

# **Análisis de viabilidad del cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), en municipio de Anolaima, Cundinamarca mediante el uso de sistemas de información geográfica**

Carmen Natali Palacios González [cnpalacios@unadvirtual.edu.co](mailto:cnpalacios@unadvirtual.edu.co)

Cristhian Mauricio Murcia Riveros [cmmurciari@unadvirtual.edu.co](mailto:cmmurciari@unadvirtual.edu.co)

Docente Asesor: Luis Alejandro Ospina Sánchez: [luisa.ospina@unad.edu.co](mailto:luisa.ospina@unad.edu.co)

## **RESUMEN**

El estudio de viabilidad para la siembra del cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el municipio de Anolaima, Cundinamarca, reveló resultados significativos sobre la aptitud del territorio. Utilizando avanzadas herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), (Santos, 2014) y análisis de datos geoespaciales, se evaluaron las condiciones climáticas, ambientales y edáficas para determinar la idoneidad de la región para cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*). Se identificaron áreas con distintos niveles de aptitud para el cultivo: algunas moderadamente favorables y otras con restricciones significativas, clasificadas como no aptas o marginales.

Estas últimas se caracterizan por factores como climas adversos, suelos desfavorables y coberturas vegetales menos adecuadas. El mapa de aptitud del territorio muestra claramente las zonas no aptas y marginales para el cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) sobre la diversificación de cultivos y la gestión eficiente de los recursos naturales en la región.

## **INTRODUCCIÓN**

El cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) ha ganado reconocimiento mundial debido a su alto valor nutricional y su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y edáficas. Originaria de los Andes, esta planta se ha convertido en una alternativa viable para la diversificación agrícola, especialmente en regiones que enfrentan desafíos con cultivos tradicionales.

---

En el contexto colombiano, cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) ofrece una oportunidad para mejorar la seguridad alimentaria y generar ingresos adicionales para los agricultores (Cárdenas-Castillo et al., 2021)

Anolaima, un municipio ubicado en el departamento de Cundinamarca, presenta un entorno diverso en términos de clima, suelo y cobertura vegetal. (Cárdenas-Castillo et al., 2021) La evaluación de la viabilidad del cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) en esta región es crucial para entender las oportunidades y limitaciones presentes. este estudio se enfoca en la integración de datos geoespaciales y el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (Santos, 2014) para realizar un análisis exhaustivo de los componentes climáticos, ambientales y edáficos.

El análisis del componente climático se centra en la precipitación y temperatura, factores determinantes para el crecimiento de cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) el componente ambiental examina las coberturas del suelo, identificando las áreas más y menos favorables para la agricultura. por último, el componente edáfico evalúa la estructura y composición del suelo, fundamentales para establecer la capacidad de uso y la aptitud agrícola.

Los resultados obtenidos no solo proporcionan una visión clara de las áreas con mayor viabilidad para el cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) en Anolaima, sino que también destacan las zonas que requieren intervenciones específicas para mejorar su aptitud agrícola (Cervantes, 2015).

### **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la viabilidad del cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) en el municipio de Anolaima, Cundinamarca, a través del análisis de los componentes climáticos, ambientales y edáficos, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

### **Objetivos Específicos**

1. Evaluar las condiciones climáticas del municipio de Anolaima y su impacto en la viabilidad del cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) considerando factores como la precipitación y la temperatura.
  2. Determinar la aptitud del suelo y las coberturas vegetales existentes en Anolaima para el cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) identificando las áreas favorables.
  3. Reconocer las características del suelo en Anolaima, incluyendo la estructura, la composición y la capacidad de uso, para establecer su idoneidad para el cultivo de quinoa.
-

## METODOLOGÍA

Se emplearon herramientas avanzadas de SIG y datos geoespaciales (Hernández & Mendoza, 2018) para alcanzar los objetivos planteados en el estudio de viabilidad del cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*) en Anolaima, Cundinamarca. los pasos metodológicos incluyeron la recolección de capas vectoriales relevantes desde el portal Colombia en mapas, que abarcan información sobre humedales, lagunas, embalses, complejos de páramos, drenaje y límites departamentales. Además, se recopilaron datos climáticos históricos como precipitación y temperatura.

