

Zonificación agrícola para el cultivo de aguacate var. Hass en el municipio de Tuluá- Valle del Cauca, Colombia

Autores: Jonnathan Valencia Flórez ,Samir Genaro Hernández Rendón, John Fredy Caicedo Segura.

jfcaicedos@unadvirtual.edu.co . Director: John Carlos Ruiz Caicedo, Correo:

John.ruiz@unad.edu.counad.edu.co

JOHN FREDY CAICEDO 26 DE MAYO DE 2023 23:59 UTC

Resumen

Este documento presenta un estudio de zonificación de las zonas idóneas para el aguacate Hass (*Persea americana*) en el municipio de Tuluá -Valle del Cauca. El objetivo principal del estudio es proporcionar información precisa y detallada sobre las áreas del municipio que presentan las condiciones prósperas para el cultivo exitoso del aguacate Hass. Para lograr este objetivo, se utilizó métodos basados en el análisis espacial y la evaluación multicriterio (EMC) para integrar y analizar datos climáticos, edáficos y topográficos relevantes. Los estudios resultados se muestran en forma de mapas que muestran la aptitud de las diferentes áreas del municipio para el cultivo, del cual resultan los componentes climático, edáfico y ambiental. El documento finiquita de acuerdo a las recomendaciones técnica del sector agrícola basado sobre la zonificación del municipio de Tuluá Valle.

Palabras clave:Zoning, Multi-criteria evaluation (MCE), Spatial analysis, Hass avocado.

Introducción

La zonificación agrícola es una herramienta fundamental para determinar las áreas más apropiadas para los cultivos en una región específica, evitando de esta manera procesos de deterioro y degradación ambiental (Quintero & Perez, 2006). En el municipio de Tuluá de acuerdo a su zonificación es apta para el cultivo de aguacate Hass.

El aguacate Hass (*Persea americana*) es una variedad altamente demandada en lo nacional y a nivel mundial debido a sus características organolépticas y su valor nutricional (Hurtado-

Fernández et al., 2018; Sandoval et al., 2010). Por lo tanto, es crucial identificar las áreas dentro del municipio de Tuluá que presenten las condiciones agroecológicas óptimas para el cultivo exitoso de esta variedad de aguacate, lo cual puede traer inversión y desarrollo a la zona, pero también puede causar un impacto ambiental que hay que tener en cuenta.

En este documento, se propone llevar a cabo una zonificación en Tuluá, para determinar de acuerdo a sus factores clima, suelo, topografía y su impacto medio ambiental si es idóneo la implementación del cultivo de aguacate Hass.

A través del estudio de técnicas de análisis espacial, la integración de datos climáticos, edáficos, topográficos y la utilización de metodologías de evaluación multicriterio (EMC), se espera obtener una zonificación precisa y confiable de la cual permitan una decisión técnica. Esta zonificación permitirá identificar los espacios con mayor aptitud para el cultivo, así como aquellas que presenten limitaciones o restricciones que deben tenerse en cuenta.

Las EMC son metodologías utilizadas para cumplir un objetivo y dar alternativas de solución y llegar a un objetivo, utilizando diferentes criterios que se modelan a través de pesos asignados y generan una solución multifacética; estos métodos ayudan a los análisis y soluciones de problemas presentados en la planificación (Nijkamp & van Delft, 1977). De esta manera utilizar los sistemas de información geográfica (SIG) junto con métodos de EMC contribuyen los propósitos de la gestión y planeamiento territorial; combinando la capacidad de los SIG de almacenar, analizar y visualizar la información territorial, con la precisión de ponderar diferentes criterios que intervienen en los procesos de planificación e intervención de los territorios (Posada, 2015).

El objetivo primordial de este estudio es proporcionar a los agricultores, técnicos agrícolas y tomadores de decisiones información precisa y detallada sobre las áreas del municipio de Tuluá que muestran los escenarios más favorables para el cultivo exitoso del aguacate Hass. Esta información permitirá una

planificación adecuada y una gestión eficiente de los recursos agrícolas, maximizando así el potencial productivo y favoreciendo al desarrollo sostenible de la región.

