tornan de color verde claro	284
Figura 1.135.	Etapa 2. Las brácteas se abren y la inflorescencia empieza a emerger; además, se distinguen claramente los botones florales	284
Figura 1.136.	Etapa 3. Los ejes florales secundarios se alargan	284

Figura 1.137.	Etapa 4. Elongación de ejes terciarios, las flores están completamente diferenciadas pero cerradas	284
Figura 1.138.	Etapa 5. Los pedúnculos florales se separan y se abren los sépalos (apertura de la flor o antesis)	285
Figura 1.139.	Etapa 1. Frutos de 1 a 15 mm de diámetro. De amarre (secos, recubren el ovario y están visibles) a aceitunas	285
Figura 1.140.	Etapa 2. Frutos de 16 a 39 mm de diámetro	285
Figura 1.141.	Etapa 3. Frutos de 40 a 50 mm de diámetro	286
Figura 1.142.	Etapa 4. Frutos de más de 51 mm de diámetro, que aún conservan el color verde claro	286
Figura 1.143.	Etapa 5. Frutos de más de 51 mm de diámetro, pero de color verde oscuro, listos para corte (3/4 de sazón)	286
Figura 1.144.	Detalle de un fruto partenocárpico en aguacate	291

Capítulo II

Ecofisiología del aguacate cv. Hass en el trópico andino colombiano

Figura 2.1.	Subregiones donde se cultiva aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia	333
Figura 2.2.	Diagrama de la toma de información sobre la altura y el diámetro cruzado de la copa de los árboles cv. Hass plantados en siete localidades del departamento de Antioquia (2011-2012)	335
Figura 2.3.	Altura de los árboles de aguacate cv. Hass plantados en siete localidades del departamento de Antioquia (2011-2012)	335
Figura 2.4.	Altura de los árboles de aguacate cv. Hass plantados en ocho huertos del departamento de Antioquia (2016)	336
Figura 2.5.	Diámetro promedio de las copas en árboles de aguacate cv. Hass plantados en siete localidades del departamento de Antioquia (2011-2012)	337

Figura 2.6.	Diámetro promedio de las copas en árboles de aguacate cv. Hass plantados en siete localidades del departamento de Antioquia	338
Figura 2.7.	Diagrama fenológico utilizado para medir los flujos de crecimiento vegetativo, de floración y de fructificación en árboles de aguacate cv. Hass plantados en ocho localidades del departamento de Antioquia (2015-2017)	339
Figura 2.8.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de Amagá (I), Antioquia (1.786 m s. n. m.), entre 2015 y 2017	340
Figura 2.9.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de El Peñol (LA), Antioquia (1.992 m s. n. m.) (2015-2017)	341
Figura 2.10.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de Jardín (BV), Antioquia (2.025 m s. n. m.) (2015-2017)	342
Figura 2.11.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de Rionegro (LE), Antioquia (2.167 m s. n. m.) (2015-2017)	342
Figura 2.12.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de El Retiro (EG), Antioquia (2.288 m s. n. m.) (2015-2017)	343
Figura 2.13.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de San Pedro (CS), Antioquia (2.411 m s. n. m.) (2015-2017)	343
Figura 2.14.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de El Retiro (EC), Antioquia (2.464 m s. n. m.) (2015-2017)	344
Figura 2.15.	Fenología del aguacate cv. Hass en las condiciones ambientales de San Pedro (EB), Antioquia (2.458 m s. n. m.) (2015-2017)	344
Figura 2.16.	Detalle de un árbol de aguacate cv. Hass en plena floración	345

Figura 2.17.	Desarrollo floral en árboles de aguacate cv. Hass plantados en ocho localidades del departamento de Antioquia (2015-2017)	346
Figura 2.18.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de Amagá (I), Antioquia (1.786 m s. n. m.) (2016-2017)	347
Figura 2.19.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de El Peñol (LA), Antioquia (1.992 m s. n. m.) (2016-2017)	348
Figura 2.20.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de Jardín (BV), Antioquia (2.025 m s. n. m.) (2016-2017)	348
Figura 2.21.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de Rionegro (LE), Antioquia (2.167 m s. n. m.) (2016-2017)	349
Figura 2.22.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de El Retiro (EG), Antioquia (2.288 m s. n. m.) (2016-2017)	349
Figura 2.23.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de San Pedro (CS), Antioquia (2.411 m s. n. m.) (2016-2017)	350
Figura 2.24.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de El Retiro (EC), Antioquia (2.458 m s. n. m.) (2016-2017)	350
Figura 2.25.	Crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass con las condiciones ambientales de San Pedro (EB), Antioquia (2.464 m s. n. m.) (2016-2017)	351
Figura 2.26.	Tendencia del crecimiento de las raíces del aguacate cv. Hass en ocho localidades del departamento de Antioquia (2016-2017)	352
Figura 2.27.	Trampas de recolección de hojarasca	354
Figura 2.28.	Relación entre la caída de las hojas y la precipitación	356

Figura 2.29.	Inflorescencias del aguacate cv. Hass	358
Figura 2.30.	Tamaño de los frutos que se caen normalmente en el árbol de aguacate cv. Hass	358
Figura 2.31.	Promedio de peso fresco de cuatro cultivares de aguacate	361
Figura 2.32.	Promedio del contenido de materia seca en cuatro cultivares de aguacate	362
Figura 2.33.	Remoción de nitrógeno, fósforo y potasio en 20 t de fruta en cuatro variedades de aguacate	363
Figura 2.34.	Remoción total en kg/t por el fruto fresco de aguacate cv. Hass en Antioquia	368
Figura 2.35.	Comparación del peso fresco total del fruto en varias localidades de Antioquia	369
Figura 2.36.	Contribución de las diferentes partes del fruto cv. Hass a su peso seco total en las diferentes localidades de Antioquia	370
Figura 2.37.	Cantidad de nutrientes removidos por los tejidos del fruto fresco de aguacate cv. Hass en Antioquia	370

Capítulo III

Buenas prácticas agrícolas (BPA)

Figura 3.1.	Pilares de las buenas prácticas agrícolas (BPA)	380
Figura 3.2.	Unidades sanitarias y de aseo	383
Figura 3.3.	Área de almacenamiento de insumos agrícolas	384
Figura 3.4.	Tablero con información sobre el procedimiento en caso de derrames de plaguicidas	385
Figura 3.5.	Forma correcta de almacenar los fertilizantes sobre estibas	386
Figura 3.6.	Imágenes del área destinada a guardar herramientas y equipos	386
Figura 3.7.	Lavado de herramientas de trabajo con agua limpia	387

Figura 3.8.	Área para la preparación de plaguicidas	388
Figura 3.9.	Área de vertimiento de aguas sobrantes (barbecho)	388
Figura 3.10.	Área de acopio en campo	389
Figura 3.11.	Área de poscosecha	389
Figura 3.12.	Área de almacenamiento del producto seleccionado	390
Figura 3.13.	Instalaciones para el bienestar de los trabajadores	391
Figura 3.14.	Recipientes debidamente marcados y protegidos de la lluvia para depositar residuos	391
Figura 3.15.	Elementos adicionales recomendados por la norma	392
Figura 3.16.	Ejemplo de carteles informativos relacionados con las BPA	393
Figura 3.17.	Ropa de protección para la manipulación de plaguicidas	394
Figura 3.18.	Toma de muestras de agua para análisis microbiológico	396
Figura 3.19.	Zonas de compostaje	397
Figura 3.20.	Vivero para la producción de materiales de aguacate	398
Figura 3.21.	Recipientes para la desinfección del calzado antes de entrar a los lotes como técnica de prevención	400
Figura 3.22.	Infraestructura y condiciones higiénicas apropiadas en la poscosecha de los frutos de aguacate	402