El municipio de Anolaima fue seleccionado como área de estudio, donde se determinaron componentes climáticos, ambientales y edáficos. Se emplearon herramientas de geoprocésamiento en ArcGIS como Buffer, Clip, Dissolve, Merge, Intersect y unión para manipular y analizar las capas de datos como lo explica (Arnold & Osorio, 1998, p. 45).

la calculadora ráster se utilizó para integrar los resultados de estos componentes, obteniendo como resultado un mapa final de aptitud con donde se muestran suelos no apto y marginales que no son aptos para la implementación del cultivo.

Este enfoque metodológico permitió combinar datos espaciales y análisis SIG avanzados para evaluar de manera integral la idoneidad de Anolaima, Cundinamarca, (Hernández & Mendoza, 2018) para la producción cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*), proporcionando una base sólida para la toma de decisiones agrícolas y ambientales en la región.

## CASO DE ESTUDIO

Evaluar la viabilidad de introducir el cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*), en el municipio de Anolaima Cundinamarca siendo esta una planta conocida por su resistencia a condiciones adversas y su alto valor nutricional. Este estudio evalúa los factores claves que afectan el establecimiento y la prosperidad de la quinua por medio de los componentes climáticos, ambientales y edáficos, utilizando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como lo cometa (Burgess et al., 2019)

El municipio de Anolaima está ubicado en el departamento de Cundinamarca Colombia y presenta características geográficas y climáticas que lo hacen propicio para una investigación sobre la aptitud del suelo en el cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*), donde se presenta diversidad agro climatológica siendo esta una región con una variedad significativa de microclimas y condiciones edáficas (Olaya, 2020).

---

**Planteamiento e identificación de los  
geoprocesos y modelamientos para lograr la  
correcta identificación y mapificación para el  
establecimiento del cultivo quinoa  
(*Chenopodium quinoa*) en el municipio de  
Anolaima.**

Por medio de las instituciones como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC,) sistemas de información ambiental de Colombia (SIAC), tienen una amplia base de datos con información geográficos que pueden ser consultados de forma gratuita, la descarga de estos documentos da el inicio del modelo espacial de aptitud para la posterior siembra del cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*). este modelo consta de tres componentes; climático, ambiental y el edáfico para determinar si corresponde a las condiciones agroclimáticas necesarias.

**Tabla 1 Modelo Aptitud del suelo.**

Modelo Aptitud del suelo		
Componente	Capa vectorial	Peso (%) de influencia sobre la agricultura dentro del componente
Ambiental	Sin restricción	60
	Cobertura de suelo	40
Edáfico	Suelos características edáficas	45
	Capacidad de uso de suelo	55
Climático	Clasificación climática de caldas Lang 2014	45
	Precipitación media total anual promedio multianual durante el periodo 1981-2010	55

Nota fuente adaptación guía de actividades fase 4 diplomado de profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio 2024.

**Tabla 2 de clasificación de rango**

Clasificación Cualitativa	Rango Cualitativo	Caracterización	Color
No apto	2,99	1	
Marginal	4,99	2	
Baja	5,99	3	
Moderado	7,99	4	
Alto	8-10	5	

Se toma como referencia la siguiente tabla para el análisis del componente climático, ambiental, edáfico y de aptitud para posterior interpretación para el establecimiento del cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Nota fuente adaptación guía de actividades fase 4 diplomado de profundización en Sistemas de Información Geográfica para el Ordenamiento Agroambiental del Territorio 2024

