

Optimización Sostenible en el Sector Agroalimentario: Estrategias de SAIS para un Futuro Resiliente

Ana Mateos Mata



Contents

1	Introducción	2
2	Antecedentes	2
3	Objetivo	3
4	Destinatarios potenciales	3
5	Recursos	3
6	Licencias de las bases de datos	4
7	Herramientas	5
8	Método	5
8.1	Preprocesamiento	5
8.1.1	Limpieza de Datos	5
8.1.2	Transformación de Datos	5
8.1.3	Enriquecimiento	5
8.2	Análisis Exploratorio de Datos (EDA)	6
8.3	Integración de Datos	6
8.4	Estadísticas y Predicciones	6
8.5	Visualización e Implementación	6
9	Conclusión	6

1 Introducción

El proyecto SAIS (Sistema de Análisis Integrado de Sostenibilidad) tiene como objetivo crear una solución innovadora y accesible que permita analizar de manera holística los datos relacionados con la sostenibilidad, la producción agrícola y el empleo en el sector agroalimentario. Este sistema está diseñado para proporcionar una visión integral de cómo los indicadores de sostenibilidad, la productividad agrícola y las dinámicas laborales se interrelacionan y afectan mutuamente. Mediante la integración de datasets globales clave, como los de la FAO sobre el balance de nutrientes en tierras agrícolas, la bioenergía y el empleo en la agricultura, SAIS facilitará la toma de decisiones informadas a responsables de políticas, investigadores y empresas agroalimentarias, promoviendo prácticas más sostenibles y eficientes. Este proyecto responde a la creciente preocupación por el cambio climático y la seguridad alimentaria, al tiempo que se enfoca en mejorar las condiciones laborales en el sector agrícola y optimizar la producción de bioenergía, contribuyendo al desarrollo económico y social de las zonas rurales.

2 Antecedentes

El proyecto SAIS se origina en un contexto global en el que la sostenibilidad, el empleo agrícola y la producción de bioenergía se han convertido en factores clave para el desarrollo económico, social y ambiental. Según la FAO, en 2021, casi 1.3 mil millones de personas —el 39.2

Uno de los principales antecedentes del proyecto es la creciente preocupación por el impacto ambiental de la agricultura y la producción de bioenergía. Desde 1990, la producción global de bioenergía ha casi duplicado su volumen, pasando de 27.9 exajoules (EJ) en 1990 a 51.7 EJ en 2022. Aunque los biocombustibles sólidos continúan dominando la producción de bioenergía, los biocombustibles líquidos y gaseosos han experimentado un crecimiento acelerado, impulsado por políticas renovables orientadas a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y promover un uso más sostenible de los recursos agrícolas. Estos cambios han creado una oportunidad para mejorar la eficiencia de la producción agrícola, tanto para la alimentación humana como para la generación de energía renovable.

Además, el presupuesto de nutrientes en tierras agrícolas, una actualización anual publicada por la FAO, ha mostrado un aumento continuo de los excedentes de nutrientes, generando riesgos ambientales como la lixiviación de nitratos y la contaminación de fuentes hídricas. Estos excedentes de nutrientes reflejan una gestión ineficiente de los recursos agrícolas, lo que subraya la necesidad de estrategias de manejo más sostenibles para evitar problemas ambientales y mejorar el rendimiento agrícola.

Este panorama resalta la necesidad urgente de un sistema integral que combine la medición de la producción agrícola, la gestión de los nutrientes en las tierras agrícolas, el empleo en el sector agroalimentario y la producción de bioenergía. SAIS surge como respuesta a esta necesidad, al integrar datos de diversas fuentes como FAOSTAT y ILOSTAT. El proyecto proporcionará un análisis exhaustivo de la sostenibilidad en el sector agroalimentario, considerando la eficiencia de los recursos, el impacto ambiental y las desigualdades de género, lo que permitirá a los responsables de políticas y actores del sector tomar decisiones más informadas a nivel global y regional.

3 Objetivo

El proyecto SAIS enfrenta varios desafíos clave en el sector agroalimentario, que incluyen la desconexión entre la sostenibilidad, la productividad agrícola y el empleo. En 2021, cerca de 1.3 mil millones de personas trabajaban en sistemas agroalimentarios, pero el sector enfrenta problemas de ineficiencia en el uso de recursos y riesgos ambientales, como los excedentes de nutrientes que generan lixiviación de nitratos y contaminación del agua. Además, la desigualdad de género persiste, con las mujeres representando solo el 28.5

SAIS tiene como objetivo integrar datos sobre sostenibilidad, productividad y empleo para proporcionar una herramienta que permita tomar decisiones informadas. A través de un análisis integral, el sistema buscará optimizar el uso de recursos agrícolas, reducir los riesgos ambientales, mejorar la gestión de nutrientes y promover una mayor equidad en el empleo agrícola, contribuyendo a una producción más sostenible y eficiente.

