



Climatología Agronómica



Glosario para el estudio y la aplicación profesional



Escuela de Ingeniería Agronómica
Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ)

20
25

Presidente / PhD. Oscar Orlando Porras Atencia

Vicerrector / Biol. MBA. Kelly Cristina Torres Angulo

Directora Escuela de Ingeniería Agroindustrial / Ing. Esp. Ana Milena Salazar Beleño

Director Escuela de Ingeniería Ambiental y de Saneamiento / Ing. Mg. Sergio Antonio Rodríguez Arrieta

Directora Escuela Ingeniería de Producción / Ing. MBA. Angélica María Cervantes Ordóñez

Director Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia / MVZ. MBA. Jorge Eliécer Franco Rodríguez

Director Escuela Ingeniería Agronómica / Ing. Esp. Rafael Calderón Silva

Directora Escuela Ciencias / Lic. Mg. Kelly Johana Gómez Jiménez

Director Escuela Ciencias Sociales / Lic. Mg. Rodolfo Ríos Beltrán

Comité Editorial

Rector / PhD. Oscar Orlando Porras Atencia

Vicerrector / Biol. MBA. Kelly Cristina Torres Angulo

Directora de Investigación y Proyección Social / Ing. Esp. Mónica María Pacheco Valderrama, MSc

Coordinadora de Editorial / Ing. Esp. Janice Ballesteros, MBA

Representante de los editores de las revistas científicas institucionales / Ing. Esp. Janice Ballesteros, MBA

Representante Escuela de Ingeniería Agroindustrial / Leidy Carolina Ortiz Araque

Representante Escuela Ingeniería Ambiental y de Saneamiento / David Arsenio Rueda

Representante Escuela Ingeniería de Producción / Lina Patricia León Galeano

Representante Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia / Rodolfo Ruiz Posada

Representante Escuela Ingeniería Agronómica / Leonardo Correa Rueda

Representante Escuela Ciencias / Catalina Silva

Autores Libro Climatología Agronómica: Glosario para el estudio y la aplicación profesional

Ríos Carrascal, Oswaldo

Gallego Herrera, Mariana Andrea

Rendón Vesga, Shadai Yiré

Cita obra completa: Ríos Carrascal, O., Gallego Herrera, M. A., & Rendón Vesga, S. Y. (2025). Climatología Agronómica: Glosario para el estudio y la aplicación profesional [Libro digital]. Instituto Universitario de la Paz - UNIPAZ. ISBN 978-628-7858-02-2.

ISBN: 978-628-7858-02-2

Fechas de publicación: 8 de octubre de 2025

Formato: iBook

Tipo de soporte: Libro digital descargable


Editor: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ)

Municipio de Barrancabermeja / Departamento de Santander / País Colombia

Los trabajos son de responsabilidad de cada autor.

Prohibida la reproducción total o parcial de este libro, por cualquier medio, sin permiso expreso de la editorial.

Se puede acceder a una versión en PDF en www.unipaz.edu.co, Editorial UNIPAZ



Este material pedagógico, en forma de cartilla con un glosario de términos de climatología, está diseñado para apoyar la formación y el ejercicio profesional de quienes requieran aplicar estos conocimientos en contextos técnicos, académicos o productivos.

RESEÑA

El presente glosario ha sido elaborado por las estudiantes Shadai Yiré Rendón Vesga, oriunda de Barrancabermeja (Santander), y Mariana Andrea Gallego Herrera, originaria de Yondó (Antioquia), ambas pertenecientes al programa de Ingeniería Agronómica del Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ).

Este documento tiene como objetivo principal constituirse en un recurso didáctico y pedagógico que facilite el estudio y comprensión de la climatología aplicada a la agronomía. Para tal fin, ofrece definiciones precisas, claras y contextualizadas de los términos más relevantes vinculados a los factores climáticos que inciden en los sistemas agrícolas.

Mediante este glosario, se procura fortalecer el entendimiento de conceptos esenciales tales como temperatura, precipitación, humedad relativa, evapotranspiración, microclimas y radiación solar, entre otros. Estos elementos son fundamentales para la planificación, gestión y optimización de los cultivos en diversas regiones agroclimáticas.

El material está dirigido a estudiantes, docentes y profesionales del sector agronómico que buscan profundizar sus conocimientos en climatología, disciplina científica indispensable para el desarrollo sostenible del sector agropecuario.

Climatología Agronómica

Glosario para el estudio y la aplicación profesional

La climatología es la ciencia dedicada al estudio del clima y sus variaciones a través de diferentes escalas temporales y espaciales, desde fenómenos de corto plazo hasta tendencias a largo plazo. Esta disciplina resulta esencial para comprender los patrones climáticos que influyen en el entorno natural y en las actividades humanas, impactando sectores tan diversos como la agricultura, la planificación territorial, la gestión de recursos hídricos y la mitigación de riesgos ambientales.

El presente glosario ha sido desarrollado con el objetivo de ofrecer una recopilación exhaustiva de términos clave en climatología, que incluyen tanto conceptos fundamentales como nociones avanzadas relacionadas con el análisis y la interpretación del clima. Su estructura didáctica facilita la comprensión y aplicación de estos términos, constituyéndose en un recurso indispensable para estudiantes, investigadores, profesionales y técnicos que trabajan en áreas vinculadas a las ciencias ambientales y agronómicas.

Este material busca fortalecer el conocimiento y la capacidad analítica sobre los factores climáticos que afectan los sistemas naturales y agrícolas, promoviendo una mejor toma de decisiones basada en información científica precisa y actualizada. En este sentido, el glosario contribuye al desarrollo sostenible y a la adaptación frente a los desafíos que plantea el cambio climático, al proporcionar herramientas conceptuales claras y contextualizadas.

En definitiva, este glosario representa una valiosa herramienta para quienes desean profundizar en la climatología, facilitando el acceso a un vocabulario especializado que es fundamental para la investigación, la docencia y la práctica profesional en ámbitos relacionados con el clima y su influencia en el medio ambiente y la sociedad.