### COMPONENTE CLIMÁTICO

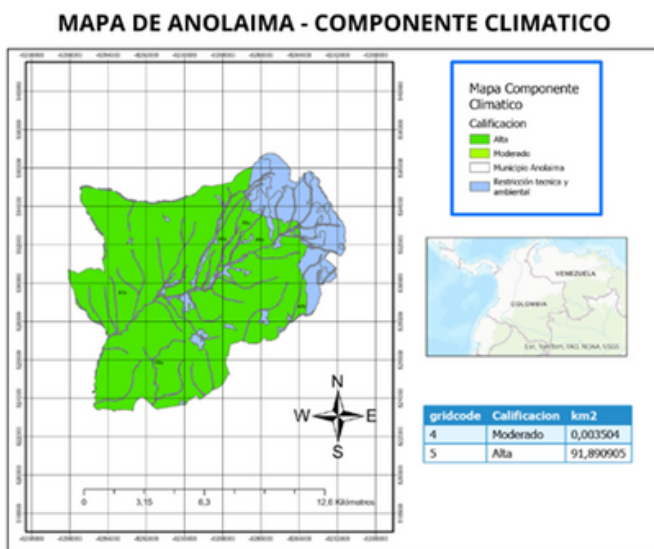
En Anolaima, las temperaturas oscilan entre 14°C y 25°C según los datos del IDEAM (Cervantes, 2015).

Estas condiciones climáticas se caracterizan por tener una predominancia de temperaturas altas, con un menor porcentaje en la categoría moderada, lo cual influye significativamente en el cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Las condiciones climáticas, con temperaturas predominantemente altas y una precipitación moderada, presentan desafíos específicos para el cultivo quinoa (*Chenopodium quinoa*). Estas condiciones pueden predisponer al cultivo a problemas fitosanitarios como ataques por hongos, bacterias y otros patógenos, los cuales pueden afectar negativamente la productividad (Burgess et al., 2019).

Por lo tanto, es crucial implementar prácticas de manejo adecuadas para mitigar estos riesgos y optimizar los rendimientos del cultivo

**Tabla 1 Modelo Aptitud del suelo.**



Fuente: elaboración propia.2024

Figura 1. Componente climático

Nota fuente elaboración propia, municipio de Anolaima, datos tomados Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia [IDEAM]. (2024).

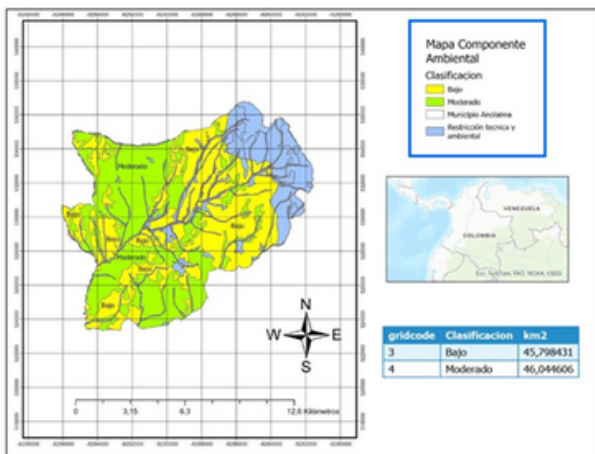
## COMPONENTE CLIMÁTICO

El mapa de Anolaima - Componente Ambiental clasifica las áreas del municipio según su aptitud para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*). Utilizando un Sistema de Información Geográfica (SIG) con ArcGIS, se integraron y analizaron datos climáticos, edáficos y de cobertura de suelo.

El análisis muestra que una gran parte de Anolaima tiene una aptitud baja para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), con 45.798431 km<sup>2</sup> clasificados en esta categoría.

Estas áreas presentan coberturas del suelo y condiciones climáticas que no son favorables para el desarrollo óptimo del cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*). Por otro lado, 46.044606 km<sup>2</sup> del área se clasifican como de aptitud moderada, indicando que, aunque estas áreas son más adecuadas para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), todavía pueden presentar ciertas limitaciones.