En conclusión, el presente documento tiene como objetivo primordial realizar una zonificación de las zonas idóneas para el cultivo de aguacate en el municipio de Tuluá. A través de este estudio, se espera proporcionar información valiosa para los actores del sector agrícola, fomentando así el desarrollo de esta actividad y favoreciendo al aumento monetario y social de la región.

Justificación

El aguacate Hass es un frutal de gran importancia en el mercado global y Colombia se destaca como el tercer mayor productor de aguacate en el mundo, solo superado por la República Dominicana y México (FAOSTAT, 2021). Debido al creciente interés en este cultivo en Colombia, es esencial identificar las áreas más adecuadas para su producción. Para lograr esto, se pueden emplear técnicas de modelado y geoprocésamiento en Sistemas de Información Geográfica (SIG) para generar una zonificación de los espacios idóneos para la siembra del aguacate en el municipio de Tuluá. Esto permitiría mejorar la producción y la competitividad sostenible, al mismo tiempo que se previenen problemas como la degradación del suelo y el uso inadecuado de los recursos naturales (Gomez & Barredo, 2005).

Objetivos

Objetivo general.

Realizar una zonificación de las áreas idóneas para la siembra de aguacate (*Persea americana*) en el municipio de Tuluá.

Objetivos específicos.

- Realizar la modelación de entidad de relación del municipio de Tuluá.
- Realizar un análisis sobre los geo proceso de acuerdo al Sistemas de Información Geográfica (SIG) del municipio de Tuluá.

Metodología

Para alcanzar los objetivos trazados en este estudio, se utilizará una metodología basada en el análisis espacial y la evaluación multicriterio (EMC). Se recopilarán y analizarán datos climáticos, edáficos y topográficos relevantes para el siembra de aguacate Hass en el municipio de Tuluá, obtenidos a partir de datos públicos proporcionados por entidades como el IGAC, CVC y el

IDEAM (IGAC y CVC 2004, CVC 2011, Fonseca et al., 2018). Estos datos se integrarán y analizarán manejando técnicas de análisis espacial y sistemas de información geográfica (SIG) para identificar los espacios con mayor aptitud para la siembra de aguacate. Además, se utilizarán metodologías de EMC para ponderar diferentes criterios y generar una solución multifacética que permita una toma de decisiones informada por los técnicos .

El proceso de zonificación se ejecutó en cuatro etapas fundamentales, como en la Figura 1. En esta primera etapa, se recolectaron datos climáticos, edáficos y topográficos de diversas fuentes y se ajustaron a la zona de estudio (Tuluá) mediante geoprocésos como el recorte, la disolución y la interpolación. En la segunda etapa, se rasterizaron las capas vectoriales y se reclasificaron según los valores cuantitativos asignados para cada variable (ver Tabla 1). En la tercera etapa, se realizó una suma ponderada de las variables correspondientes a cada componente (climático, edáfico y ambiental) utilizando los porcentajes indicados en la Tabla 2. Finalmente, en la cuarta etapa, se realizó la suma ponderada de los rasters de los componentes para generar el mapa de zonificación, que luego se vectorizó y categorizó según la Tabla 3 para obtener el mapa final de aptitud para la siembra del aguacate Hass en el municipio de Tuluá. Las capas generadas y sus geoprocésos están representados en la Figura 2.

Figura. 1. Diagrama de flujo para la zonificación agroambiental.

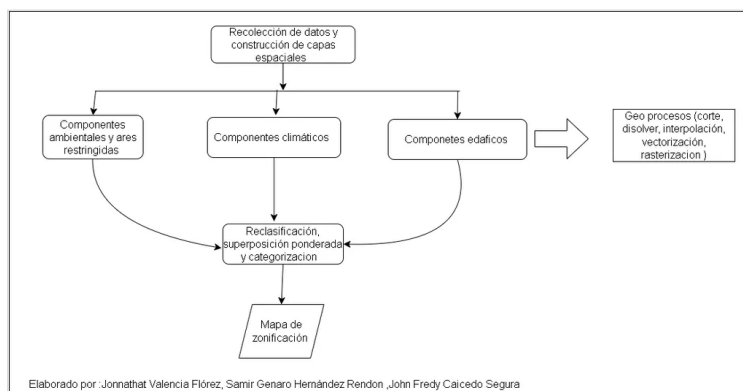


Tabla. 1. Rangos de aptitudes para las variables climáticas y de suelos.