Capítulo IV

Nutrición y fertilización

Figura 4.1.	Síntoma de deficiencia de nitrógeno en hojas de aguacate	425
Figura 4.2.	Síntomas de deficiencia de potasio en hojas de aguacate	426
Figura 4.3.	Síntomas de deficiencia de calcio en hojas de aguacate	427
Figura 4.4.	Síntomas de deficiencia de magnesio en hojas de aguacate	428

Figura 4.5.	Síntomas de deficiencia de manganeso en hojas de aguacate	429
Figura 4.6.	Síntomas de deficiencia de hierro en hojas de aguacate	430
Figura 4.7.	Recorrido en zigzag a través del lote de aguacate. En cada punto se toma una submuestra	432
Figura 4.8.	Recorrido en forma de X	432
Figura 4.9.	Se indican con flechas los sitios donde se toman las submuestras de cada árbol	433
Figura 4.10.	Zona de muestreo para análisis foliar	434
Figura 4.11.	Hojas para muestrear	435
Figura 4.12.	Aplicación de fertilizantes alrededor de plántulas recién trasplantadas	441
Figura 4.13.	Aplicación de fertilizantes en la zona de plateo de árboles de aguacate	442
Figura 4.14.	Disponibilidad de hierro, manganeso, cobre, zinc y fósforo en andisoles del oriente antioqueño en función del pH del suelo	443
Figura 4.15.	Frecuencia relativa de valores del pH del suelo de huertos de aguacate del norte y oriente de Antioquia	444
Figura 4.16.	Se muestra el pH del suelo en función de la cantidad de cal aplicada medida luego de incubar las muestras del suelo por 20 días	445
Figura 4.17.	Efecto de la concentración de fósforo en la solución del suelo en la masa seca de plántulas de aguacate	447
Figura 4.18.	Isotermas de adsorción de fósforo de tres suelos de Colombia (andisol, oxisol y molisol)	447
Figura 4.19.	Frecuencia relativa de valores de concentración de fósforo en la solución del suelo agrupados por rango	448
Figura 4.20.	Raíces de aguacate con colonización micorrizal del hongo <i>Glomus fasciculatum</i> (imagen obtenida a través de un estereomicroscopio)	449

Figura 4.21.	Frecuencia relativa de valores de colonización micorrizal de raíces de huertos de aguacate del norte y el oriente de Antioquia	450
Figura 4.22.	Aspecto de las plántulas de aguacate no-inoculadas (M-) e inoculadas con el hongo micorrizal <i>G. fasciculatum</i> (M+)	450
Figura 4.23.	Materia seca aérea total de hojas y tallos de plantas de aguacate cv. Hass en función de los tratamientos de la inoculación individual y conjunta con <i>Mortierella</i> sp. (M10 ⁶ y M10 ⁸ UFC/mL) y <i>R. fasciculatum</i> (AMF)	452
Figura 4.24.	Contenido de fósforo en la masa seca aérea de plantas de aguacate cv. Hass en función de los tratamientos de la inoculación individual y conjunta con <i>Mortierella</i> sp. (10 ⁶ y 10 ⁸ UFC/mL) y <i>R. fasciculatum</i> (AMF)	453
Figura 4.25.	Colonización micorrizal en raíces finas de plantas de aguacate cv. Hass en función de los tratamientos con la inoculación individual y conjunta con <i>Mortierella</i> sp. (M10 ⁶ y M10 ⁸ UFC/mL) y <i>R. fasciculatum</i> (AMF)	454
Figura 4.26.	Colonización relativa de raíces finas de plantas de aguacate cv. Hass por el hongo <i>Mortierella</i> sp. en función de los tratamientos con la inoculación individual y conjunta con <i>Mortierella</i> sp. (M, 10 ⁶ y 10 ⁸ UFC/mL) y <i>R. fasciculatum</i> (AMF)	454

Capítulo V

Plantas arvenses

Figura 5.1.	Uso de coberturas vegetales o mantillo en aguacate	478
Figura 5.2.	Plateo amplio después del trasplante	479
Figura 5.3.	Control mecánico (guadaña) en las calles del cultivo	480
Figura 5.4.	Control de arvenses en el plato con el uso de herbicidas	482

Capítulo VI

Insectos y ácaros

Figura 6.1.	Adulto del barrenador grande de la semilla (<i>H. lauri</i>) sobre un fruto de aguacate	490
Figura 6.2.	Barrenador grande de la semilla de aguacate <i>H. lauri</i>	491
Figura 6.3.	Perforaciones de <i>H. lauri</i> en aguacate cv. Hass	492
Figura 6.4.	Daño causado por el perforador grande del fruto <i>H. lauri</i> en aguacate cv. Hass	493
Figura 6.5.	Recolección y manejo de aguacates infestados	494
Figura 6.6.	<i>Xyphosomella</i> sp., parasitoide de larvas de <i>H. lauri</i>	496
Figura 6.7.	Adulto de <i>Stenoma catenifer</i>	497
Figura 6.8.	Características de las alas de <i>S. catenifer</i>	498
Figura 6.9.	Huevos de <i>S. catenifer</i>	498
Figura 6.10.	Sitios de oviposición de <i>S. catenifer</i> en el aguacate	499
Figura 6.11.	Larvas del 5.º instar de <i>S. catenifer</i>	499
Figura 6.12.	Estados inmaduros de <i>S. catenifer</i>	500
Figura 6.13.	Dimorfismo de pupa de <i>S. catenifer</i>	501
Figura 6.14.	Daño de <i>S. catenifer</i>	501
Figura 6.15.	Características morfológicas del adulto de <i>Monaloniom velezungeli</i>	505
Figura 6.16.	Características morfológicas en el ala y en el fémur posterior de <i>M. velezungeli</i>	505
Figura 6.17.	Estados de desarrollo de <i>M. velezungeli</i>	506
Figura 6.18.	Estados de desarrollo de <i>M. velezungeli</i>	506
Figura 6.19.	Daños de <i>Monaloniom</i>	507
Figura 6.20.	Daños de <i>Monaloniom</i>	507

