



Zonas aptas para aguacate Hass en el departamento del Cauca. Guía para la planificación de cultivos

Diana Lucía Correa Moreno
Editora



DESARROLLO Y VALIDACIÓN
DE TECNOLOGÍAS
PARA INCREMENTAR
LA PRODUCTIVIDAD DEL
CULTIVO DE AGUACATE HASS
EN EL DEPARTAMENTO DEL CAUCA



Gobernación
del Cauca



Zonas aptas para aguacate Hass en el departamento del Cauca. Guía para la planificación de cultivos

Diana Lucía Correa Moreno

Luis Carlos Grajales Guzmán

Sebastián Polo Carrera

Lina Vanessa Garavito Morales

Carlos Eduardo Ospina Parra

María Casamitjana Causa

Andrés Felipe Rodríguez Vásquez

Francisco José Sánchez Marín

Edinson Castillo López

Zonas aptas para aguacate Hass en el departamento del Cauca: guía para la planificación de cultivos. / Editora : Diana Lucía Correa Moreno. -- Mosquera, (Colombia) : AGROSAVIA, 2023.

240 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)
Incluye referencias bibliográficas, gráficos y fotografías.

ISBN: 978-958-740-694-8

ISBN e-Book: 978-958-740-695-5

1. *Persea americana* 2. Factores edáficos 3. Análisis del suelo 4. Mejora de suelos 5. Relaciones planta suelo 6. Cultivo 7. Cauca (Colombia). I. Correa Moreno, Diana Lucía (Editora).

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 Tibaitatá, Mosquera – Cundinamarca. Código postal 250047 Colombia.

Esta publicación forma parte de los resultados del proyecto “Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca”, con código BPIN 2018000100010, ejecutado por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA, el cual fue financiado con recursos públicos del Sistema General de Regalías del departamento del Cauca, convenio 1929. La Gobernación del Cauca, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico y Competitividad, respaldó la ejecución de este proyecto, al igual que las asociaciones de productores conformadas en los municipios de Piendamó, Cajibío, Morales, Caldono, Sotará, Timbío, El Tambo, Popayán, Caloto, Corinto y Toribío.

Colección: Alianzas AGROSAVIA

Tipología: Libro de análisis

Primera edición, noviembre de 2023

Preparación editorial:

Editorial AGROSAVIA

editorial@agrosavia.co

Líder editorial: Astrid Verónica Bermúdez

Edición: Felipe Solano Fitzgerald

Diseño de colección: María Cristina Rueda Traslaviña

Diseño y diagramación: Mónica Cabiati Daza

Ilustraciones: Juan Felipe Martínez Tirado

Impresión: DGP Editores S. A. S.

Impreso en Bogotá, Colombia, noviembre de 2023

Printed in Bogotá

Citación sugerida: Correa-Moreno, D. L. (Ed.). (2023). *Zonas aptas para aguacate Hass en el departamento del Cauca. Guía para la planificación de cultivos*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA.

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones e 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, declaran 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 hubieran vulnerado como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Tabla de contenido

Agradecimientos	17
Introducción	19
Capítulo I. Valoración de la oferta biofísica en áreas con potencial para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	24
Introducción	25
Metodología	26
Distribución de geoformas a escala semidetallada (1:25.000) en zonas con potencial para cultivos de aguacate Hass	34
Caracterización de unidades de suelos presentes en el territorio	42
Coberturas de la tierra y uso actual	58
Referencias.....	65
Capítulo 2. Fertilidad y requerimientos edáficos para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	66
Introducción	67
Metodología.....	68
Fertilidad de suelos en zonas productoras de aguacate Hass en el departamento del Cauca	76
Contenido de nutrientes en frutos de aguacate Hass en zonas productoras del Cauca.....	101

Factores edafoclimáticos que influyen en el desarrollo del aguacate Hass.....	105
Requerimientos edafoclimáticos para aguacate Hass en zonas productoras del departamento del Cauca.....	115
Referencias	121
Capítulo III. Aspectos socioeconómicos del sistema de producción de aguacate Hass en el departamento del Cauca	126
Introducción	127
Metodología.....	128
Sistema socioproductivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca	131
Cadena productiva de aguacate Hass en el departamento del Cauca	154
Conclusiones	158
Referencias	158
Capítulo IV. Zonas aptas para el cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca (1:25.000)	160
Introducción	161
Metodología.....	163
Zonas aptas para el cultivo de aguacate Hass en municipios del departamento del Cauca (1:25.000)	183
Referencias	233
Los autores	236