Aclimatación

La aclimatación es el proceso fisiológico mediante el cual los organismos ajustan su funcionamiento para tolerar cambios ambientales, como temperatura, humedad o radiación solar. Este proceso es fundamental para la adaptación de cultivos y especies forestales a condiciones cambiantes, permitiendo mantener la productividad y la supervivencia bajo estrés climático (Kalkstein et al. 2022, 911 - 925; Chen et al. 2020).

Aire Dominante

El aire dominante se refiere a la dirección y características del viento que prevalece en una región durante un periodo determinado. Este patrón influye en la dispersión de semillas, polen y contaminantes, así como en la planificación agrícola y el diseño de cortinas rompevientos (Kalkstein et al. 2022, 911 - 925). En estudios climáticos, la clasificación de masas de aire ayuda a entender cómo los organismos y cultivos responden a diferentes combinaciones de temperatura, humedad y presión atmosférica (Kalkstein et al. 2022, 911 - 925).

Albedo

El albedo es la fracción de radiación solar reflejada por una superficie. Superficies claras, como suelos desnudos o cubiertas vegetales, presentan mayor albedo y reflejan más energía, lo que reduce la temperatura superficial. En agricultura, el manejo del albedo mediante cultivos de cobertura o materiales reflectantes puede mitigar el estrés térmico y mejorar el confort térmico en zonas rurales y urbanas (Kalkstein et al. 2022, 911 - 925; Mohammad et al. 2021; Chen et al. 2020).

Anticiclones Subtropicales

Los anticiclones subtropicales son sistemas de alta presión ubicados en latitudes subtropicales, asociados a condiciones estables, cielos despejados y baja precipitación. Estos sistemas influyen en la distribución de lluvias y en la planificación de cultivos en regiones mediterráneas y semiáridas (Fahad et al. 2020, 703 - 718; Rodwell and Hoskins 2001, 3192-3211).

Anticiclones Subtropicales

Los anticiclones subtropicales son sistemas de alta presión ubicados en latitudes subtropicales, asociados a condiciones atmosféricas estables, cielos despejados y bajas precipitaciones debido a la subsidencia del aire. Estos sistemas influyen directamente en la distribución de lluvias y en la planificación agrícola en regiones como el Mediterráneo, California, Chile y el sur de Brasil, determinando la estacionalidad y la disponibilidad hídrica

para los cultivos (Rodwell and Hoskins 2001, 3192-3211; Fahad et al. 2020, 703 - 718; Reboita et al. 2019). Su formación y variabilidad están ligadas a procesos de calentamiento superficial, circulación monzónica y cambios en la estabilidad atmosférica (Rodwell and Hoskins 2001, 3192-3211; Fahad et al. 2020, 703 - 718; Liu et al. 2001, 327-338; Reboita et al. 2019).

Árbol Corpulento

Un árbol corpulento es aquel de gran tamaño y estructura robusta, características que le otorgan mayor resistencia frente a vientos fuertes, tormentas y otros factores ambientales adversos. Además, estos árboles proporcionan sombra, alimento y hábitat para diversas especies, y su crecimiento puede estar influenciado por patrones climáticos y circulación atmosférica, como los anticiclones, que afectan la disponibilidad de agua y nutrientes (Seim et al. 2017, 1917-1931; Villalba 2020, 273-303).

Árbol Veranero

El término “árbol veranero” hace referencia a especies arbóreas que alcanzan su máximo desarrollo foliar y productivo durante el verano, ofreciendo sombra y, en el caso de frutales, engrosando sus frutos o iniciando la floración. El crecimiento y la fenología de estos árboles están estrechamente relacionados con las condiciones climáticas estivales, las cuales pueden estar moduladas por la presencia de anticiclones subtropicales que favorecen cielos despejados y temperaturas elevadas (Seim et al. 2017, 1917-1931; Villalba 2020, 273-303).

Atmósfera

La atmósfera es la capa gaseosa que rodea la Tierra, compuesta principalmente por nitrógeno, oxígeno y otros gases en menor proporción. Regula el clima, protege de la radiación solar nociva y permite el desarrollo de la vida. Los procesos atmosféricos, como la formación de anticiclones, la circulación general y la variabilidad estacional, son fundamentales para la agricultura y la silvicultura, ya que determinan la disponibilidad de agua, la temperatura y la incidencia de eventos extremos (Rodwell and Hoskins 2001, 3192-3211; Reboita et al. 2019).

Calentamiento Global

El calentamiento global es el aumento sostenido de la temperatura media de la atmósfera y los océanos de la Tierra, principalmente debido a la acumulación de gases de efecto invernadero por actividades humanas. Este fenómeno afecta la frecuencia, intensidad y distribución de eventos climáticos extremos, como ciclones y lluvias intensas, impactando la producción agrícola y la seguridad alimentaria (Knutson et al. 2020; Murakami et al. 2020, 10706 - 10714; Chand et al. 2022, 655-661).

Cálido / Calor

El término “cálido” se refiere a condiciones de temperatura elevada. El “calor” es la transferencia de energía térmica entre sistemas, y en el contexto agronómico, temperaturas cálidas pueden acelerar el desarrollo de cultivos, pero también aumentar el estrés hídrico y la evaporación, afectando el rendimiento agrícola (Wang et al. 2024; Yang et al. 2023).

Cambio Climático

El cambio climático implica alteraciones a largo plazo en los patrones de temperatura, precipitación y otros aspectos del clima terrestre, atribuibles tanto a causas naturales como a la actividad humana. Se proyecta que el cambio climático aumentará la intensidad de ciclones, modificará la frecuencia de eventos extremos y alterará la distribución de lluvias, con consecuencias directas para la agricultura (Knutson et al. 2020; Schumacher and Rasmussen 2020, 300 - 314; Murakami et al. 2020, 10706 - 10714; Chand et al. 2022, 655-661).