Figura 6.21.	Daños de <i>Monalonia</i>	508
Figura 6.22.	Enemigos naturales de <i>M. velezangeli</i>	509
Figura 6.23.	<i>M. velezangeli</i> atacado por hongos entomopatógenos	510
Figura 6.24.	<i>M. velezangeli</i> atacado por la mezcla de <i>B. bassiana</i> más extracto vegetal de uso agrícola obtenido de plantas de la familia Liliaceae y Solanaceae	511
Figura 6.25.	Adultos del cucarrón (marceños) <i>Astaena</i> aff. <i>pygidialis</i>	513
Figura 6.26.	Adultos de cucarrones marceños	513
Figura 6.27.	Daño del marceño	514
Figura 6.28.	Daño de marceño en brotes vegetativos de aguacate	515
Figura 6.29.	Trampas para la captura de marceños	516
Figura 6.30.	Larvas de chiza con síntomas de la enfermedad lechosa	516
Figura 6.31.	Ataque del hongo <i>M. anisopliae</i> en distintos estados de desarrollo del cucarrón marceño	517
Figura 6.32.	Entomopatógenos y parasitoides que atacan larvas del marceño	517
Figura 6.33.	Adulto de la mosca del ovario	518
Figura 6.34.	Pupa de la mosca del ovario <i>B. perseae</i>	519
Figura 6.35.	Fruto de aguacate pequeño y alargado, con forma de pepino por la acción de <i>B. perseae</i>	519
Figura 6.36.	Adulto del perforador del tallo y ramas del aguacate (<i>C. hustachei</i>)	521
Figura 6.37.	Rostrum o pico de <i>C. hustachei</i>	521
Figura 6.38.	Perforadores de tallo	522
Figura 6.39.	Perforadores del tallo y rama del aguacate	523
Figura 6.40.	Daño de larvas del barrenador	523
Figura 6.41.	Signos de daño en tallos y ramas de aguacate causados por los perforadores	524

Figura 6.42.	Síntomas del ataque del perforador del tallo en aguacate	524
Figura 6.43.	Daño ocasionado por perforadores en plantas de vivero	525
Figura 6.44.	Daño ocasionado por perforadores en la base del tallo	526
Figura 6.45.	Manejo de perforadores de tallo y ramas en aguacate	526
Figura 6.46.	Manejo de perforadores de ramas en aguacate	527
Figura 6.47.	Daños de <i>C. hustachei</i>	528
Figura 6.48.	Aplicación de nematodos entomopatógenos en tallo	529
Figura 6.49.	Grajo o chinche, <i>Antiteuchus tripterus</i> (F.)	530
Figura 6.50.	Géneros de trips encontrados en Tolima y Valle del Cauca	533
Figura 6.51.	Síntomas de daño por trips en frutos	534
Figura 6.52.	Porcentaje de géneros de trips encontrados en las diferentes estructuras del cultivo de aguacate en el departamento del Valle del Cauca	535
Figura 6.53.	Porcentaje de géneros de trips encontrados en flores de papunga (<i>Bidens pilosa</i>) en cultivos de aguacate en el departamento del Valle del Cauca	536
Figura 6.54.	Papunga (<i>Bidens pilosa</i>), planta hospedera de trips del género <i>Frankliniella</i> en cultivos de aguacate	537
Figura 6.55.	Trampa empleada para establecer la fluctuación de poblaciones de adultos de trips	537
Figura 6.56.	<i>Heliothrips haemorrhoidalis</i> (Bouché)	539
Figura 6.57.	Ninfas de <i>Selenothrips rubrocinctus</i> (Giard)	541
Figura 6.58.	Daño de trips en ramas	544
Figura 6.59.	Daño de trips en inflorescencias	544
Figura 6.60.	Escamas del aguacate	549
Figura 6.61.	Escama protegida <i>Pseudoparlatoria parlatorioides</i> (Comstock)	550
Figura 6.62.	Colonia de <i>Bombacoccus aguacatae</i> Kondo	551

Figura 6.63.	Escamas blandas	552
Figura 6.64.	Otras escamas del aguacate	554
Figura 6.65.	Cochinillas arinosas	555
Figura 6.66.	Presencia de fumagina causada por escamas	556
Figura 6.67.	Ácaro <i>Oligonychus yothersi</i>	561
Figura 6.68.	Síntoma del daño por ácaros	562
Figura 6.69.	Daño del ácaro blanco	562
Figura 6.70.	Ninfa de crisopa, depredador de <i>O. yothersi</i> y <i>M. persicae</i> en cultivos de aguacate	563
Figura 6.71.	Agallas del follaje y frutos	564
Figura 6.72.	Áfidos o pulgones	566
Figura 6.73.	Adulto de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i> posado sobre hoja de aguacate	568
Figura 6.74.	Daño indirecto en el envés de la hoja de aguacate ocasionado por ninfas de mosca blanca <i>Paraleyrodes</i> sp. al excretar sustancias azucaradas que propician el crecimiento de fumagina	569
Figura 6.75.	Estados de las ninfas de mosca blanca del aguacate (<i>Paraleyrodes</i> sp. pos. <i>bondari</i>)	570
Figura 6.76.	Larva del pega-pega hojas en aguacate (<i>Platynota</i> sp.)	572
Figura 6.77.	Descripción del daño por el pega-pega en aguacate	572
Figura 6.78.	Paquete del gusano tejedor del aguacate (<i>Jocara subcurvalis</i>)	573
Figura 6.79.	Gusano canasta	575
Figura 6.80.	Picudos del follaje	577
Figura 6.81.	Hormiga arriera	580
Figura 6.82.	Métodos físicos para el manejo de hormiga arriera	582
Figura 6.83.	Aplicación de formicidas en polvo	583

Capítulo VII

Enfermedades y desórdenes abióticos

Figura 7.1.	Síntomas de la marchitez por <i>Phytophthora</i> sp. en plántulas de aguacate en etapa de vivero	604
Figura 7.2.	Síntomas de la marchitez por <i>Phytophthora</i> sp. en plántulas de aguacate en etapa de vivero	605
Figura 7.3.	Síntomas de la marchitez por <i>Phytophthora</i> sp. en árboles de aguacate en campo	605
Figura 7.4.	Síntomas de la marchitez por <i>Phytophthora</i> sp. en árboles de aguacate en campo	606
Figura 7.5.	Síntomas de la marchitez por <i>Phytophthora</i> sp. en árboles de aguacate en campo	606
Figura 7.6.	Árboles de aguacate en campo afectados por <i>Phytophthora citricola</i>	607
Figura 7.7.	Árboles de aguacate en campo afectados por <i>Phytophthora heveae</i>	607
Figura 7.8.	Árboles de aguacate afectados por <i>Phytophthora</i> sp.	608
Figura 7.9.	Utilización del sustrato inerte tipo oasis en semilleros de aguacate	609
Figura 7.10.	Siembra de plantas de aguacate en montículo para evitar encharcamientos	610
Figura 7.11.	Erradicación de árboles afectados por <i>Phytophthora</i> sp. en campo	610
Figura 7.12.	Tratamiento con cal en sitios donde se erradicaron árboles afectados por <i>Phytophthora</i> sp.	610
Figura 7.13.	Acondicionamiento de recipientes de desinfección en la entrada de los lotes de aguacate, para disminuir los riesgos de contaminación por <i>Phytophthora</i> sp.	611