Lista de figuras

Figura 1.1. Delimitación de áreas municipales para valorar la oferta biofísica en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	28
Figura 1.2. Distribución de pisos térmicos en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	29
Figura 1.3. Distribución de perfiles de suelos descritos en el área de estudio.	31
Figura 1.4. Procesamiento de información cartográfica e imágenes RapidEye para clasificar las coberturas y el uso del suelo en la zona de estudio.	33
Figura 1.5. Unidades de paisaje presentes en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca. a	35
Figura 1.6. Distribución de unidades de paisaje en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	36
Figura 1.7. Distribución de unidades de relieve en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	40
Figura 1.8. Distribución de unidades de formas de terreno en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	41
Figura 1.9. Unidades cartográficas de suelos en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	43

Figura 1.10. Relación <i>paisaje (formas de terreno)</i> - <i>suelo</i> en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	46
Figura 1.11. Perfiles característicos descritos en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	52
Figura 1.12. Grupos de perfiles característicos según variables químicas. Análisis clúster	57
Figura 1.13. Distribución de coberturas de la tierra en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	60
Figura 1.14. Coberturas predominantes en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	61
Figura 1.15. Distribución de coberturas asociadas a territorios agrícolas en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	62
Figura 1.16. Tipo de coberturas agrícolas predominantes en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca. a. Mosaico de pastos y cultivos; b. Monocultivo de café.....	62
Figura 1.17. Distribución de áreas de bosques en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	63
Figura 1.18. Tipo de coberturas naturales en áreas de bosques en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.	63
Figura 1.19. Distribución de coberturas a nivel municipal en zonas con potencial para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	64
Figura 2.1. Distribución de sitios de muestreo en zonas de cultivo de aguacate Hass. Los números corresponden al código de las fincas en el proyecto.....	70
Figura 2.2. Sitios de muestreo para determinar la fertilidad del suelo en áreas de producción de aguacate.	71
Figura 2.3. Muestreo de suelos en campo y procesamiento de muestras en laboratorio.	72

Figura 2.4. Validación de información de requerimientos biofísicos del cultivo mediante ejercicio participativo en municipios de ejecución del proyecto.....	75
Figura 2.5. Aspecto de perfiles de suelos característicos en sistemas de producción de aguacate Hass distribuidos sobre unidades cartográficas predominantes en la zona.	77
Figura 2.6. Comportamiento de las variables químicas en las unidades de suelos con cultivos de aguacate Hass que fueron evaluadas.	80
Figura 2.7. Análisis clúster para diferenciar los sitios evaluados según las variables químicas.....	84
Figura 2.8. Comportamiento de variables orgánicas en unidades de suelos evaluadas en cultivos de aguacate Hass.	88
Figura 2.9. Comportamiento de variables físicas en unidades de suelos evaluadas en cultivos de aguacate Hass.	94
Figura 2.10. Comportamiento de la conductividad hidráulica (k) en unidades de suelos en cultivos de aguacate Hass.....	97
Figura 2.11. Análisis clúster para diferenciar los grupos de sitios de cultivo evaluados según variables físicas.....	98
Figura 2.12. Análisis clúster para diferenciar los grupos de sitios de cultivo evaluados según contenido de nutrientes en frutos.	103
Figura 2.13. Comportamiento de variables climáticas en zonas productoras de aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	110
Figura 2.14. Factores de ubicación de los cultivos en zonas productoras de aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	112
Figura 2.15. Factores edáficos que se deben considerar en requerimientos del cultivo en zonas productoras de aguacate Hass en el departamento del Cauca	113

Figura 2.16. Nivel de categorización de variables ambientales que influyen en el comportamiento productivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca (% participantes).	116
Figura 2.17. Percepción de los encuestados sobre las variables que influyen en el comportamiento productivo del aguacate Hass en el departamento del Cauca.	120
Figura 3.1. Talleres de diagnóstico para levantar la información primaria con productores de aguacate en Toribío, Morales y Timbío	130
Figura 3.2. Esquema metodológico de la caracterización del sistema de producción de aguacate Hass en municipios priorizados.	130
Figura 3.3. Talleres de validación de la información primaria recopilada en zonas productoras de aguacate Hass en Piendamó, Caldon, Sotar y Popayán.	131
Figura 3.4. Ubicación de zonas productoras en los municipios de influencia del proyecto.	133
Figura 3.5. Características de la infraestructura asociada a sistemas de producción de aguacate Hass en el departamento del Cauca.	135
Figura 3.6. Disponibilidad de servicios públicos en municipios analizados en el departamento del Cauca.	136
Figura 3.7. Tamaño de área de cultivo en los municipios analizados en el departamento del Cauca.	139
Figura 3.8. Rango de edad de productores del cultivo en municipios analizados en el departamento del Cauca.	139
Figura 3.9. Nivel de escolaridad de productores del cultivo en municipios analizados en el departamento del Cauca.	140
Figura 3.10. Características del manejo del cultivo en sistemas de producción de aguacate en el departamento del Cauca.....	143