Características de Meso Escala

Las características de mesoescala corresponden a fenómenos atmosféricos o marinos que ocurren en escalas espaciales intermedias (decenas a cientos de kilómetros), como sistemas convectivos, frentes y ciclones. Estos procesos influyen en la distribución de lluvias, vientos y temperaturas, afectando la productividad agrícola y la gestión de recursos hídricos (Mishra et al. 2024, 5146 - 5166; Schumacher and Rasmussen 2020, 300 - 314; Dong et al. 2021; Seo and Gille 2023).

Ciclón

Un ciclón es un sistema atmosférico de baja presión caracterizado por vientos que giran en sentido contrario a las agujas del reloj en el hemisferio norte. Los ciclones pueden ser tropicales o extratropicales y están asociados a lluvias intensas, vientos fuertes y, en ocasiones, daños a cultivos y suelos agrícolas. El cambio climático puede modificar la frecuencia, intensidad y localización de los ciclones (Studholme et al. 2021, 14 - 28; Knutson et al. 2020; Murakami et al. 2020, 10706 - 10714; Kodama et al. 2019, 12435 - 12444; Oouchi et al. 2006, 259-276; Lin et al. 2024; Wu et al. 2022, 205 - 221; Pinault 2023; Chand et al. 2022, 655-661).

Ciclón Tropical

Un ciclón tropical es un sistema atmosférico de baja presión que se forma sobre aguas oceánicas cálidas en regiones tropicales, caracterizado por vientos intensos, lluvias torrenciales y potencial destructivo para la agricultura y la infraestructura. Su frecuencia, intensidad y distribución están siendo modificadas por el cambio climático, con proyecciones

de mayor intensidad y precipitaciones asociadas en escenarios de calentamiento global (Shan et al. 2023, 83 - 89; Murakami et al. 2020, 10706 - 10714; Wu et al. 2022, 205 - 221; Gori et al. 2022, 171 - 178; Knutson et al. 2020; Thompson et al. 2021; Singh and Roxy 2020).

Clima

El clima es el conjunto de condiciones atmosféricas promedio (temperatura, precipitación, humedad, viento, etc.) que caracterizan una región durante largos periodos (décadas o siglos). El clima determina la aptitud de los cultivos, la fenología y la productividad agrícola, y es influido por factores como la radiación solar, la circulación atmosférica y las corrientes oceánicas (Moraes et al. 2024, 1 - 35; Shan et al. 2023, 83 - 89; Murakami et al. 2020, 10706 - 10714; Studholme et al. 2021, 14 - 28; Babanin 2023).

Climatología

La climatología es la ciencia que estudia el clima, sus variaciones y los factores que lo determinan. Incluye el análisis de fenómenos como ciclones, monzones y sequías, y su impacto en la agricultura y los recursos naturales. Los avances recientes han mejorado la comprensión de la variabilidad climática y su relación con eventos extremos (Moraes et al. 2024, 1 - 35; Lupo 2020; Studholme et al. 2021, 14 - 28).

Climograma

Un climograma es una representación gráfica que muestra la evolución mensual de la temperatura y la precipitación de una localidad a lo largo del año. Es una herramienta fundamental para la planificación agrícola, ya que permite identificar los periodos óptimos de siembra y cosecha, así como los riesgos de sequía o exceso de lluvia (Moraes et al. 2024, 1 - 35; Lupo 2020).

Corrientes Oceánicas

Las corrientes oceánicas son movimientos masivos de agua dentro de los océanos, impulsados por el viento, la rotación terrestre y las diferencias de temperatura y salinidad. Regulan el clima global, influyen en la formación de ciclones tropicales y afectan la disponibilidad de humedad y nutrientes para los ecosistemas terrestres y marinos (Moraes et al. 2024, 1 - 35; Fan et al. 2022; Babanin 2023; Singh and Roxy 2020).

Desertificación

La desertificación es la degradación de tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, causada principalmente por variaciones climáticas y actividades humanas insostenibles. Este proceso afecta la productividad agrícola y la seguridad alimentaria, y se

monitorea mediante índices de aridez y vegetación (Burrell et al. 2020; Dameneh et al. 2021; Santos et al. 2021, 2531 - 2558; Jiang et al. 2023, 1368; Yi et al. 2023, 279).

Dimodales

El término “dimodal” se refiere a patrones climáticos, hidrológicos o biológicos que presentan dos picos o máximos a lo largo de un periodo, como la precipitación o la actividad fenológica de cultivos. En ecosistemas áridos, la evapotranspiración y la fotosíntesis pueden mostrar curvas dimodales durante el año, reflejando la respuesta a condiciones ambientales variables (Tang et al. 2024).

Efecto invernadero

El efecto invernadero es el proceso por el cual ciertos gases atmosféricos (CO_2 , vapor de agua, metano, etc.) retienen parte de la radiación infrarroja emitida por la superficie terrestre, manteniendo la temperatura global. El aumento de estos gases por actividades humanas intensifica el calentamiento global y modifica los patrones de aridez y evapotranspiración (Bonfils et al. 2020, 1-6; Luo et al. 2023, 449-463).

Escala temporal

La escala temporal se refiere al periodo de tiempo considerado en el análisis de fenómenos climáticos o agronómicos (diario, estacional, anual, decadal). La variabilidad y las tendencias de procesos como la desertificación y la evapotranspiración dependen de la escala temporal analizada (Franzke et al. 2020; Wang et al. 2024; Tang et al. 2024).

Escala territorial

La escala territorial indica la extensión espacial de análisis (local, regional, global). La susceptibilidad a la desertificación, la dinámica de la humedad y la gestión del agua varían según la escala territorial empleada en los estudios (Dameneh et al. 2021; Santos et al. 2021, 2531 - 2558; Jiang et al. 2023, 1368).