Figura 7.14.	Inyecciones al tronco del patrón y la copa con un producto a base de ácido fosforoso, ácido fosfónico, fosfitos o fosfonatos para el control de <i>Phytophthora</i> sp.	612
Figura 7.15.	Recuperación de árboles tratados para el control de <i>Phytophthora</i> sp.	612
Figura 7.16.	Síntomas de marchitez por <i>C. destructans</i> en etapas iniciales	614
Figura 7.17.	Síntomas de marchitez por <i>Verticillium</i> sp. en árboles de aguacate	615
Figura 7.18.	Síntomas de marchitez por <i>Verticillium</i> sp. en ramas de aguacate	616
Figura 7.19.	Poda de ramas enfermas en árboles afectados por <i>Verticillium</i> (manejo cultural)	616
Figura 7.20.	Recuperación de árboles afectados por <i>Verticillium</i> después del manejo químico	617
Figura 7.21.	Síntomas de marchitez en árboles afectados por <i>Armillaria mellea</i>	618
Figura 7.22.	Síntomas de roña en frutos de aguacate	621
Figura 7.23.	Síntomas de roña en hojas de aguacate	622
Figura 7.24.	Síntomas de mancha angular por <i>Pseudocercospora purpurea</i> en hojas de aguacate	624
Figura 7.25.	Síntomas de mancha negra o peca por <i>Pseudocercospora purpurea</i> en frutos de aguacate	624
Figura 7.26.	Síntomas de la pudrición del fruto por <i>R. stolonifer</i>	626
Figura 7.27.	Síntomas posteriores de la pudrición del fruto por <i>R. stolonifer</i>	626
Figura 7.28.	Corte a ras del pedúnculo del fruto para evitar pudriciones por <i>R. stolonifer</i> en poscosecha	627
Figura 7.29.	Síntomas de la pudrición del fruto por <i>Dothiorella</i>	629
Figura 7.30.	Síntomas del ataque de <i>G. cingulata</i>	630

Figura 7.31.	Síntomas del ataque de <i>G. cingulata</i>	631
Figura 7.32.	Síntomas del ataque de <i>G. cingulata</i> en frutos en poscosecha	632
Figura 7.33.	Síntomas de pudrición de plántulas por <i>L. theobromae</i>	634
Figura 7.34.	Síntomas por <i>L. theobromae</i>	635
Figura 7.35.	Síntomas por <i>Calonectria</i> en plántulas de almácigo	637
Figura 7.36.	Síntomas por <i>Pestalotia</i> en ramas y hojas	638
Figura 7.37.	Polvillo de color negro causado por la fumagina en hojas de aguacate	639
Figura 7.38.	Ataque de fumagina en tallos, hojas y frutos de aguacate	640
Figura 7.39.	Síntomas de la mancha de asfalto en hojas	641
Figura 7.40.	Manchas en hojas de aguacate, causadas por la mancha algácea	642
Figura 7.41.	Daños causados por golpe de sol	644

Capítulo VIII

Cosecha, manejo de poscosecha y agroindustria

Figura 8.1.	Corte a ras del pedúnculo del fruto	654
Figura 8.2.	Frutos húmedos no aptos para su cosecha	655
Figura 8.3.	Pudriciones poscosecha por condiciones de alta humedad en la fruta	655
Figura 8.4.	Implementos utilizados para la recolección manual de la fruta	656
Figura 8.5.	Tipos de varas utilizadas para la cosecha de frutos altos	657
Figura 8.6.	Dos tipos de anillos con bolsa para depositar el fruto cosechado	657
Figura 8.7.	Uso de escalera para la colecta de frutos	658

Figura 8.8.	Tipo de centro de acopio en finca para adecuación de la fruta	659
Figura 8.9.	Prácticas inadecuadas de empaque durante la poscosecha	659
Figura 8.10.	Transporte inadecuado de la fruta	660
Figura 8.11.	Selección de la fruta en campo	661
Figura 8.12.	Comercialización del aguacate en almacenes de grandes superficies	661
Figura 8.13.	Cambio de color en frutos de Hass que indican la madurez de consumo	663
Figura 8.14.	Operaciones en planta empacadora	671
Figura 8.15.	Clasificación del aguacate	672
Figura 8.16.	Lavado y desinfección del aguacate	674
Figura 8.17.	Empaques y transporte adecuados para la fruta en fincas	676
Figura 8.18.	Empaques para mercados internacionales	677
Figura 8.19.	Paletizado de la fruta para el transporte	677
Figura 8.20.	Almacenamiento en cuartos fríos para aguacate	680
Figura 8.21.	Pulpa de aguacate homogenizada	689
Figura 8.22.	Oxidación de pulpa de aguacate durante el almacenamiento	690
Figura 8.23.	Diagrama de flujo para procesamiento de pulpas o guacamole	693
Figura 8.24.	Preparación de la fruta para la obtención de guacamole	694
Figura 8.25.	Obtención de la pulpa para procesamiento	694
Figura 8.26.	Homogenización de pulpa de aguacate o guacamole	695
Figura 8.27.	Empaque de pulpa de aguacate o guacamole	697
Figura 8.28.	Producto terminado y almacenado	697
Figura 8.29.	Prototipo del Empaque 1 para pulpa	698
Figura 8.30.	Prototipo del Empaque 2 para pulpa	698
Figura 8.31.	Prototipo del Empaque 3 para guacamole	699

Figura 8.32.	Procesamiento a escala de pulpa aguacate o guacamole	699
Figura 8.33.	Extracción con un equipo Soxhlet	703
Figura 8.34.	Proceso de extracción con un equipo Soxhlet	703
Figura 8.35.	Extracción de aceite de aguacate por prensado	704
Figura 8.36.	Extracción de aceite de aguacate por centrifugación	705
Figura 8.37.	Diagrama de flujo para obtención de aceite	709

Capítulo IX

Perspectiva del ordenamiento productivo del aguacate

cv. Hass en Antioquia

Figura 9.1.	Producción y área cosechada de aguacate en el mundo (2018)	718
Figura 9.2.	Producción y rendimiento mundial de aguacate para el 2018	719
Figura 9.3.	Principales países exportadores de aguacate en el mundo para el 2018	720
Figura 9.4.	Valor y cantidad de las exportaciones de aguacate en Colombia (2012-2018)	721
Figura 9.5.	Destino de las exportaciones colombianas de aguacate (t) (2014-2018)	722
Figura 9.6.	Producción y rendimiento de los departamentos productores de aguacate en Colombia en 2019	723
Figura 9.7.	Mapa del clima en el departamento de Antioquia	739
Figura 9.8.	Mapa de clima óptimo y potencial para el cultivo de aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia	740
Figura 9.9.	Mapa de precipitación promedio anual del departamento de Antioquia	741
Figura 9.10.	Mapa de órdenes de suelos presentes en el departamento de Antioquia	742
Figura 9.11.	Perfiles modales en fincas productoras de aguacate	743

Figura 9.12.	Perfil de suelo Oxisol, encontrado en menor proporción dentro de los sistemas productivos de aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia	743
Figura 9.13.	Mapa de zonas aptas para aguacate cv. Hass en Antioquia delimitado por pendientes	746
Figura 9.14.	Mapa de cultivo actual de aguacate Hass en el departamento de Antioquia	746
Figura 9.15.	Mapa de zonas socioeconómicamente homogéneas para municipios productores de aguacate Hass en el departamento de Antioquia	750
Figura 9.16.	Mapa de zonas aptas y competitivas para aguacate cv. Hass en el departamento de Antioquia	751