Figura 3.11. Tipo de riego utilizado para el cultivo de aguacate Hass en los municipios analizados en el departamento del Cauca.	144
Figura 3.12. Tipo de fertilización utilizado para el cultivo en los municipios analizados en el departamento del Cauca.	146
Figura 3.13. Calidad de aguacate Hass cosechado.....	147
Figura 3.14. Principal destino de la producción para el cultivo en los municipios analizados en el departamento del Cauca.	148
Figura 3.15. Fuentes de información sobre el cultivo de aguacate consultadas por los productores que participaron en el proyecto.....	149
Figura 3.16. Estrategias de transferencia y vinculación tecnológica con actores de la cadena de aguacate Hass en Caldon, Sotar y Timbío. ..	154
Figura 3.17. Estructura y actores de la cadena de valor del sistema productivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca.	157
Figura 4.1. Ejercicio participativo de cartografía para identificar el TUT en los municipios priorizados.	165
Figura 4.2. Validación de información de zonas aptas para aguacate Hass en municipios del Cauca.	182
Figura 4.3. Características del tipo de utilización de la tierra (TUT) para aguacate Hass en municipios del Cauca.....	184
Figura 4.4. Zonas aptas para el cultivo de aguacate Hass (1:25.000) en los municipios priorizados del departamento de Cauca. Aptitud integrada (socioeconómico y biofísico).....	187
Figura 4.5. Aptitud biofísica para el cultivo de aguacate Hass (1:25.000) en municipios priorizados del departamento de Cauca.	191
Figura 4.6. Aptitud biofísica para el cultivo de aguacate Hass (1:25.000) en municipios priorizados del departamento de Cauca.	193
Figura 4.7. Aptitud climática para el cultivo de aguacate Hass en municipios priorizados del departamento de Cauca: Condiciones climáticas, temperatura, precipitación y brillo solar.....	194



Figura 4.8. Aptitud de criterios del subcomponente edáfico para zonificación de aguacate Hass. Condiciones de enraizamiento	197
Figura 4.9. Aptitud de criterios del subcomponente edáfico para zonificación de aguacate Hass. Disponibilidad de oxígeno.....	200
Figura 4.10. Aptitud de criterios del subcomponente edáfico para zonificación de aguacate Hass según condiciones de laboreo: pedregosidad, pendiente y textura.	202
Figura 4.11. Aptitud de criterios del subcomponente edáfico para zonificación de aguacate Hass. Susceptibilidad a pérdida de suelos	205
Figura 4.12. Aptitud de criterios del subcomponente edáfico para zonificación de aguacate Hass. Disponibilidad de humedad	208
Figura 4.13. Aptitud de criterios del subcomponente edáfico para zonificación de aguacate Hass. Disponibilidad de nutrientes	211
Figura 4.14. Aptitud de criterios del subcomponente edáfico para zonificación de aguacate Hass. Toxicidad por saturación de aluminio.	215
Figura 4.15. Aptitud de criterios socioecosistémicos para zonificación de aguacate.....	217
Figura 4.16. Aptitud de criterios de susceptibilidad fitosanitaria para zonificación de aguacate Hass.	218
Figura 4.17. Aptitud socioeconómica para el cultivo de aguacate Hass en municipios priorizados del departamento del Cauca.	221
Figura 4.18. Aptitud de criterios de la dimensión económica para zonificación de aguacate Hass. Condiciones de desarrollo, mano de obra y comercio y oportunidades de venta.	223
Figura 4.19. Aptitud de criterios de la dimensión sociocultural para zonificación de aguacate Hass. Apoyo institucional.	226
Figura 4.20. Aptitud de criterios de la dimensión sociocultural para zonificación de aguacate Hass. Organización.....	227

Figura 4.21. Aptitud de criterios de la dimensión sociocultural para zonificación de aguacate Hass. Seguridad y mantenimiento.	228
Figura 4.22. Aptitud de criterios de la dimensión sociocultural para zonificación de aguacate Hass. Multifuncionalidad.	229
Figura 4.23. Aptitud de criterios de la dimensión tecnológica para zonificación de aguacate Hass. Balances tecnológicos en la producción primaria e infraestructura tecnológica	231