### MAPA DE ANOLAIMA - COMPONENTE AMBIENTAL



Fuente: elaboración propia.2024

Figura 2. Componente Ambiental

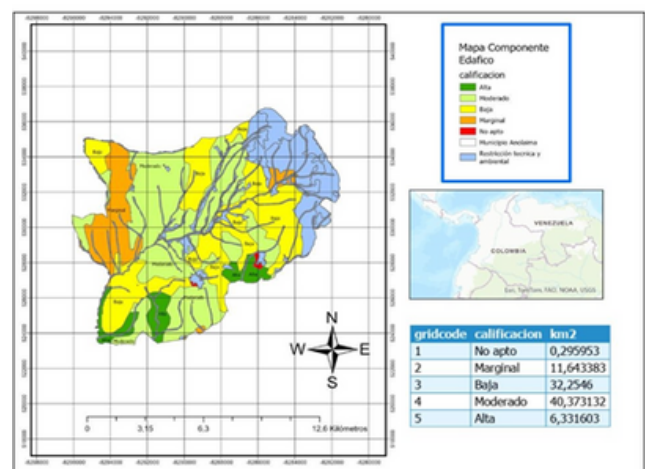
Nota fuente elaboración propia, municipio de Anolaima, datos tomados de Sistema de Gestión Ambiental Municipal (SIGAM). (2024).

### COMPONENTE EDÁFICO

El componente edáfico del mapa de Anolaima muestra que la mayor parte del territorio tiene una aptitud baja o moderada para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*). Las áreas con aptitud baja (Gridcode 3) suman 32.2546 km<sup>2</sup> y las áreas con aptitud moderada (Gridcode 4) abarcan 40.373132 km<sup>2</sup>. Estas áreas ofrecen viabilidad intermedia para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), pero requieren prácticas intensivas de manejo, como enmiendas de cal agrícola y compostaje.

Las áreas con alta aptitud edáfica (Gridcode 5), que cubren 6.331603 km<sup>2</sup>, presentan condiciones más favorables para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), requiriendo menos intervenciones. En contraste, las áreas con aptitud marginal (Gridcode 2) abarcan 11.643833 km<sup>2</sup> y las áreas no aptas (Gridcode 1) cubren 0.295953 km<sup>2</sup>, indicando suelos con características desfavorables como compactación, erosión, falta de nutrientes esenciales y pH muy ácido.

### MAPA DE ANOLAIMA - COMPONENTE EDÁFICO



Fuente: elaboración propia.2024

Figura 3. Mapa Componente edáfico

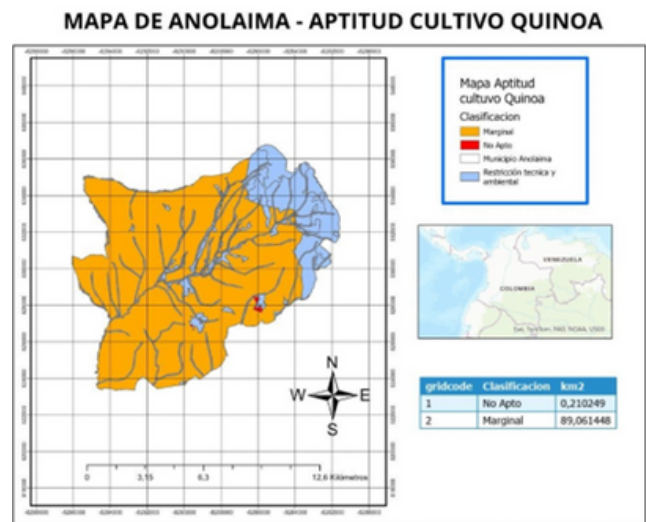
Nota fuente elaboración propia, municipio de Anolaima, datos Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2024).

## COMPONENTE DE APTITUD

El mapa de Anolaima sobre la aptitud para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*) muestra que la mayoría del territorio presenta una aptitud marginal. De acuerdo con la clasificación, las áreas con aptitud marginal (Gridcode 2) abarcan 89.061448 km<sup>2</sup>, mientras que las áreas no aptas (Gridcode 1) cubren una pequeña fracción de 0.210249 km<sup>2</sup>.

Las áreas marginales indican que, aunque es posible cultivar quinoa (*Chenopodium quinoa*), se requerirán prácticas de manejo intensivo para mejorar las condiciones del suelo y optimizar la producción. Estas prácticas pueden incluir la aplicación de enmiendas como cal agrícola y compostaje, así como otras estrategias para mejorar la estructura y fertilidad del suelo.