Lista de tablas

Tabla 1.1.	Dispersión geográfica del aguacate y año de origen	79
Tabla 1.2.	Países productores de aguacate a nivel mundial (2018)	82
Tabla 1.3.	Superficie cosechada, producción y rendimiento de aguacate, obtenido por departamento en Colombia (2010-2019)	83
Tabla 1.4.	Orden de importancia del área cosechada, producción y rendimiento de aguacate en Colombia por departamento para 2019	87
Tabla 1.5.	Nombres dados al aguacate en diferentes lenguas y regiones	91
Tabla 1.6.	Nombre dado al aguacate en diferentes lenguas	92
Tabla 1.7.	Nombre dado al aguacate en diferentes países	92
Tabla 1.8.	Variedades de aguacate según el tipo de floración	107
Tabla 1.9.	Cultivares polinizadores más recomendados para algunas variedades comerciales	109
Tabla 1.10.	Características principales de las razas de aguacate	115
Tabla 1.11.	Características de algunas variedades de aguacate de la raza mexicana	118
Tabla 1.12.	Características de algunas variedades de aguacate de la raza guatemalteca	125
Tabla 1.13.	Características de algunos cultivares híbridos de aguacate de la raza mexicana × guatemalteca	155
Tabla 1.14.	Variedades de aguacate de la raza antillana	162
Tabla 1.15.	Características de algunos cultivares híbridos de aguacate de las razas guatemalteca × antillana	170

Tabla 1.16.	Características del fruto de aguacate cv. Hass, en siete localidades del departamento de Antioquia	188
Tabla 1.17.	Influencia de la altura sobre el período de floración a cosecha, forma y aspecto de la epidermis del fruto del aguacate cv. Hass en Michoacán, México	188
Tabla 1.18.	Variedades de aguacate aptas para ser cultivadas en diferentes pisos térmicos en Colombia	193
Tabla 1.19.	Protocolo recomendado para la producción de árboles libres de enfermedades	201
Tabla 1.20.	Distancias de siembra más utilizadas en el cultivo del aguacate	244
Tabla 1.21.	Porcentaje promedio de materia seca (% MS) de la pulpa, requerido para asegurar una calidad de maduración aceptable en varios cultivares de aguacate	295
Tabla 1.22.	Disponibilidad de las variedades de aguacate más comunes en Colombia	300
Tabla 1.23.	Épocas de cosecha de aguacate cv. Hass en ocho localidades del departamento de Antioquia (2015-2017)	301
Tabla 1.24.	Épocas de cosecha en huertos de aguacate cv. Hass, plantados en siete localidades del departamento de Antioquia (2011)	302
Tabla 1.25.	Épocas de cosecha en huertos de aguacate cv. Hass, plantados en siete localidades del departamento de Antioquia (2012)	302
Tabla 2.1.	Caída de hojarasca y flores en las diferentes localidades	355
Tabla 2.2.	Extracción de nutrientes en fruta fresca de aguacate de árboles en plena producción	364
Tabla 2.3.	Remoción de nutrientes de acuerdo con la producción de fruta fresca de varios cultivares de aguacate manejado sin riego en Nayarit, México	365
Tabla 2.4.	Cantidad de nutrientes removidos por los tejidos del fruto fresco de aguacate cv. Hass en Antioquia	367

Tabla 3.1.	Formato para el inventario de plaguicidas o fertilizantes	403
Tabla 3.2.	Formato para mantenimiento de equipos y herramientas	403
Tabla 3.3.	Formato para el registro del plan de capacitación	404
Tabla 3.4.	Formato para la producción de material vegetal en la finca	404
Tabla 4.1.	Principales funciones de los nutrientes	421
Tabla 4.2.	Síntomas visuales predominantes de deficiencia en nutrientes	423
Tabla 4.3.	Niveles nutricionales en las hojas del aguacate	436
Tabla 4.4.	Plan de fertilización en árboles jóvenes de aguacate (menores de cuatro años)	438
Tabla 4.5.	Plan de fertilización en árboles de aguacate en producción (mayores de cinco años)	438
Tabla 4.6.	Recomendación por fertilizante para árboles en producción para una cosecha de 10 t/ha	439
Tabla 4.7.	Fertilización del aguacate de acuerdo con la edad de la planta	440
Tabla 5.1.	Principales especies monocotiledóneas asociadas con el cultivo del aguacate en los climas cálidos y medios de Colombia	472
Tabla 5.2.	Principales especies dicotiledóneas asociadas con el cultivo del aguacate en los climas cálidos y medios de Colombia	473
Tabla 5.3.	Principales especies monodicotiledóneas asociadas con el cultivo del aguacate en clima frío en Colombia	474
Tabla 5.4.	Principales especies dicotiledóneas asociadas con el cultivo del aguacate en clima frío en Colombia	475
Tabla 5.5.	Herbicidas no selectivos empleados en el control de arvenses para el cultivo de aguacate	482
Tabla 6.1.	Porcentaje de géneros de trips encontrados en las diferentes estructuras del cultivo de aguacate	536

Tabla 8.1.	Porcentaje promedio de materia seca (% MS) de la pulpa requerido para asegurar una calidad de maduración aceptable en varios cultivares de aguacate	664
Tabla 8.2.	Parámetros mínimos de calidad para ocho variedades de aguacate en Colombia	666
Tabla 8.3.	Categorías para la clasificación de algunas variedades de aguacate en Colombia	673
Tabla 8.4.	Condiciones de almacenamiento bajo atmósfera controlada para diferentes variedades de aguacate	680
Tabla 8.5.	Características físicas promedio para ocho variedades de aguacate en Colombia	685
Tabla 8.6.	Características fisicoquímicas de aguacates criollos seleccionados en el departamento del Tolima	687
Tabla 8.7.	Parámetros para la selección de materiales de aguacate criollo para fines agroindustriales	687
Tabla 8.8.	Recuento máximo de microorganismos en productos alimenticios	688
Tabla 8.9.	Tiempos de conservación de pulpas en atmósfera normal	691
Tabla 8.10.	Tiempos de conservación de pulpas con empaque al vacío	691
Tabla 8.11.	Equipos para el procesamiento de pulpas de aguacate	700
Tabla 8.12.	Composición de ácidos grasos de aceites extraídos de aguacate	708
Tabla 8.13.	Especificaciones de un prototipo de envase comercial para aceite de aguacate	709
Tabla 8.14.	Información básica de un prototipo de envase comercial para aceite de aguacate	710
Tabla 9.1.	Requerimientos ecofisiológicos, edafoclimáticos y limitantes fitosanitarias para el cultivo de aguacate en el departamento de Antioquia	726

Tabla 10.1.	Periodo de semillero (1,5 meses): cuando se obtiene el material de siembra (árboles) en la finca	764
Tabla 10.2.	Periodo de almácigo (11 meses)	765
Tabla 10.3.	Periodo de vivero (0,25 meses): cuando se compran las plantas injertadas	766
Tabla 10.4.	Periodo de establecimiento y desarrollo del cultivo (años 1 al 4)	766
Tabla 10.5.	Periodo de mantenimiento (año 5 o más)	770



Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a Juan Lucas Restrepo Ibiza, entonces exdirector ejecutivo de Corpoica, y a Julián Londoño Londoño, exdirector del Centro de Investigación La Selva, por el respaldo institucional y el apoyo administrativo de nuestras actividades.