Lista de tablas

Tabla 1.1. Distribución y origen de unidades geomorfológicas identificadas en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca. Leyenda geomorfológica escala 1:25.000	37
Tabla 1.2. Subgrupos taxonómicos presentes en unidades cartográficas de suelos identificadas en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca	44
Tabla 1.3. Características morfológicas de algunos perfiles característicos de suelos descritos en zonas con potencial para aguacate Hass.	49
Tabla 1.4. Distribución porcentual de fracciones granulométricas en perfiles característicos identificados en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca	51
Tabla 1.5. Propiedades químicas de suelos en perfiles característicos identificados en zonas potenciales para aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	55
Tabla 1.6. Tipos de coberturas de la tierra y uso actual según Corine Land Cover en zonas de influencia del proyecto	59

Tabla 2.1. Descripción de unidades de muestreo para analizar la fertilidad de suelos	69
Tabla 2.2. Valores de las características químicas evaluadas en cultivos de aguacate Hass en el departamento del Cauca	78
Tabla 2.3. Valores de materia orgánica, carbono y nitrógeno evaluados en cultivos de aguacate Hass en el departamento del Cauca.....	87
Tabla 2.4. Características físicas evaluadas en cultivos de aguacate Hass en el departamento del Cauca	91
Tabla 2.5. Estimación del contenido de nutrientes en frutos de cultivos de aguacate Hass en el departamento del Cauca	102
Tabla 2.6. Valores referentes de requerimientos edafoclimáticos del cultivo de aguacate para diferentes regiones productoras	107
Tabla 2.7. Consolidado de requerimientos edáficos del cultivo ajustados a condiciones de las zonas productoras del departamento del Cauca	118
Tabla 3.1. Principales características socioeconómicas asociadas al cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca	134
Tabla 3.2. Principales características productivas asociadas al manejo del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca	145
Tabla 3.3. Escala de tipificación de productores de aguacate Hass en los municipios analizados en el departamento del Cauca	151
Tabla 4.1. Criterios y variables evaluados en la dimensión biofísica y ambiental	167
Tabla 4.2. Criterios y variables evaluados en la dimensión socioeconómica y tecnológica.	173
Tabla 4.3. Categorías para evaluar la aptitud de criterios y variables biofísicas y socioeconómicas.....	176

Tabla 4.4. Rangos de aptitud y exclusiones para aptitud biofísica para aguacate Hass en municipios priorizados en el departamento del Cauca.....	177
Tabla 4.5. Principales características asociadas al tipo de utilización de la tierra (TUT) en zonas productoras de aguacate Hass en el departamento del Cauca.	185
Tabla 4.6. Distribución de categorías de aptitud integrada para el cultivo de aguacate Hass en área de evaluación del departamento del Cauca	188
Tabla 4.7. Distribución de subcategorías de aptitud integrada para el cultivo de aguacate Hass en área de evaluación del departamento del Cauca	189
Tabla 4.8. Distribución de categorías de aptitud biofísica para el cultivo de aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.) cv. Hass en el área evaluada en el departamento del Cauca	190
Tabla 4.9. Distribución de áreas con aptitud socioeconómica para aguacate Hass en la zona de estudio.....	220



Agradecimientos

Los autores y La Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-AGROSAVIA agradecen al Sistema General de Regalías, a la Gobernación del Cauca y al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por la financiación con recursos públicos de esta publicación mediante el proyecto “Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca”. Asimismo, a los agricultores de los municipios de ejecución y equipo técnico de los centros de investigación Palmira y La Selva de AGROSAVIA, que apoyaron actividades de investigación, vinculación y validación en el departamento del Cauca, y permitieron generar este documento.



Introducción

El área de cultivo de aguacate Hass (*Persea americana* cv. Hass) en Colombia se ha expandido en los últimos años debido a que se ha convertido en una de las cadenas productivas agrícolas de mayor importancia económica en el país (Quiceno-Rico et al., 2019). A esto se suma el hecho de que las diferentes regiones donde se ubican las zonas de producción cuentan con condiciones agroclimáticas diversas y favorables para su desarrollo (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2016).

Sin embargo, al igual que para muchos otros frutales, en Colombia no se tienen en cuenta los componentes de la función productiva (genotipo, ambiente y la interacción genotipo-ambiente) para cultivar aguacate, a pesar de que el conocimiento de estos factores permitiría entender con más precisión la respuesta de la especie a las condiciones tropicales en las que actualmente se aprovecha en el país.

Desconocer que estos factores influyen sobre todos los aspectos del crecimiento del aguacate y determinan la magnitud con la que se expresa su potencial genotípico (Gandolfo, 2008) puede tener un efecto en la productividad y eficiencia del cultivo. En el caso de Colombia, a pesar de que tiene ventajas comparativas en relación con la oferta medioambiental requerida para alcanzar el potencial productivo de la especie, se ha identificado una brecha en los rendimientos de la producción en comparación con otros países productores.