Los requerimientos necesarios y utilizados en la zonificación de aguacate en Tuluá se presentan en la tabla 1. En ella se detallan los diferentes factores y variables considerados en el proceso de zonificación. Cada factor y variable está acompañado de una calificación de aptitud en el cultivo de aguacate Hass en el municipio de Tuluá. La tabla proporciona una visión clara y concisa de los criterios utilizados para determinar las áreas más adecuadas para el cultivo de aguacate Hass en Tuluá.

Variable	Alta	Moderada	Aptitud		
			Baja	Marginal	No apto
Cuantitativo	8-10	7-7.99	5-6.99	3-4.99	1-2.99
Temperatura (°C)	18-20	16-18/20-22	15-16/22-24	14-15/24-25	<14-25<
Precipitación (mm año)	1.500-2.000	1.000-1.500/2.000-2.200	800-1.000/2.200-2.300	700-800/2.500-2.600	<700-2.600<
Humedad (%)	67-75	75-85	85-90	95	95<
Suelos	Profundos, fértiles con buen drenaje, Francos, buena fertilidad	Moderadamente profundos, Franco limoso, fertilidad media	Ligeramente profundos, franco arcilloso arenoso, buena fertilidad	Superficiales, baja fertilidad, arenosos	Muy superficiales, arenosos, baja fertilidad, sin drenajes.

Fuente: (Anguiano et al., 2003, Bernal et al., 2014, BANCOLDEX y UTCF 2015, Campos 2012),

Tabla 2. Peso de influencia en la para la EMC para cada componente que constituye el mapa de aptitud.

En el proceso de zonificación de aguacate en Tuluá, se utilizaron diferentes pesos para cada componente considerado en el análisis. Los componentes incluyen factores climáticos, edáficos y ambientales, y cada uno de ellos tiene un peso asignado que refleja su importancia relativa para determinar las áreas aptas para la siembra de aguacate Hass. Los pesos se asignaron utilizando una metodología de evaluación multicriterio (EMC) que permite ponderar diferentes criterios y generar una solución multifacética. La asignación de pesos se realizó teniendo en cuenta la relevancia de cada componente (Tabla 2).

Componente	Capa	Peso influencia (%)	Peso influencia(%)
Ambiental	Sin restricción	70	30
	Cobertura suelo	30	
Edáfico	Capacidad de uso	50	25
	Suelos	50	
Climático	Precipitación	35	45
	Temperatura	30	
	Humedad	35	

Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo Segura

Tabla 3. Clasificación de categorías de la aptitud de la zona.

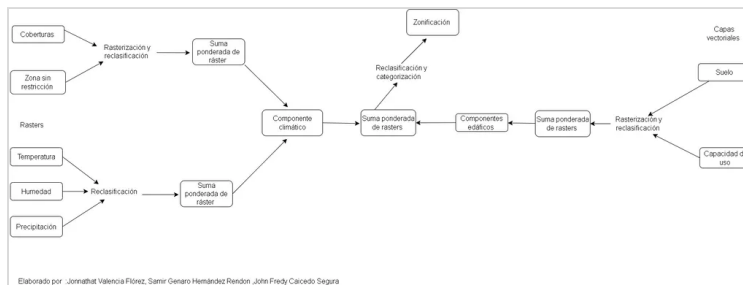
Para la clasificación de categorías de la aptitud de la zona se presenta información cuantitativa y cualitativa sobre la idoneidad de las diferentes áreas del municipio de Tuluá para la siembra de aguacate Hass. En ella se detallan las diferentes categorías de aptitud, desde las más adecuadas hasta las menos adecuadas, junto con los valores cuantitativos que las definen. Además, cada categoría está representada por un color específico que facilita su identificación en el mapa final de zonificación. Esta tabla

proporciona una visión clara y concisa de las diferentes áreas del municipio de Tuluá para la implementación del cultivo (Tabla 3).