Igualmente, expresan su reconocimiento a la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Antioquia, en especial, a su entonces secretario, Jaime Alberto Garzón Araque; así como a Carlos Mario Valencia, técnico operativo de la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA), y al apoyo financiero y técnico de esta, que hizo posible la presente publicación.

Agradecen a la investigadora Luz Adriana Vásquez Gallo por sus observaciones, aportes y permanente apoyo técnico en la planeación y ejecución de las actividades que permitieron consolidar información importante para esta publicación.

Los autores expresan su gratitud a los propietarios y administradores de las fincas en las cuales se realizaron actividades de investigación sobre el desarrollo del aguacate cv. Hass en Antioquia: Mauricio Aristizábal Henao e Iván Arley Jaramillo Castañeda (Támesis); Ricardo Uribe y Maribel Zapata Arias (Amagá); Juan Fernando Mesa Piedrahíta, Ovidio Duque Ramírez, Rafael Moreno y Huber Cartagena (Venecia); José Bustamante Cano y John Mario Zuleta Flórez (Jericó); Pedro Pablo Díaz y Luis Felipe Álvarez (Jardín); Andrés Mejía, Reynel Echavarría, Jorge Eduardo Uribe y Wilson Giraldo (El Retiro); Ricardo Uribe y Álvaro Henao (Rionegro); Joaquín Cuervo Tafur y Rubén Darío Osorio Ramírez (Marinilla); Alejandro Mejía Duque y Juan Fernando Isaza (El Peñol); Carlos Sierra, Álvaro Pérez, Óscar Sierra y Juan Fernando Luján (San Pedro de los Milagros); Juan Camilo Ruiz Pérez y Juan Fernando Vásquez Palacio (Entrerriós).

Agradecen a los asistentes de investigación que participaron en la toma y procesamiento de la información de los ensayos dentro del componente “Caracterización ecofisiológica y productiva de aguacate Hass”: Alba Nora Sánchez Bernal (finca La Escondida, municipio Rionegro); Jesús Miguel Bedoya Salazar (El Cebadero, El Retiro); Lina Marcela Mejía Vásquez (El Guarango, El Retiro); Héctor Mauricio Arias Ortiz (Los Abuelos, El Peñol); Andrés Mauricio Otálvaro Duque (Bellavista, Jardín); José Andrés Henao Otálvaro (El Imperio, Amagá); Lucas Esteban Cano Gallego, Elías Carranza Hernández (El Banco, San Pedro de los Milagros); Héctor David Yepes Castaño y Kiara Yamina Calle Bello (Cantabria La Sierra, San Pedro de los Milagros).

Extienden un agradecimiento especial a los colegas Eduardo Mejía Vélez (asistente técnico particular), José Régulo Cartagena Valenzuela (docente de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín), Germán Franco (investigador de AGROSAVIA, Centro de Investigación La Selva), Danilo Ríos Castaño (Profrutales) y Roberto Aguilar (asistente técnico particular), así como a Andrés Eduardo Mejía Hernández (empresario), por sus desinteresados aportes técnicos y experiencias, que permitieron consolidar la tecnología disponible de este cultivo en Colombia.

Los autores agradecen, finalmente, a Nilsen Anvary Sánchez Garzón, profesional de la Unidad de Comunicaciones de AGROSAVIA del Centro de Investigación La Selva.





Presentación de la segunda edición

El aguacate es uno de los frutales en los que Colombia puede ganar mayor participación en escenarios nacionales e internacionales, siempre que logre desarrollar un producto competitivo con garantías de oferta sostenible. Este fruto ha tenido una progresiva aceptación en todos los mercados a nivel mundial, pues actualmente es considerado como uno de los superalimentos debido a sus diversas propiedades organolépticas y alimenticias, así como a su alto contenido de aceites no saturados y vitaminas. Esta segunda edición del célebre libro de 2014 ofrece un panorama minucioso de la actual producción y tecnología del aguacate en Colombia, lo que será de gran utilidad para los productores de este cultivo, así como para investigadores, académicos, estudiantes, asistentes técnicos, profesionales de avanzada, comercializadores, consumidores y, en general, para todos aquellos involucrados en esta industria.

Presentación de la primera edición

La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, en convenio con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y en atención a las demandas de tecnología por parte de productores, agroindustriales, consumidores e investigadores, ha conformado una agenda de proyectos de investigación y transferencia de tecnología, con base en la cual se pretende desarrollar y ofrecer productos y procesos tecnológicos válidos para su utilización competitiva y sostenible en las principales zonas de producción del país.

AGROSAVIA dispone de una estrategia integral para la socialización de los productos y procesos tecnológicos desarrollados en frutales. Para esto, cuenta con un equipo de investigadores y técnicos especializados, dispuestos a ofrecer asesoría técnica, a desarrollar proyectos conjuntos y a atender las demandas tecnológicas de diferentes representantes de la cadena productiva.

Como elemento complementario a estas actividades, se ha preparado un completo portafolio de publicaciones escritas y audiovisuales en temáticas de prioridad, que está al alcance de los interesados. Un componente fundamental para elevar el impacto del desarrollo tecnológico —en este caso, del aguacate— radica en el establecimiento de alianzas estratégicas institucionales (como la adelantada entre AGROSAVIA y el MADR), a partir de las cuales se integran las fortalezas científicas, tecnológicas, económicas y de infraestructura y se favorece la definición y desarrollo de proyectos productivos en áreas temáticas, sociales y geográficas de prioridad nacional.

Como respuesta a estas alianzas, la presente obra se propone dar a conocer, a usuarios directos y potenciales, los resultados de investigación y transferencia que se han generado como producto del trabajo conjunto entre estas dos entidades.





Los autores

Jorge Alonso Bernal Estrada

jbernal@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). MSc en Horticultura de Mississippi State University. Doctor en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Ha trabajado por más de 20 años en el manejo productivo de frutales de clima frío (mora, granadilla, curuba, tomate de árbol, lulo y aguacate, entre otros). Ha sido autor y coautor de manuales de tomate de árbol, brevo, curuba, aguacate, mango, mora y lulo, así como de artículos técnicos y científicos sobre tales especies. Ha liderado proyectos en el área de investigación y transferencia de tecnología en frutales. Actualmente es investigador PhD asociado en el Centro de Investigación La Selva de AGROSAVIA (Rionegro, Antioquia).

Silvana Builes Gaitán

sbuiles@agrosavia.co

MSc en Economía Agrícola y de Alimentos y profesional en Negocios Internacionales. Como investigadora en AGROSAVIA, ha desarrollado estudios de disposición a pagar por alimentos orgánicos, estrategias de conexión a mercados para pequeños productores, valoraciones económicas ambientales, caracterización de sistemas productivos y estudios de adopción e impacto de tecnologías agrícolas. Previamente, tomó parte en estudios sobre los determinantes socioeconómicos de la degradación del suelo en la principal zona agrícola de Senegal (*Bassin Arachidier*) y participó en labores de fomento de estrategias para la reducción de la deforestación en la Amazonía colombiana, en el contexto de la formulación de los planes de desarrollo del 2016.