En contraste, las áreas no aptas presentan condiciones que hacen inviable el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), probablemente debido a factores limitantes como la compactación del suelo, erosión, falta de nutrientes esenciales y pH desfavorable.



Fuente: elaboración propia.2024

Figura 4. Componente de Aptitud.

Nota fuente elaboración propia, municipio de Anolaima, datos Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2024).

## CONCLUSIÓN

El estudio de viabilidad del cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*) en Anolaima, Cundinamarca, ha proporcionado una evaluación integral de las condiciones climáticas, edáficas y ambientales utilizando herramientas avanzadas de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los resultados han permitido identificar las áreas con diferentes niveles de aptitud para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*), revelando tanto oportunidades como limitaciones significativas en el territorio.

## COMPONENTE DE APTITUD

Este estudio no solo proporciona una evaluación detallada de la aptitud del cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*) en Anolaima, sino que también sienta las bases para futuras investigaciones y la aplicación de soluciones agrícolas integradas.

## RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS PARA MEJORAR LA APTITUD:

### 1. Componente Ambiental:

Clasificación Baja:

- Reforestación y conservación de suelos: Implementar programas de reforestación para aumentar la cobertura vegetal y mejorar la calidad del suelo.
- Manejo sostenible de recursos hídricos: Mejorar las prácticas de manejo del agua para asegurar un suministro adecuado y reducir la erosión.

Clasificación Moderada:

- Prácticas agrícolas sostenibles: Implementar técnicas como la agroforestería y la rotación de cultivos para mantener la salud del suelo y la biodiversidad.

### 2. Componente Edáfico:

Clasificación Marginal y No Apto:

- Mejora de la fertilidad del suelo: Aplicar enmiendas orgánicas como compost y biofertilizantes para mejorar la calidad del suelo.
- Control de la erosión: Construir terrazas y zanjas de infiltración para reducir la erosión del suelo y mejorar la retención de agua.
- Rehabilitación del suelo: Implementar prácticas de cultivo de cobertura y siembra directa para mejorar la estructura y fertilidad del suelo.

Clasificación Baja:

- Manejo adecuado de nutrientes: Ajustar las prácticas de fertilización para asegurar una adecuada disponibilidad de nutrientes para la quinoa (*Chenopodium quinoa*).

Clasificación Moderada:

- Optimización del uso del suelo: Utilizar técnicas de cultivo intensivo y manejo adecuado de plagas y enfermedades para mantener la salud del suelo.
-

### 3. Componente Climático:

#### Clasificación Moderada:

- Manejo de microclimas: Implementar técnicas como el uso de cortavientos naturales (árboles y arbustos) y artificiales (barreras físicas) para proteger los cultivos de vientos fuertes, y usar coberturas vegetales como mulching para mantener la humedad del suelo.
- Sistemas de riego eficientes: Instalar sistemas de riego por goteo para asegurar un suministro de agua constante y adecuado, y utilizar tecnologías de monitoreo de humedad para optimizar el riego.

### 4. Aptitud del Cultivo de Quinoa :

#### Clasificación Marginal y No Apto:

- Selección de variedades resistentes: Utilizar variedades para el cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*) como 'Real' y 'Puno', que son conocidas por su resistencia a condiciones climáticas y edáficas adversas.
- Investigación y desarrollo: Continuar investigando y desarrollando técnicas agrícolas innovadoras como la hidroponía y el uso de biochar para mejorar la viabilidad del cultivo en áreas marginales y no aptas.

Este estudio ha demostrado que, Anolaima presenta áreas con aptitud moderada y alta para el cultivo de quinoa, (*Chenopodium quinoa*) y que existen también importantes limitaciones que deben ser abordadas mediante estrategias de manejo específicas. La implementación de estas estrategias y el uso continuo de tecnologías innovadoras son esenciales para mejorar la viabilidad del cultivo de quinoa (*Chenopodium quinoa*) en la región.

Los resultados obtenidos proporcionan una base sólida para que agricultores, investigadores y autoridades locales tomen decisiones informadas que promuevan la diversificación de cultivos, mejoren la productividad agrícola y contribuyan al desarrollo económico y social de Anolaima.