Clasificación cualitativa	Rango cuantitativo	Color
No apto	1 - 2,99	[Red]
Marginal	3- 4,99	[Orange]
Bajo	5- 5,99	[Yellow]
Moderado	6 – 7,99	[Light Green]
Alto	8 – 10	[Dark Green]

Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo Segura

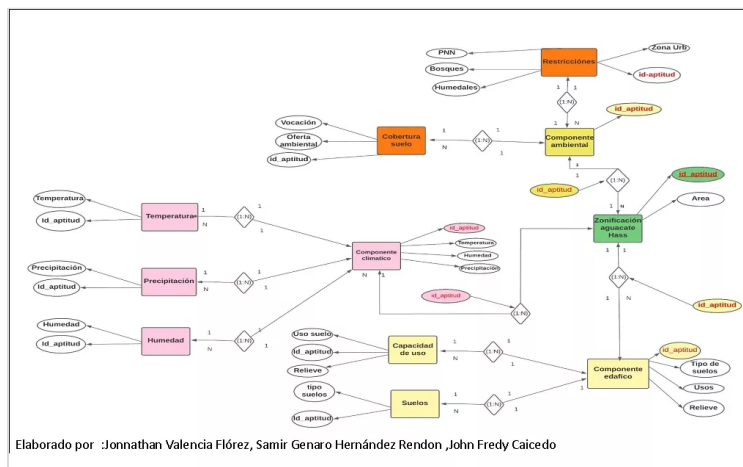
Figura 2. Flujograma de geo procesos.



Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo Segura

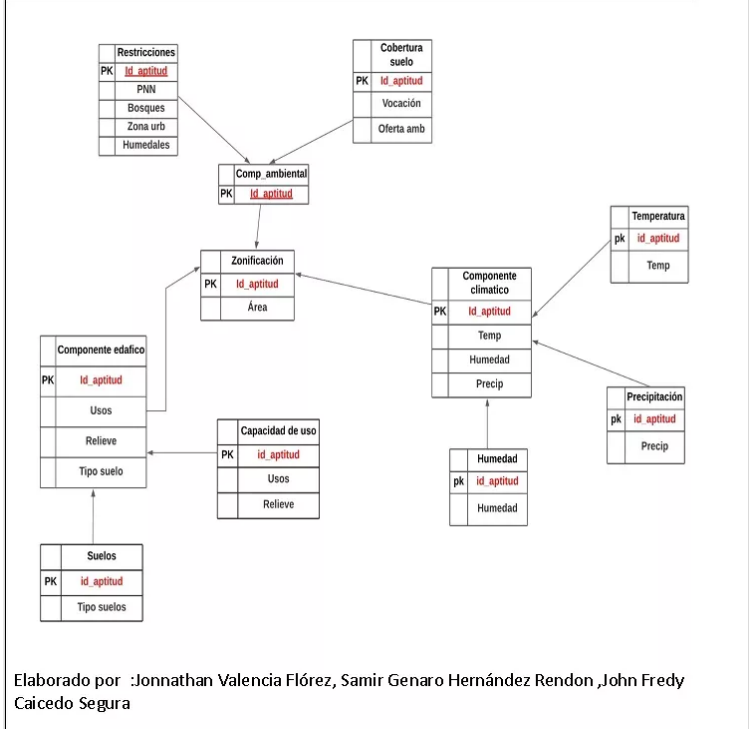
Diagrama entidad relación.

Este apartado de resultados presenta el mapa lógico de relación entidad desarrollado para la zonificación de aguacate en Tuluá. Este mapa ilustra cómo las diferentes entidades y variables interactúan para determinar las áreas óptimas para la implementación del aguacate Hass en el municipio. Al visualizar las relaciones entre las entidades y variables, el mapa proporciona una comprensión más profunda de la lógica detrás del proceso de zonificación y sus resultados.



Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo

Diagrama de flujo de la entidad de relacion.