Ana Milena Caicedo Vallejo

ana.caicedo@gmail.com

Ingeniera agrónoma. PhD en Ciencias Biología-Entomología. Especialista en Entomología Económica de la Universidad del Valle, Colombia. En la actualidad se desempeña como docente universitaria de Entomología y Fitopatología en la Universidad del Valle (sede Palmira). Ha sido asesora de proyectos de investigación agrícola y representante técnica de Brokaw Nursery (Ventura, California, EE. UU.).

Arturo Carabalí Muñoz

acarabali@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo, MSc en Biología-Entomología y PhD en Ciencias Biología-Entomología. Especialista en Entomología Económica de la Universidad del Valle (Colombia). Líder de proyectos de investigación enfocados en el desarrollo de programas de manejo de insectos plaga de importancia económica en frutales tropicales que incorporan herramientas geoespaciales. Competencia y experiencia en coordinación de proyectos de investigación de identificación de resistencia de plantas a insectos. En la actualidad se desempeña como investigador PhD asociado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, donde coordina proyectos de investigación en insectos-plaga de importancia económica en frutales tropicales y cacao.

María Casamitjana Causa

mcasamitjana@agrosavia.co

Ingeniera agrónoma e ingeniera forestal de la Universidad de Lleida (España). MSc en Ciencias Ambientales en la Universidad de Girona (España) y candidata a PhD en la misma universidad. Ha trabajado en ciencias del suelo, conservación del suelo, zonificación y agricultura de precisión. En cuanto a cultivos, ha trabajado en viñedo, olivo, melocotón, aguacate Hass, frijol y maíz. Está asociada a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA como investigadora máster en el Centro de Investigación La Selva (Antioquia, Colombia).

Óscar de Jesús Córdoba Gaona

ojcordobag@unal.edu.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). MSc en Fitotecnia de la Universidad Federal de Lavras (Minas Gerais, Brasil). Doctor en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Investigador por más de veinte años en el Centro de Investigación El Nus de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, donde ha liderado proyectos en sistemas de producción de caucho y cacao, y en áreas del conocimiento como sistemas agroforestales, fisiología de la producción y fisiología vegetal. Actualmente ocupa el cargo de profesor asistente en el área de Fisiología Vegetal, en el Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín).

Cipriano Arturo Díaz Díez

cdiaz@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo y Máster en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín), con énfasis en ecofisiología. Investigador con formación y experiencia en manejo agronómico y fisiología vegetal en especies de importancia económica en el trópico; en manejo integrado del cultivo en frutales; en sistemas silvopastoriles, agroforestales, arvenses, semilleros y cultivos de seguridad alimentaria; en prácticas de manejo de frutales andinos, y en transferencia de tecnología a grupos de interés. Conferencista en cursos, talleres, seminarios y congresos nacionales e internacionales en las áreas descritas. Actualmente ocupa el cargo de investigador máster sénior en el Centro de Investigación La Selva de AGROSAVIA (Rionegro, Antioquia).

Marcela Duque Ríos

mduque@agrosavia.co

Socióloga de la Universidad de Caldas, con experiencia de más de siete años en la elaboración y coordinación de proyectos sociales y trabajo con comunidades desde la educación experiencial y modelos pedagógicos basados en la alteridad. Cuenta con estudios ambientales y territoriales apoyados en la investigación del pensamiento ambiental, metodologías de la complejidad y relación ecosistema-cultura. Ha realizado investigación e intervención en pedagogías para la paz y transformación de conflictos. Actualmente ocupa el cargo de profesional de transferencia de tecnología en el Centro de Investigación La Selva de AGROSAVIA (Rionegro, Antioquia).

Freddy Forero Longas

freddy.forero@udea.edu.co

Ingeniero agroindustrial de la Universidad del Tolima. Doctor en Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle. Ha sido docente en formulación, gestión y ejecución de proyectos de investigación e innovación; análisis fisicoquímicos avanzados de materias primas y productos terminados; desarrollo de productos agroalimentarios, fitoquímicos y nutraceuticos; ingeniería de procesamiento por tecnologías no convencionales; y modelación, simulación y optimización de procesos agroalimentarios. También ha desarrollado investigaciones en dichas áreas. Actualmente se desempeña como profesor asociado en el Departamento de Alimentos de la Universidad de Antioquia.

Mauricio Londoño Bonilla

mlondonob@agrosavia.co

Administrador de empresas agropecuarias. Especialista en Manejo Poscosecha de Frutas y Hortalizas de la Universidad Católica de Oriente (Rionegro, Antioquia). Maestría en Desarrollo Comunitario Sustentable de la Universidad Nacional de Costa Rica (sede Heredia). Experiencia de 26 años en investigación, transferencia de tecnología, extensión y capacitación agrícola. Líder y coejecutor de proyectos de investigación, desarrollo tecnológico, vinculación y transferencia de tecnología. Autor y coautor de varias publicaciones técnicas. Ha participado en capacitación y acompañamiento técnico dirigido a diferentes grupos organizados de productores. Docente de cátedra y asesor externo de prácticas y pasantías. Instructor agrícola en varias instituciones de formación. Actualmente desempeña el cargo de investigador máster en el Centro de Investigación La Selva de AGROSAVIA (Rionegro, Antioquia).

Martha Eugenia Londoño Zuluaga

londonomartha57@gmail.com

Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Maestra en Ciencias, con Especialidad en Sanidad Vegetal del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (México). Durante 31 años ha trabajado en investigación y en generación de estrategias para el manejo de plagas en frutales, hortalizas, maíz, arroz y frijol. Se destaca su aporte a la cadena productiva de aguacate, a la cual ha estado vinculada como investigadora desde Corpoica (hoy AGROSAVIA), pero también como productora, consultora y asesora. Fue la directora académica del IX World Avocado Congress en el 2019, evento de más alto prestigio sobre el aguacate en el mundo.

Jairo García Lozano

jgarcialo@ut.edu.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad del Tolima. MSc en Ciencias Agrarias con énfasis en Fisiología de Cultivos. Doctor en Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá). Ha trabajado por más de 30 años en las áreas de recursos genéticos vegetales, agroforestería, zonificación de la aptitud de las tierras y ecofisiología vegetal, con énfasis en estrés abiótico en diversos cultivos, especialmente, cacao, mango, cítricos y aguacate. Ha liderado proyectos de investigación y transferencia de tecnología en frutales y es autor de diversas publicaciones resultado de investigación. Actualmente ocupa el cargo de decano (e) de la Facultad de Ingeniería Agronómica de la Universidad del Tolima (Ibagué).

Takumasa Kondo

tkondo@agrosavia.co

Investigador sénior de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, Centro de Investigación Palmira (Colombia). Ingeniero agrónomo y máster en ciencias (Desarrollo Internacional de Agricultura) de la Universidad de Agricultura de Tokio (Japón). Doctorado en Entomología de la Auburn University (Alabama, EE. UU.). Trabaja en el manejo integrado de plagas (MIP) de frutales tropicales. Es editor en jefe de la revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria y editor temático de varias revistas científicas, entre ellas, *Neotropical Entomology*, *Revista Brasileira de Entomologia* y *Revista Colombiana de Entomología*. Ha publicado más de 170 artículos científicos, incluyendo libros y capítulos de libro.