Evapotranspiración

La evapotranspiración es la suma de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas, representando el principal mecanismo de transferencia de agua desde la superficie terrestre a la atmósfera. Es clave para el balance hídrico agrícola y depende de factores como temperatura, radiación, humedad y viento (Singer et al. 2021; Zomer et al. 2022; Tang et al. 2024; Ndiaye et al. 2020; Lu et al. 2023, 1154).

Frente climático

Un frente climático es la zona de transición entre dos masas de aire con diferentes características de temperatura y humedad. Los frentes pueden provocar cambios bruscos en el clima local, afectando la precipitación, el viento y la temperatura, con impacto directo en la agricultura (Franzke et al. 2020).

Frío

El frío se refiere a condiciones de baja temperatura ambiental. En agronomía, episodios de frío pueden causar estrés en cultivos, afectar la fenología y reducir el rendimiento agrícola (Tang et al. 2024; Ndiaye et al. 2020).

Humedad

La humedad es la cantidad de vapor de agua presente en el aire o en el suelo. Es un factor determinante para la evapotranspiración, el desarrollo de cultivos y la ocurrencia de sequías o enfermedades agrícolas (Singer et al. 2021; Algarra et al. 2020; Lu et al. 2023, 115417).

Evapotranspiración

La evapotranspiración es la suma de la evaporación del agua desde el suelo y la transpiración de las plantas. Es un parámetro clave para la gestión del riego, el balance hídrico y la evaluación de sequías agrícolas. Se estima comúnmente mediante el método FAO Penman-Monteith y depende de factores como temperatura, humedad relativa, radiación solar y viento (Zomer et al. 2022; Singer et al. 2021; Wen et al. 2023, 2582; Santos et al. 2023; Zhang and Wang 2021; Raza et al. 2024; Zhao et al. 2023).

Humedad circular

No se encontraron referencias agronómicas específicas para “humedad circular”. Es posible que el término no sea de uso común en la literatura científica. Se recomienda revisar el término o emplear “humedad relativa” o “humedad del suelo” según el contexto.

Humedad relativa

La humedad relativa es la relación entre la cantidad de vapor de agua presente en el aire y la máxima cantidad que podría contener a una temperatura dada, expresada en porcentaje. Es un factor determinante para la evapotranspiración y el desarrollo de cultivos, y su disminución puede limitar la transpiración y aumentar el estrés hídrico (Xiao et al. 2020; Wen et al. 2023, 2582; Raza et al. 2024; Zhao et al. 2023).

Índice de sequía

El índice de sequía es una herramienta cuantitativa para evaluar la severidad y duración de las sequías. Los más utilizados en agronomía son el SPI (Índice de Precipitación Estandarizado) y el SPEI (Índice Estandarizado de Precipitación-Evapotranspiración), que integran datos de

precipitación y evapotranspiración para caracterizar eventos secos y su impacto agrícola (Kamruzzaman et al. 2022; Isia et al. 2022; Mulualem and Liou 2020; Ionita and Nagavciuc 2021, 1685-1701; Liu et al. 2021; Gaona et al. 2022; Li et al. 2024, 780; Bazrafshan et al. 2021, 3523 - 3543; Zhang et al. 2023).

Isolíneas de temperatura

Las isolíneas de temperatura, o isotermas, son líneas en un mapa que conectan puntos de igual temperatura. Se utilizan para analizar la distribución espacial de la temperatura, identificar zonas térmicas y apoyar la zonificación agroclimática (Zomer et al. 2022; Singer et al. 2021).

Latitud y Longitud

La latitud es la distancia angular al norte o sur del ecuador, y la longitud es la distancia angular al este u oeste del meridiano de Greenwich. Ambos parámetros son fundamentales para la localización geográfica, la zonificación agroclimática y la modelización de variables meteorológicas y agrícolas (Kamruzzaman et al. 2022; Singer et al. 2021; Santos et al. 2023).

Marejada

No se encontraron referencias agronómicas específicas para “marejada”. El término se utiliza principalmente en oceanografía para describir el aumento temporal del nivel del mar debido a vientos o tormentas, con impacto potencial en zonas agrícolas costeras.

Meridiano

Un meridiano es una línea imaginaria que une los polos y se utiliza para definir la longitud geográfica. Es esencial para la cartografía, la localización de parcelas agrícolas y la interpretación de datos climáticos (Singer et al. 2021; Santos et al. 2023).

Mesoclima

El mesoclima se refiere a las condiciones climáticas de una región intermedia en escala espacial, mayor que el microclima pero menor que el clima regional. Es relevante para la planificación agrícola, ya que determina las características térmicas y de humedad de zonas productivas específicas (Zomer et al. 2022; Singer et al. 2021).

Latitud

La latitud es la distancia angular de un punto respecto al ecuador, medida en grados. Es un factor clave en la zonificación climática y agrícola, ya que determina la radiación solar recibida, la temperatura y la distribución de cultivos (Oskouei et al. 2022, 2632).

Microclima

El microclima es el conjunto de condiciones climáticas locales que difieren del clima general de la región, influenciado por factores como el relieve, la vegetación, el uso del suelo y la presencia de agua. El microclima afecta directamente la productividad agrícola, la biodiversidad y la gestión de recursos naturales (Lembrechts et al. 2021; Zanchi et al. 2023; Kemppinen et al. 2024; Fonseca et al. 2024; Davidson and Praene 2023; Pieters et al. 2021; Duffy et al. 2021, 685 - 702; Mejía-Parada et al. 2024).

Microclima artificial

Se refiere a las condiciones microclimáticas modificadas intencionalmente por actividades humanas, como la construcción de invernaderos, infraestructuras urbanas o sistemas de riego, para optimizar el crecimiento de cultivos o el confort térmico (Brozovsky et al. 2021, 108175; Anders et al. 2023; Fonseca et al. 2024; Davidson and Praene 2023).