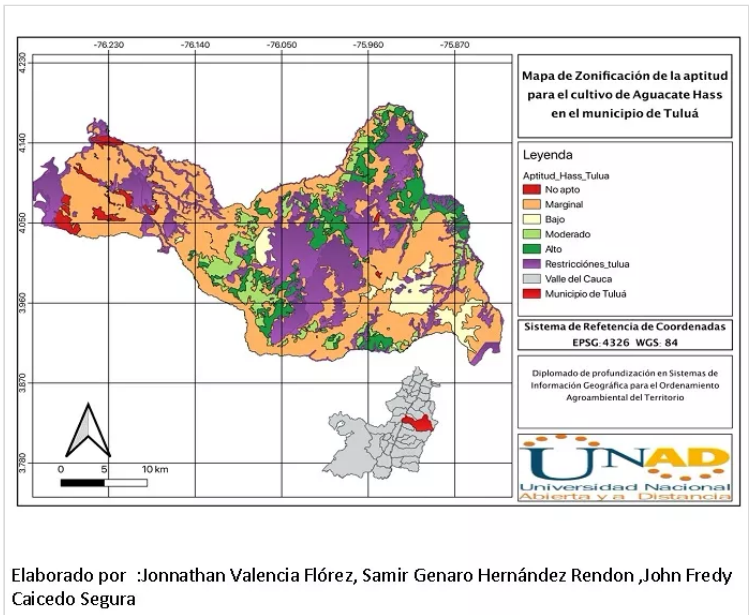


Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo Segura

Resultados

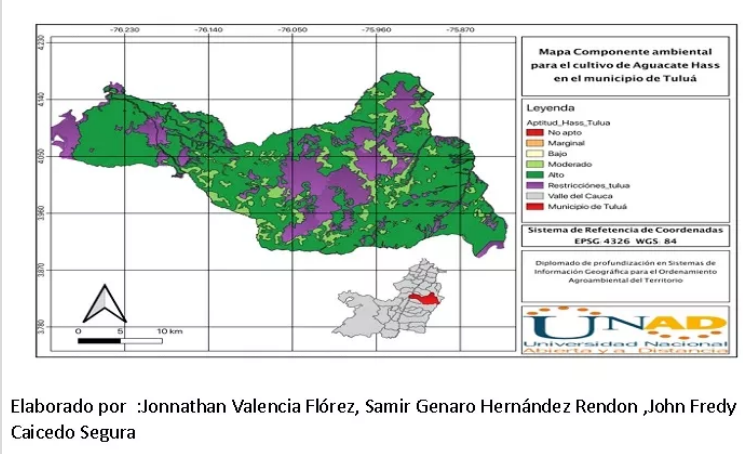
Figura 4. Mapa de Zonificación de Aguacate Hass.

Los resultados del proceso de zonificación de aguacate en Tuluá se presentan en forma de un mapa que muestra la aptitud de las diferentes áreas del municipio para la siembra de aguacate Hass. Estos mapas se generaron utilizando técnicas de análisis espacial y evaluación multicriterio (EMC) para integrar y analizar datos climáticos, edáficos y topográficos relevantes (Figura 4).



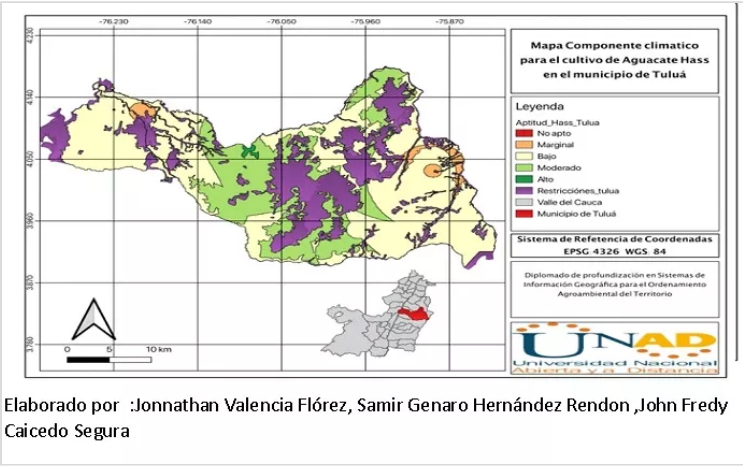
Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo Segura

Figura 5 Mapa componente ambiental del municipio de Tuluá.



Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo Segura

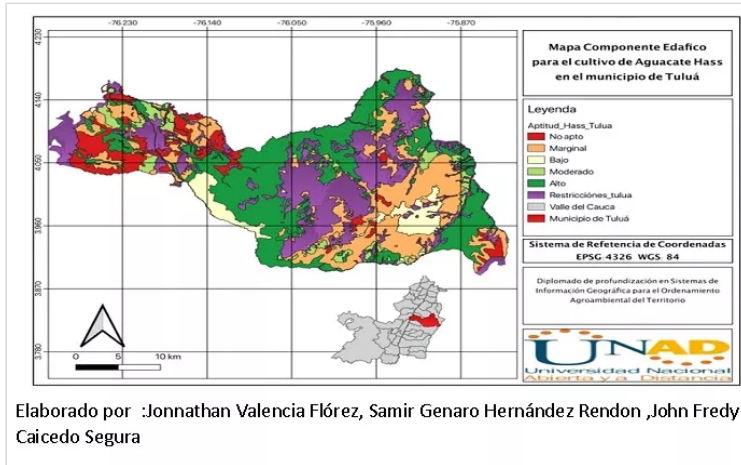
Figura 5.2 Mapa componente climático del municipio de Tuluá.