Nelson Walter Osorio Vega

nwsorio@unal.edu.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia. Magíster y PhD de la Universidad de Hawái (Honolulu, EE. UU.), con un área mayor en Agronomía y Ciencia del Suelo y un área menor en Ecología Microbial. Desde 1995 se desempeña como profesor de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Es el director del Grupo de Investigación de Microbiología del Suelo (Grupo A de Colciencias), en el cual ha dirigido a la fecha cuarenta tesis de posgrado (MSc y PhD) y más de cincuenta trabajos de pregrado. Tiene más de cien publicaciones en revistas indexadas y libros de carácter nacional e internacional. Ha sido evaluador de revistas académicas nacionales y extranjeras. Es consultor especializado en manejo de suelos y nutrición de diversos cultivos (banano, aguacate, palma de aceite, café, mango, guanábana, entre otros).

Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo

grodriguezy@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo con Maestría en Ciencias del Suelo y PhD en Ciencias Agrícolas (Universidad Central de Venezuela). Ha desarrollado trabajos de investigación en frutales tropicales y subtropicales con énfasis en manejo integrado del sistema productivo, nutrición del cultivo, fertilización, salud y calidad de suelos, ecofisiología vegetal y buenas prácticas agrícolas en cultivos de plátano, banano, maracuyá, piña, mango, aguacate y durazno. Se ha desempeñado como investigador y docente universitario en fruticultura. Actualmente es investigador PhD de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA y hace parte de la Red Frutales, Departamento de Semillas, del Centro de Investigación Tibaitatá, sede central (Mosquera Cundinamarca).

Adriana Katerine Rodríguez-León

akrodriguezl@unal.edu.co

Ingeniera agrónoma de la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá). Ha trabajado en las áreas de ecofisiología, fenología, uso y manejo del suelo, monitoreo de variables físicas y químicas de los suelos y seguimiento de las condiciones ambientales en cultivos como palma de aceite, pasifloráceas, aguacate Hass y frutales de clima frío moderado en diferentes regiones del país. Ha estado vinculada a proyectos de investigación con la Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma), el Departamento de Biología de la Universidad Nacional de Colombia (sede Bogotá) y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA.

Tatiana Mallanín Rondón Salas

trondon@agrosavia.co

Magister Scientiarum en Agronomía, con énfasis en Ciencias del Suelo de la Universidad Central de Venezuela. Amplia experiencia en las líneas de investigación de relaciones suelo- planta-clima; física, química y biología de suelos; manejo de suelos y agua; zonificación de cultivos con criterios de sostenibilidad mediante combinación de técnicas de geomática (herramientas como NDVI); estudios relacionados con cambio de uso de suelos y definición de TUT en cultivos frutales y transitorios. Actualmente está adscrita a la Red Frutales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, donde lidera y participa en proyectos sobre cultivos frutales permanentes.

Daniel Ruiz

danisac187@hotmail.com

Geógrafo de la Universidad del Valle. Ha trabajado en el campo de los sistemas de información geográficos (SIG) durante los últimos años aplicándolo a diferentes ramas como la gestión del riesgo, el urbanismo, la salud y la teledetección. Es coautor de un artículo científico sobre la gestión del riesgo en la ciudad de Cali. Actualmente ocupa el cargo de geógrafo investigador en el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Pacífico (CCCP) en el Área de Riesgos Marino-Costeros.

Angélica Sandoval Aldana

apsandovala@ut.edu.co

Ingeniera química de la Universidad Nacional de Colombia y PhD en Ingeniería de Alimentos de la Universidad del Valle. Cuenta con más de doce años de experiencia en el desarrollo de proyectos de investigación en productos y procesos alimentarios. Profesora de la Universidad del Tolima. Líder del grupo interdisciplinario de investigación en Fruticultura Tropical. Investigadora a cargo de proyectos de desarrollo agronómico y agroindustrial y de alianzas institucionales en el departamento del Tolima. Experiencia como docente en asignaturas relacionadas con el área de transformación agroindustrial. Actualmente es directora de la Maestría en Ciencia y Tecnología Agroindustrial de la Universidad del Tolima y es miembro de Colciencias como evaluadora.

Pablo Julián Tamayo Molano

ptamayo@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad Nacional de Colombia (sede Palmira). Maestría en la Universidad Federal de Viçosa (Brasil). Trabajó durante doce años con el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y se encuentra actualmente vinculado con la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA desde 1993, en el Centro de Investigación La Selva (Rionegro, Antioquia). Allí ha desarrollado más de 60 proyectos de investigación en el área de resistencia genética y control de enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos en frutales de clima cálido y frío moderado, hortalizas, leguminosas, papa, estevia, café y sorgo.

Álvaro Tamayo Vélez

atamayo@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Máster en Suelos por la Universidad de Puerto Rico y doctor en Ciencias Agrarias en la línea de investigación de fertilidad de suelos y microbiología por la Universidad Nacional de Colombia (sede Medellín). Es investigador PhD asociado en la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA, donde recibió mención honorífica por el mejor trabajo de investigación y desarrollo tecnológico Corpoica y otras distinciones por el Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Tiene experiencia en el manejo de conservación de suelos y nutrición vegetal en especies de importancia económica en el trópico, en el manejo integrado de cultivos frutales, de cultivos de seguridad alimentaria, cultivos de hortalizas y cultivos industriales.

Édgar Herney Varón Devia

evaron@agrosavia.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad del Tolima. Magíster en Agricultura Ecológica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). PhD en Entomología de CATIE-Universidad de Idaho. Tiene experiencia de trece años en el manejo integrado de plagas en cultivos, principalmente en frutales como mango, aguacate, pasifloras y cítricos. Su interés está enfocado en desarrollar programas de manejo integrado de artrópodos plaga en frutales de clima cálido y medio, que incluyan estrategias de muestreo de poblaciones, uso de control biológico, implementación de criterios de aplicación y desarrollo de herramientas alternativas a las tradicionales de carácter químico. Actualmente es investigador PhD asociado en el Centro de Investigación Nataima (El Espinal, Tolima).

Luz Adriana Vásquez Gallo

lvasquez@agrosavia.co

Administradora de empresas agropecuarias. Magíster en Gerencia de Programas Sanitarios en Inocuidad de Alimentos de la Universidad para la Cooperación Internacional (Costa Rica). Investigadora con formación en desarrollo de proyectos con énfasis en inocuidad en la producción primaria y con experiencia en caracterización agronómica de frutales y de los sistemas de producción agrícola (mora, lulo, tomate de árbol, aguacate, fique y hortalizas). Experiencia en transferencia de tecnología a diferentes grupos, especialmente, productores agrícolas. Actualmente es investigadora máster de AGROSAVIA, en el Centro de Investigación La Selva (Rionegro, Antioquia).

Cristian Alexander Vega Marín

cavegam@correo.udistrital.edu.co

Ingeniero forestal. Especialista en Avalúos Rurales. MSc en Manejo, Uso y Conservación del Bosque de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Bogotá). Ha trabajado en fertilización, adaptación, crecimiento y comportamiento ecofisiológico de especies nativas y exóticas con fines maderables y de conservación; en gestión y formulación de planes de manejo de áreas protegidas; seguimiento a planes de gestión ambiental; estimación de impacto de la transferencia de tecnología en el sector agropecuario; y valuación de coberturas forestales naturales en predios rurales. Ha estado vinculado a la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Conif), a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA y a la Universidad Católica de Oriente.