Microclima natural

Son las condiciones microclimáticas que se desarrollan de manera espontánea en un entorno, determinadas por la topografía, la vegetación y los cuerpos de agua, sin intervención humana directa (Kemppinen et al. 2024; Davidson and Praene 2023; Mejía-Parada et al. 2024).

Microclima rural

Hace referencia a los microclimas presentes en áreas rurales, donde la vegetación, los cultivos y el manejo del suelo generan variaciones locales de temperatura, humedad y viento, influyendo en la producción agrícola y la biodiversidad (Davidson and Praene 2023; Mejía-Parada et al. 2024).

Microclima urbano

El microclima urbano es el resultado de la modificación del clima local por la urbanización, caracterizado por el efecto de isla de calor, menor humedad y cambios en la circulación del aire, con impactos en la salud y el confort de la población (Brozovsky et al. 2021, 108175; Anders et al. 2023; Davidson and Praene 2023; Pieters et al. 2021).

Modelo climático

Un modelo climático es una herramienta matemática y computacional que simula los procesos físicos y químicos de la atmósfera, la superficie terrestre y los océanos para predecir el comportamiento del clima a diferentes escalas espaciales y temporales. Son fundamentales para la planificación agrícola y la adaptación al cambio climático (Anders et al. 2023; Fonseca et al. 2024; Mejía-Parada et al. 2024).

Monomodales

El término “monomodal” se refiere a patrones climáticos o de precipitación con un solo pico o máximo anual, común en regiones donde la lluvia se concentra en una sola estación, lo que condiciona los calendarios agrícolas y la selección de cultivos (Oskouei et al. 2022, 2632; Fonseca et al. 2024).

Nieves perpetuas

Las nieves perpetuas son áreas donde la temperatura es tan baja que la nieve y el hielo persisten durante todo el año, generalmente en altas montañas o latitudes elevadas, limitando el desarrollo agrícola y la biodiversidad (Oskouei et al. 2022, 2632).

Nubosidad

La nubosidad es la cantidad de nubes presentes en la atmósfera, afectando la radiación solar, la temperatura y la evapotranspiración, factores clave para el desarrollo de los cultivos (Oskouei et al. 2022, 2632; Fonseca et al. 2024).

Ondas del este del Caribe

Son perturbaciones atmosféricas que se desplazan de este a oeste en la región del Caribe, asociadas a lluvias intensas y eventos extremos que pueden afectar la agricultura y los recursos hídricos. No se encontraron referencias directas en los artículos revisados.

Ordenamiento territorial

El ordenamiento territorial es el proceso de planificación y gestión del uso del suelo para optimizar el desarrollo sostenible, considerando factores climáticos, ambientales y socioeconómicos. El conocimiento del microclima y la zonificación climática es esencial para una adecuada toma de decisiones (Oskouei et al. 2022, 2632; Davidson and Praene 2023; Mejía-Parada et al. 2024).

Páramo

El páramo es un ecosistema de alta montaña caracterizado por bajas temperaturas, alta humedad y vegetación adaptada, fundamental para la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad. No se encontraron referencias directas en los artículos revisados.

Pluviosidad / Precipitación

La pluviosidad o precipitación es la cantidad de agua que cae en forma de lluvia, nieve o granizo sobre una superficie en un periodo determinado. Es un parámetro esencial para la planificación agrícola y la gestión del agua (Oskouei et al. 2022, 2632; Fonseca et al. 2024; Mejía-Parada et al. 2024).

Presión atmosférica

La presión atmosférica es la fuerza que ejerce el aire sobre la superficie terrestre. Es fundamental para la formación de sistemas meteorológicos, afecta la precipitación, el régimen de vientos y la dinámica de los sistemas amazónicos (F. et al. 2024; Freire et al. 2021, 647 - 659; Alcântara et al. 2022, e20201739).

Radiación solar

La radiación solar es la energía proveniente del sol que llega a la superficie terrestre. Es esencial para la fotosíntesis, el balance energético y el desarrollo de cultivos, y su variabilidad influye en la productividad agrícola y los ciclos hidrológicos (F. et al. 2024; Ballarin et al. 2023; Freire et al. 2021, 647 - 659).

Régimen de vientos

El régimen de vientos describe la dirección, intensidad y variabilidad de los vientos en una región. En la Amazonía, los vientos influyen en el transporte de humedad, la formación de lluvias y la propagación de sistemas convectivos, afectando la agricultura y los ecosistemas (F. et al. 2024; Mendonça et al. 2023; Viscardi et al. 2024; Alcântara et al. 2022, e20201739).

Sistemas de la Amazonía

Los sistemas de la Amazonía comprenden la interacción entre clima, hidrología, vegetación y actividades humanas. Cambios en estos sistemas, como la deforestación y el cambio climático, alteran la temperatura, la precipitación y la conectividad hidroclimática, con impactos directos en la producción agrícola y la biodiversidad (Marengo et al. 2022; Espinoza et al. 2024; Bottino et al. 2024; Sierra et al. 2021, 2609 - 2636).

Temperatura

La temperatura es una variable climática clave que regula los procesos fisiológicos de las plantas, la evaporación y la formación de sistemas meteorológicos. Cambios en la temperatura afectan la duración de las estaciones secas y la frecuencia de eventos extremos (Marengo et al. 2022; Liu et al. 2020, 44; F. et al. 2024; Bottino et al. 2024; Ballarin et al. 2023; Freire et al. 2021, 647 - 659; Parsons 2020; Dominguez et al. 2023).

Templado

El término “templado” se refiere a climas con temperaturas moderadas, sin extremos de calor o frío. Las zonas templadas presentan estaciones bien definidas y son favorables para una amplia variedad de cultivos (Liu et al. 2020, 44; Ballarin et al. 2023).

Vaguadas de temperaturas medias

Las vaguadas son zonas alargadas de baja presión atmosférica asociadas a descensos de temperatura media y cambios en la circulación atmosférica, que pueden favorecer la formación de lluvias y afectar la distribución de humedad y calor (F. et al. 2024; Alcântara et al. 2022, e20201739).