## LINK VIDEO-PRESENTACIÓN

[https://youtu.be/z2t6CiwN-yw?  
feature=shared](https://youtu.be/z2t6CiwN-yw?feature=shared)

---

---

**BIBLIOGRAFIA**

- Arnold, C. M., & Osorio, F. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. Biblioteca Virtual UNAD. <https://elibro-net.bibliotecavirtual.unad.edu.co/es/ereader/unad/11444>
  - Burgess, P.J., Graves, A., García de Jalón, S., Palma, J.H.N., Dupraz, C., van Noordwijk, M. (2019). Modeling agroforestry systems. In: Mosquera-Losada M.R., Prabhu, R. (Eds) *Agroforestry for Sustainable Agriculture* 209238. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/333696631> Modelling agroforestry systems
  - Cárdenas-Castillo, J. E., Delatorre-Herrera, J., Bascuñán-Godoy, L., & Rodríguez, J. P. (2021). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) Seed Yield and Efficiency in Soils Deficient of Nitrogen in the Bolivian Altiplano: An Analytical Review. *Plants*, 10(11), 2479. <https://doi.org/10.3390/plants10112479>
  - Calla Calla, J. (2012). Características técnicas de la quinua (Informe técnico No. 038). Centro de Investigación y Desarrollo Agroindustrial, Agrobanco. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-c-quinua.pdf>
  - Calla Calla, J. (2012). Características técnicas de la quinua (Informe técnico No. 038). Centro de Investigación y Desarrollo Agroindustrial, Agrobanco. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-c-quinua.pdf>
  - Burgess, P.J., Graves, A., García de Jalón, S., Palma, J.H.N., Dupraz, C., van Noordwijk, M. (2019). Modeling agroforestry systems. In: Mosquera-Losada M.R., Prabhu, R. (Eds) *Agroforestry for Sustainable Agriculture* 209238. ResearchGate. <https://www.researchgate.net/publication/333696631> Modelling agroforestry systems
  - Cárdenas-Castillo, J. E., Delatorre-Herrera, J., Bascuñán-Godoy, L., & Rodríguez, J. P. (2021). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) Seed Yield and Efficiency in Soils Deficient of Nitrogen in the Bolivian Altiplano: An Analytical Review. *Plants*, 10(11), 2479. <https://doi.org/10.3390/plants10112479>
  - Calla Calla, J. (2012). Características técnicas de la quinua (Informe técnico No. 038). Centro de Investigación y Desarrollo Agroindustrial, Agrobanco. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-c-quinua.pdf>
  - Cervantes, L. (2015). Modelización matemática. Principios y aplicaciones. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. FCFM-BUAP. Puebla. <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/publicaciones/Modeliza.pdf>
-

- 
- Burgess, P.J., Graves, A., García de Jalón, S., Palma, J.H.N., Dupraz, C., van Noordwijk, M. (2019). Modeling agroforestry systems. In: Mosquera-Losada M.R., Prabhu, R. (Eds) *Agroforestry for Sustainable Agriculture* 209238. ResearchGate. [https://www.researchgate.net/publication/333696631\\_Modelling\\_agroforestry\\_systems](https://www.researchgate.net/publication/333696631_Modelling_agroforestry_systems)
  - Cárdenas-Castillo, J. E., Delatorre-Herrera, J., Bascuñán-Godoy, L., & Rodriguez, J. P. (2021). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Wild.) Seed Yield and Efficiency in Soils Deficient of Nitrogen in the Bolivian Altiplano: An Analytical Review. *Plants*, 10(11), 2479. <https://doi.org/10.3390/plants10112479>
  - Calla Calla, J. (2012). Características técnicas de la quinua (Informe técnico No. 038). Centro de Investigación y Desarrollo Agroindustrial, Agrobanco. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/038-c-quinua.pdf>
  - Cervantes, L. (2015). Modelización matemática. Principios y aplicaciones. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. FCFM-BUAP. Puebla. <https://www.fcfm.buap.mx/assets/docs/publicaciones/Modeliza.pdf>
-