Elaborado por :Jonnathan Valencia Flórez, Samir Genaro Hernández Rendon ,John Fredy Caicedo Segura

Figura 5.3. Mapas de componente edáfico para el cultivo de aguacate Hass en el municipio de Tuluá.

Los mapas muestran la aptitud de las diferentes áreas del municipio para la siembra del aguacate Hass en términos de los componentes climático, edáfico y ambiental. Cada componente se representa mediante un mapa específico que muestra los lugares con mayor aptitud para el cultivo en términos de ese componente en particular. Los mapas también muestran las áreas con limitaciones o restricciones que deben tenerse en cuenta al planificar el cultivo en el municipio (Figura 5).



En resumen, los resultados del proceso de zonificación proporcionan información valiosa y detallada sobre las áreas del municipio de Tuluá que muestran las condiciones más propicias para el cultivo exitoso del aguacate Hass. Esta información permitirá una planificación adecuada y una gestión eficiente de los recursos agrícolas, maximizando así el potencial productivo y ayudando al desarrollo sostenible de la región.

Conclusiones y recomendaciones.

El proceso de zonificación de aguacate en Tuluá permitió identificar las áreas del municipio con mayor aptitud para implementar la siembra del aguacate Hass.

Los resultados del proceso de zonificación proporcionan información valiosa y detallada para la planificación adecuada y la gestión eficiente de los recursos agrícolas en el municipio de Tuluá.

El uso de técnicas de análisis espacial y evaluación multicriterio (EMC) permitió integrar y analizar datos climáticos, edáficos y topográficos relevantes para establecer las áreas más adecuadas para el aguacate Hass en el municipio.

Se recomienda utilizar los resultados del proceso de zonificación como base para determinar que se debe hacer juntos con el sector agrícola del municipio de Tuluá.

Se sugiere llevar a cabo un seguimiento y monitoreo constante de las áreas identificadas como idóneas para el cultivo de aguacate Hass para asegurar un cuidado sostenible de los recursos agrícolas.

Se recomienda considerar las limitaciones y restricciones identificadas en el proceso de zonificación del municipio de Tuluá.

Bibliografía

· Anguiano, J., Contreras, Coria-Avalos, V. M., Ruíz-Corral, J. A., Chávez-León, G., Alcántar-Rocillo, J. J. (2003). Caracterización edáfica y climática del área productora de aguacate Persea americana cv. "Hass" en Michoacán, México Proceedings V World Avocado Congress, Málaga, España, 323-328. http://avocadosource.com/WAC5/Papers/WAC5_p323.pdf

· Bancoldex y UTCF (2015). Documento final de conclusión de la metodología, memorias técnicas y mapas por aptitud de uso para cultivos comerciales de aguacate Hass en Colombia, a escala 1:100.000. <https://www.ptp.com.co/documentos/AGUACATE%20HASS%20ESTUDIO.pdf>

· Bernal, J., Díaz, C., Osorio, C., Tamayo, A., Osorio, W., Córdoba, O., Tamayo, P., Kondo, T., Carabali, A., Varon, E., Caicedo, A., Sandoval, A., Forero, F., Garcia, J., & Londoño, M. (2014). ACTUALIZACIÓN TECNOLÓGICA Y BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) EN EL CULTIVO DE AGUACATE. En Actualización tecnológica y buenas prácticas agrícolas (BPA) en el cultivo de aguacate. Manual Técnico CORPOICA, Centro de Investigación la Selva (pp. 11-151).