Viento

El viento es el movimiento del aire en la atmósfera, impulsado por diferencias de presión y temperatura. Es crucial para la dispersión de semillas, el transporte de humedad y la regulación del clima local y regional (F. et al. 2024; Mendonça et al. 2023; Viscardi et al. 2024; Alcântara et al. 2022, e20201739).

Zonas climáticas mundiales

Las zonas climáticas mundiales se clasifican según patrones de temperatura, precipitación y estacionalidad, determinando la distribución de ecosistemas y la aptitud agrícola de cada región (Liu et al. 2020, 44; Ballarin et al. 2023; Parsons 2020).

Referencia Bibliográfica

- Alcântara, C. R., Carneiro, I. O., & Oliveira, G. B. (2022). Análisis de la interacción de variables meteorológicas asociadas al ambiente de formación de líneas de turbonada amazónicas. *Anais da Academia Brasileira de Ciencias*, 94(3), e20201739. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202220201739>
- Anders, J., Schubert, S., Sauter, T., Tunn, S., Schneider, C., & Salim, M. H. (2023). Modelado del impacto de un proyecto de desarrollo urbano sobre el microclima y el confort térmico exterior en una ciudad de latitud media. *Energy and Buildings*. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113324>
- Aprile, F., Darwich, A. J., & Siqueira, G. W. (2024). Proyección histórica de la distribución de precipitaciones en la región norte de Brasil. *Archives of Current Research International*. <https://doi.org/10.9734/acri/2024/v24i1622>
- Ballarin, A., Sone, J., Gesualdo, G., Schwambach, D., Reis, A., Almagro, A., & Wendland, E. (2023). CLIMBra - Conjunto de datos sobre cambio climático para Brasil. *Scientific Data*, 10. <https://doi.org/10.1038/s41597-023-01956-z>
- Bazrafshan, J., Cheraghalizadeh, M., & Shahgholian, K. (2021). Desarrollo de un índice no estacionario estandarizado de precipitación y evapotranspiración (NSPEI) para el monitoreo de sequías en un clima cambiante. *Water Resources Management*, 36, 3523–3543. <https://doi.org/10.1007/s11269-022-03209-x>
- Bottino, M., Nobre, P., Giarolla, E., Baptista da Silva Junior, M., Capistrano, V., Malagutti, M., Tamaoki, J. N., Alves de Oliveira, B. F., & Nobre, C. A. (2024). La savanización amazónica y el cambio climático proyectan un aumento en la duración de la estación seca y extremos de temperatura en Brasil. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55176-5>
- Brozovsky, J., Simonsen, A. J., & Gaitani, N. (2021). Validación de un modelo CFD para la evaluación del microclima urbano en latitudes altas: Estudio de caso en Trondheim, Noruega. *Building and Environment*, 205, 108175. <https://doi.org/10.1016/J.BUILDENV.2021.108175>

- Burrell, A. L., Burrell, A. L., Evans, J. P., & Kauwe, M. D. (2020). El cambio climático antropogénico ha impulsado más de 5 millones de km² de tierras áridas hacia la desertificación. *Nature Communications*, 11. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-17710-7>
- Campos Mendonça, A. K., Dias-Júnior, C. Q., Acevedo, O., Santana, R., Costa, F. D., Negrón-Juárez, R., Manzi, A., Trumbore, S., & Marra, D. (2023). Regímenes de turbulencia en la subcapa rugosidad nocturna: Interacción con convección profunda y mortalidad arbórea en la Amazonía. *Agricultural and Forest Meteorology*. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109526>
- Cassiano dos Santos, J., Lyra, G., Abreu, M., Oliveira-Júnior, J. F., Bohn, L., Cunha-Zeri, G., & Zeri, M. (2021). Índices de aridez para evaluar la susceptibilidad a la desertificación: Un enfoque metodológico usando datos climáticos en cuadrícula y modelado cartográfico. *Natural Hazards*, 111, 2531–2558. <https://doi.org/10.1007/s11069-021-05147-0>
- Chen, Y., Zheng, B., & Hu, Y. (2020). Simulación numérica del enfriamiento de zonas climáticas locales mediante modificación de árboles, albedo y techos verdes: Estudio de caso en Changsha, China. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su12072752>
- Davidson, A. S., & Praene, J.-P. (2023). Nuevo método de zonificación microclimática basado en estadística multivariante: Caso de la Isla Reunión. *Urban Climate*. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101687>
- Dominguez, D., Barriuso Pastor, J., Pantoja-Díaz, O., & González-Rodríguez, M. (2023). Predicción mundial de temperatura basada en la deforestación de la selva amazónica usando un modelo de memoria a corto y largo plazo. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su152015152>
- Espinoza, J., Jiménez, J. C., Marengo, J., Schongart, J., Ronchail, J., Lavado-Casimiro, W., & Ribeiro, J. M. (2024). Nuevo récord de sequía y calor en la Amazonía en 2023 relacionado con características climáticas regionales y globales. *Scientific Reports*, 14. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58782-5>