Si bien varios estudios en el país han identificado las condiciones edafoclimáticas en las cuales el cultivo muestra un mejor comportamiento productivo y de calidad de fruta (Bernal-Estrada, 2017; Jines-León & Eitzinger, 2021; Rondon-Salas et al., 2020), aún es necesario realizar investigación básica para mejorar las condiciones de cultivo en ambientes con características específicas, así como desarrollar tecnologías adecuadas al medio colombiano con bases científicas y tecnológicas de la agricultura moderna, las cuales han acusado exitosos cambios en los países desarrollados (Bernal-Estrada, 2016).

La zonificación de los sectores agropecuarios debe tener un enfoque interdisciplinario e incorporar la información socioecosistémica y socioeconómica relacionada con la competitividad de las áreas, así como tener en cuenta criterios de política y gobernabilidad.

En este contexto, los estudios de zonificación constituyen un instrumento de planificación para las áreas rurales que facilita la identificación de áreas geográficas con características físicas, biológicas, humanas, socioeconómicas e institucionales aptas para un uso determinado, las cuales pueden ser interpretadas en términos de objetivos para la gestión agrícola (Unidad de Planificación Agropecuaria [UPRA], 2013).

La zonificación de los sectores agropecuarios debe tener un enfoque interdisciplinario e incorporar la información socioecosistémica y socioeconómica relacionada con la competitividad de las áreas, así como tener en cuenta criterios de política y gobernabilidad. También es importante que sea aplicada siguiendo los lineamientos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés).

Específicamente, este libro presenta las características biofísicas y socioeconómicas de áreas productoras y potenciales de las zonas aptas para aguacate Hass (escala semidetallada 1:25.000) en once municipios del departamento del Cauca (Colombia): Cajibío, Caldono, Caloto, Corinto, El Tambo, Morales, Piendamó, Popayán, Sotará, Toribío y Timbío (figura 1). Aplicando la metodología de

evaluación de tierras y zonificación, describe y analiza información sobre las condiciones de suelos, paisajes y clima, requerimientos del cultivo y variables socioeconómicas que determinan la competitividad del sector y la cadena productiva. Esta información contribuye a establecer las limitantes del cultivo y la tecnología que se necesita para la planificación de nuevas áreas y el mejoramiento de la productividad y competitividad del sistema de producción a nivel regional.

Se trata de un trabajo asociado a los resultados del proyecto “Desarrollo y validación de tecnologías para incrementar la productividad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca”, financiado por el Sistema General de Regalías y la Gobernación del Cauca y ejecutado por AGROSAVIA. Puntualmente, se sintetizan los hallazgos del “Producto 1: Valoración de la oferta biofísica y caracterización socioeconómica de sistemas de producción de aguacate para la identificación de nichos productivos y tecnología requerida en el desarrollo de cultivos de aguacate Hass en el departamento del Cauca”.

Los cuatro capítulos del libro, que corresponden a diferentes fases del proyecto de investigación, abordan la oferta biofísica en áreas con potencial, la fertilidad y los requerimientos edáficos, los aspectos socioeconómicos del sistema de producción y la descripción de las zonas aptas para el cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca. De esta manera, el libro constituye una guía para la planificación y el manejo sostenible del cultivo que contribuye a disminuir las brechas tecnológicas identificadas para el cultivo en el departamento del Cauca.

Referencias

Bernal-Estrada, J. (2016). *Estudios ecofisiológicos en aguacate cv. Hass en diferentes ambientes como alternativa productiva en Colombia* [Tesis de doctorado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio institucional. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/55435>

- Gandolfo, S. (2008). *Factores ecofisiológicos relacionados con el crecimiento vegetativo, floración y desarrollo del fruto del aguacate* [Tesis de doctorado, Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Producción Vegetal]. Repositorio institucional. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/3441/tesisUPV2868.pdf>
- Quiceno-Rico, J. M., Londoño-Chica, S., Mora-Gaviria, G. A., Ricardo Molina, A., Morales-García, B. L., & Pássaro Carvalho, C. (2019). Diagnóstico de aspectos productivos y ambientales en el cultivo de aguacate Hass del Oriente Antioqueño. *Encuentro Sennova del Oriente Antioqueño*, 45-63. <https://doi.org/10.23850/26652447/5/1/2767>
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2013). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios. Caso norte del departamento del Cauca*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/36460/Ver_documento_36460.pdf?sequence=1&isAllowed=y