· Campos, C. O. (2012). Zonificación agroecológica del aguacate (*Persea americana* Mill. Var. Hass) en la cuenca del río Duero. [Tesis Maestría en Ciencias en Producción Agrícola Sustentable], Instituto Politécnico Nacional, CiiDir, Unidad Michoacán. <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/12258?show=full>

· CVC (2017). Geoportal. <http://www.geocvc.co/Geoservicios.html>

· FAOSTAT. (2021). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Cultivos y productos de ganadería. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>

· Fonseca, F., Aguilar, D., Siachoque, R., Urbina, J., Otero, J., Ráramo, G., & García, E. (2018). Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de aguacate Hass en Colombia, a escala 1: 100.000.

· Hurtado-Fernández, E., Fernández-Gutiérrez, A., & Carrasco-Pancorbo, A. (2018). Avocado fruit— *Persea americana*. *Exotic Fruits*, 37-48. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-803138-4.00001-0>

· IGAC (2017). Usos de suelo (12 de julio de 2017). <http://datos.igac.gov.co/pages/agrologia>.

· IGAC y CVC (2004). Levantamiento de suelos y zonificación de tierras del departamento del Valle del Cauca. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.

· Nijkamp, P., & van Delft, A. (1977). Multi-Criteria Analysis and Regional Decision-Making. Springer US. <https://books.google.com.co/books?id=CEdkypXrsLwC>

· Posada, H. B. (2015). EVALUACIÓN MULTICRITERIO Y SIG. COMO HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN TERRITORIAL CASO DE ESTUDIO UBICACIÓN DEL TERMINAL DE TRANSPORTE EN ZIPAQUIRÁ CUNDINAMARCA (Número 1). UNIVERSIDAD SANTO TOMAS.

· Quintero, Q., & Perez, R. (2006). Zonificación Agrícola Como Herramienta Básica Para El Ordenamiento Ambiental De Un Territorio. *Clepsidra*, XXXIII(2), 81-87. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15003161%5Cnhttp://cid.oxfordjournals.org/lookup/doi/10.1093/cid/cir991%5Cnhttp://www.scielo.cl/pdf/udecada/v15n26/art06.pdf%5Cnhttp://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84861150233&partnerID=tZOtx3y1>

· Sandoval, A., Forero, F., & García, J. (2010). Postcosecha y transformación de aguacate: Agroindustria rural innovadora. Corpoica.

video

Zonificación agrícola para el cultivo de aguacate var. Hass en el municipio de Tuluá- Valle del Cauca, Colombia.

<https://youtu.be/V-d45q1O8CE>



The screenshot shows a video player interface. On the left, there is a vertical list of video thumbnails. The main area displays a presentation slide with the title "Metodología". The slide text reads: "Para lograr los objetivos propuestos en este estudio, se utilizará una metodología basada en el análisis espacial y la evaluación multicriterio (EMC). Se recolectarán datos climáticos, edáficos y topográficos relevantes para el cultivo de aguacate Hass en el municipio de Tuluá, obtenidos a partir de datos proporcionados por entidades como el IGAC, CVC y el INIA (Mesa et al., 2011, Fonseca et al., 2018). Estos datos se integrarán en un sistema de análisis espacial y sistemas de información geográfica para identificar áreas con mayor aptitud para el cultivo de aguacate Hass. Se utilizarán metodologías de EMC para ponderar diferentes criterios y generar una clasificación multifacética que permita una toma de decisiones informada." A small video inset of a man's face is visible in the bottom right corner of the slide. Below the slide, there is a text box with the video title and author, and a "YOUTUBE" logo.

Metodología

Para lograr los objetivos propuestos en este estudio, se utilizará una metodología basada en el análisis espacial y la evaluación multicriterio (EMC). Se recolectarán datos climáticos, edáficos y topográficos relevantes para el cultivo de aguacate Hass en el municipio de Tuluá, obtenidos a partir de datos proporcionados por entidades como el IGAC, CVC y el INIA (Mesa et al., 2011, Fonseca et al., 2018). Estos datos se integrarán en un sistema de análisis espacial y sistemas de información geográfica para identificar áreas con mayor aptitud para el cultivo de aguacate Hass. Se utilizarán metodologías de EMC para ponderar diferentes criterios y generar una clasificación multifacética que permita una toma de decisiones informada.

Zonificación agrícola para el cultivo de aguacate Hass en el municipio de Tuluá- Valle del Cauca,
de John Fredy Caicedo

YOUTUBE