- Fan, S., Zhang, B., Perrie, W., Mouche, A., Liu, G., Li, H., Wang, C., & He, Y. (2022). Observación de vientos superficiales oceánicos y corrientes de capa mixta bajo ciclones tropicales: Características asimétricas. *Journal of Geophysical Research: Oceans*. <https://doi.org/10.1029/2021jc017991>
- Freire, A. S. C., Vitorino, M. I., de Souza, A. M. L., & Germano, M. (2021). Análisis del balance energético y flujo de CO₂ bajo la influencia de la estacionalidad de elementos climáticos en un ecosistema de manglar en la Amazonía oriental. *International Journal of Biometeorology*, 66, 647–659. <https://doi.org/10.1007/s00484-021-02224-8>
- Gaona, J., Quintana-Seguí, P., Escorihuela, M., Boone, A., & Llasat, M. (2022). Interacciones entre precipitación, evapotranspiración e índices basados en humedad del suelo para caracterizar sequías con datos de teledetección de alta resolución y modelos de superficie terrestre. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. <https://doi.org/10.5194/nhess-22-3461-2022>
- Gori, A., Lin, N., Xi, D., & Emanuel, K. (2022). El cambio en la climatología de ciclones tropicales exacerba enormemente el riesgo de lluvias extremas y marejadas en EE.UU. *Nature Climate Change*, 12, 171–178. <https://doi.org/10.1038/s41558-021-01272-7>
- Isia, I., Hadibarata, T., Jusoh, M. N. H., Bhattacharjya, R. K., Shahedan, N. F., Bouaissi, A., Fitriyani, N. L., & Syafrudin, M. (2022). Análisis de sequías basado en índices estandarizados de precipitación y evapotranspiración en Sarawak, Malasia. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su15010734>
- Jiang, L., Hagan, D., & Liu, Y. Y. (2020). Cambio global de la temperatura superficial terrestre (2003-2017) y su relación con los factores climáticos: Análisis basado en AIRS, MODIS y ERA5-Land. *Remote Sensing*, 13, 44. <https://doi.org/10.3390/rs13010044>
- Kemppinen, J., Lembrechts, J., Van Meerbeek, K., Carnicer, J., Chardon, N., Kardol, P., et al. (2024). Microclima, una parte importante de la ecología y biogeografía. *Global Ecology and Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/geb.13834>


- Knutson, T., Camargo, S., Chan, J., Emanuel, K., Ho, C., Kossin, J., et al. (2020). Evaluación de ciclones tropicales y cambio climático: Parte II: Respuesta proyectada al calentamiento antropogénico. *Bulletin of the American Meteorological Society*. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-18-0194.1>
- Kong, D., Xiao, M., Yu, Z., Gu, X., Mammarella, I., Montagnani, L., Arain, M. A., Merbold, L., Magliulo, V., Lohila, A., Buchmann, N., Wolf, S., Gharun, M., Hörtnagl, L., Beringer, J., & Gioli, B. (2020). Respuesta estomática a la disminución de la humedad relativa limita la aceleración de la evapotranspiración terrestre. *Environmental Research Letters*, 15. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9967>
- Lembrechts, J., Lenoir, J., Scheffers, B. R., & De Frenne, P. (2021). Diseño de redes microclimáticas a nivel país y regional. *Global Ecology and Biogeography*. <https://doi.org/10.1111/GEB.13290>
- Liu, C., Yang, C., Yang, Q., & Wang, J. (2021). Análisis espaciotemporal de sequías mediante índices estandarizados de precipitación y evapotranspiración en la provincia de Sichuan, China. *Scientific Reports*, 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-80527-3>
- Luo, D., Hu, Z., Dai, L., Hou, G., Di, K., Liang, M., Cao, R., & Zeng, X. (2023). Aumento global consistente de la aridez entre 1970 y 2018. *Journal of Geographical Sciences*, 33, 449–463. <https://doi.org/10.1007/s11442-023-2091-0>
- Marengo, J., Jiménez, J., Espinoza, J., Cunha, A. P., & Aragão, L. (2022). Aumento de la presión climática en la frontera agrícola en la zona de transición Amazonia oriental–Cerrado. *Scientific Reports*, 12. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-04241-4>
- Mejía-Parada, C., Mora-Ruiz, V., Soto-Paz, J., Parra-Orobio, B. A., & Attia, S. (2024). Zonificación microclimática basada en método de doble agrupamiento para climas húmedos con variaciones altitudinales: Caso de estudio en Colombia. *Atmosphere*. <https://doi.org/10.3390/atmos15060709>
- Mulualem, G., & Liou, Y. (2020). Aplicación de redes neuronales artificiales para pronosticar un índice estandarizado de precipitación y evapotranspiración para la cuenca alta del Nilo Azul. *Water*. <https://doi.org/10.3390/w12030643>

- Oskoueji, E. A., Khaki, B. D., Kouzegaran, S., Navidi, M., Haghighatd, M., Davatgar, N., & López-Baeza, E. (2022). Cartografía de zonas climáticas de Irán usando métodos híbridos de interpolación. *Remote Sensing*, 14, 2632. <https://doi.org/10.3390/rs14112632>
- Parsons, L. (2020). Implicaciones de las tendencias de secado proyectadas por CMIP6 para el riesgo de sequía amazónica en el siglo XXI. *Earth's Future*, 8. <https://doi.org/10.1029/2020EF001608>
- Pieters, O., Deprost, E., Van Der Donckt, J., Brosens, L., Sanczuk, P., Vangansbeke, P., De Swaef, T., De Frenne, P., & Wyffels, F. (2021). MIRRA: Sistema modular y rentable para monitoreo microclimático en tiempo real y remoto. *Sensors*, 21. <https://doi.org/10.3390/s21134615>
- Raza, A., Vishwakarma, D. K., Acharki, S., Al-Ansari, N., Alshehri, F., & Elbeltagi, A. (2024). Uso de programación genética para predecir la evapotranspiración de referencia en diferentes condiciones climáticas. *Applied Water Science*. <https://doi.org/10.1007/s13201-024-02200-8>
- Sierra, J., Junquas, C., Espinoza, J., Segura, H., Condom, T., Andrade, M., Molina-Carpio, J., Ticona, L., Mardoñez, V., Blacutt, L., Polcher, J., Rabatel, A., & Sicart, J. (2021). Impactos de la deforestación en la conectividad hidroclimática Amazonía-Andes. *Climate Dynamics*, 58, 2609–2636. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-06025-y>
- Singer, M., Asfaw, D., Rosolem, R., Cuthbert, M., Miralles, D., MacLeod, D., Quichimbo, E. A., & Michaelides, K. (2021). Evapotranspiración potencial horaria a resolución de 0.1° para la superficie terrestre global desde 1981 hasta la actualidad. *Scientific Data*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-01003-9>
- Tang, P., Guo, J., Gao, X., Zheng, Y., Wang, B., Hao, L., & Wang, J. (2024). Variación y transformación de la evapotranspiración a diferentes escalas en una estepa desértica. *Water*. <https://doi.org/10.3390/w16020288>
- Viscardi, L. A. M., Torri, G., Adams, D. K., & Barbosa, H. M. J. (2024). Controles ambientales sobre la convección aislada durante la temporada húmeda amazónica. *Atmospheric Chemistry and Physics*. <https://doi.org/10.5194/acp-24-8529-2024>

Xiao, M., Yu, Z., Kong, D., Gu, X., Mammarella, I., Montagnani, L., Arain, M. A., Merbold, L., Magliulo, V., Lohila, A., Buchmann, N., Wolf, S., Gharun, M., Hörtnagl, L., Beringer, J., & Gioli, B. (2020). Respuesta estomática a la disminución de la humedad relativa limita la aceleración de la evapotranspiración terrestre. *Environmental Research Letters*, 15. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9967>

Zanchi, M., Zapperi, S., & La Porta, C. A. L. (2023). Uso de aprendizaje profundo para pronosticar microclima local usando datos climáticos globales. *Scientific Reports*, 13. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-48028-1>

Zomer, R., Xu, J., & Trabucco, A. (2022). Versión 3 de la base de datos global del índice de aridez y evapotranspiración potencial. *Scientific Data*, 9. <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01493-1>

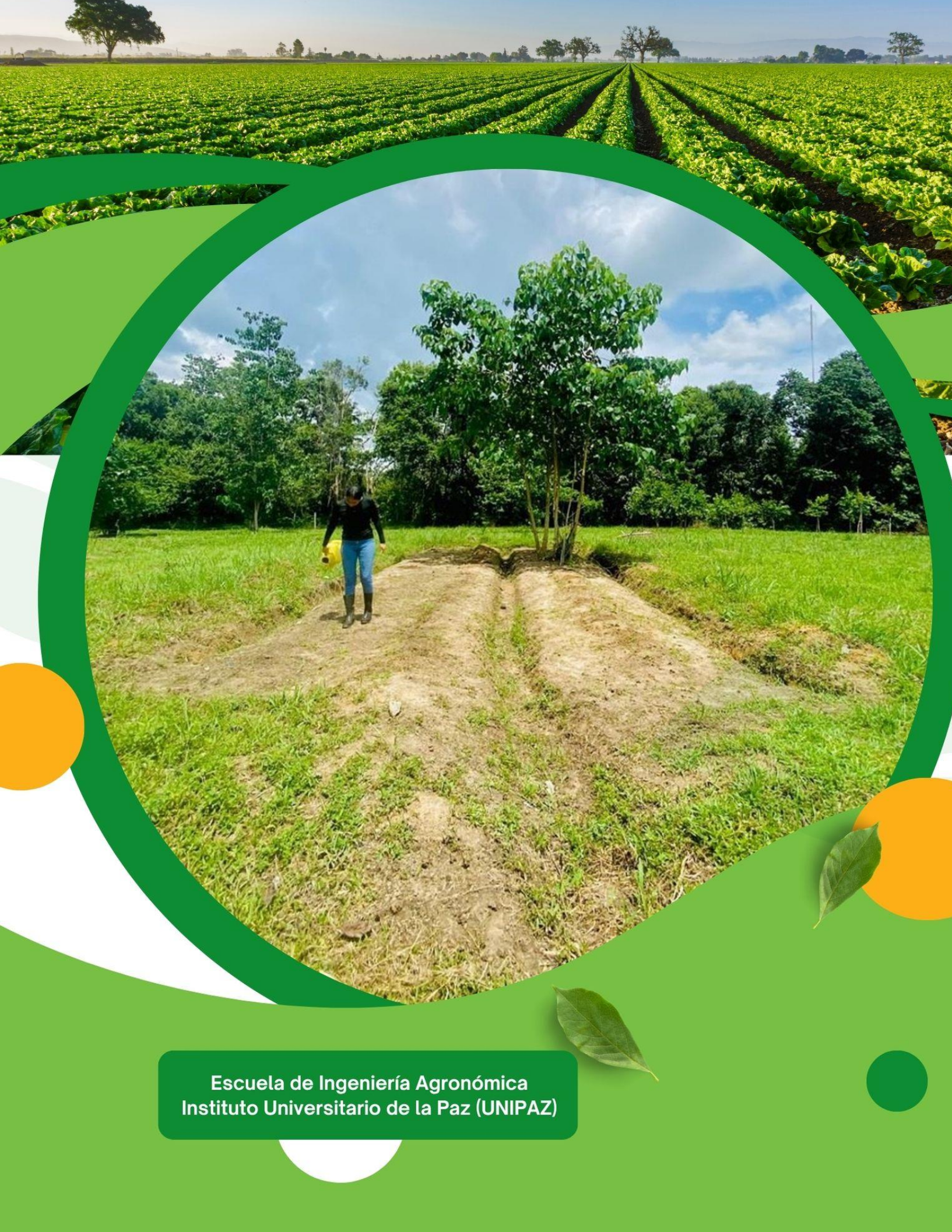


ISBN: 978-628-7858-02-2
Fechas de publicación: 8 de octubre de 2025
Formato: iBook
Tipo de soporte: Libro digital descargable
Editor: Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ)

Municipio de Barrancabermeja / Departamento de Santander / País Colombia

Los trabajos son de responsabilidad de cada autor.
Prohibida la reproducción total o parcial de este libro, por cualquier medio, sin permiso expreso de la editorial.

Se puede acceder a una versión en PDF en www.unipaz.edu.co, Editorial UNIPAZ



Escuela de Ingeniería Agronómica
Instituto Universitario de la Paz (UNIPAZ)