4 Destinatarios potenciales

El sistema SAIS está dirigido principalmente a los siguientes destinatarios clave:

1. **Responsables de Políticas Públicas:** Gobiernos y autoridades regionales que necesitan datos precisos para diseñar políticas efectivas sobre sostenibilidad agrícola, bioenergía y empleo rural.
2. **Empresas Agroalimentarias:** Compañías del sector agrícola, así como los propios agricultores, que buscan optimizar la producción sostenible y mejorar la eficiencia en el uso de recursos y la gestión de bioenergía.
3. **Investigadores y Académicos:** Profesionales que necesitan acceso a datos globales sobre sostenibilidad, empleo agrícola y nutrición en tierras agrícolas para apoyar sus estudios y análisis.
4. **Divulgación y concienciamiento:** El acceso a datos y visualizaciones de SAIS puedan ser utilizados en campañas de concienciación sobre prácticas agrícolas sostenibles, el impacto ambiental y la gestión de recursos naturales.

SAIS proporciona herramientas clave para tomar decisiones informadas que fomenten prácticas más sostenibles y eficientes en el sector agroalimentario.

5 Recursos

Bases de Datos

- **Cropland Nutrient Balance:** Este conjunto de datos proporciona información detallada sobre el empleo agrícola a nivel mundial, cubriendo un amplio rango de indicadores relacionados con el empleo en el sector agroalimentario desde 1927 hasta 2023. Incluye métricas como el valor agregado de la agricultura por trabajador, la distribución del empleo agrícola por edad y sexo, la participación de las mujeres en el empleo agrícola, las horas trabajadas, y el empleo en diferentes subsectores como producción de cultivos, ganadería, pesca y silvicultura.

Además, ofrece datos sobre el empleo en los sistemas agroalimentarios y la proporción de empleo agrícola respecto al empleo total, así como estimaciones modeladas por la OIT. Estos datos permiten analizar las tendencias en el empleo agrícola, su evolución y la sostenibilidad laboral en el sector agroalimentario global.

- - **FAO, 2022. FAOSTAT and IFA Soil Nutrient Budget database**
- **Consumption and production of Bioenergy:** Este conjunto de datos proporciona información sobre la producción y consumo de bioenergía a nivel mundial entre 1990 y 2022. Incluye diferentes tipos de bioenergía, como carbón vegetal, leña, biocombustibles sólidos, biodiesel, biogás, bagazo, residuos animales y licor negro, entre otros. Los datos abarcan tanto la producción como el consumo de energía en terajulios (TJ) para cada tipo de bioenergía. Además, se incluyen estimaciones de valores cuando la información no está disponible directamente. Este conjunto de datos es útil para analizar las tendencias en la producción y el consumo de bioenergía a nivel global, así como para evaluar el impacto de las políticas energéticas en el sector de las energías renovables.
- - **FAO 2024. FAOSTAT Bioenergy, FAO, Rome, Italy.** <http://www.fao.org/faostat/en/#data/BE>
- **Employment Indicators: Agriculture:** Este conjunto de datos proporciona información sobre el presupuesto de nutrientes en tierras agrícolas a nivel mundial, desde 1961 hasta 2021. Incluye datos sobre diversos elementos como nitrógeno, fósforo y potasio, que son esenciales para la fertilización agrícola. Los indicadores cubren tanto los nutrientes aplicados como los excedentes o deficiencias en los suelos agrícolas, y se expresan en diferentes unidades, como porcentajes, toneladas (t) o kilogramos por hectárea (kg/ha). Además, el conjunto de datos distingue entre valores oficiales, estimados, imputados y cifras proporcionadas por organizaciones internacionales. Este tipo de información es crucial para evaluar la sostenibilidad de las prácticas agrícolas, el manejo de los recursos naturales y el impacto ambiental de las actividades agrícolas.

6 Licencias de las bases de datos

Los Términos de Uso de la Base de Datos Estadística de la FAO permiten el acceso gratuito y sin restricciones a los conjuntos de datos creados y mantenidos por la FAO para fines estadísticos, científicos, de investigación y toma de decisiones basadas en evidencia. Estos datos están generalmente licenciados bajo Creative Commons 4.0 (CC BY 4.0), lo que permite su uso, adaptación y redistribución, siempre que se atribuya adecuadamente a la FAO. Sin embargo, está prohibido utilizar los datos con fines comerciales, de forma que falsifique su contenido, o sin el consentimiento de los proveedores de datos externos. Además, los usuarios deben cumplir con las condiciones de uso especificadas y reconocer que la FAO no avala ninguna empresa ni producto, y que no asume responsabilidad por la precisión o disponibilidad de los datos. Cualquier disputa relacionada se resolverá mediante arbitraje según las normas UNCITRAL.

7 Herramientas

- Python: Bibliotecas como Pandas, Numpy, Scikit-learn para el análisis y procesamiento de datos.
- SQL: Para la manipulación de datos estructurados en bases de datos relacionales.
- Jupyter Notebooks: Para análisis interactivo y visualización de datos.
- Shiny o Streamlit: Visualización e interfaz para mostrar resultados.

8 Método

8.1 Preprocesamiento

8.1.1 Limpieza de Datos

- **Eliminación de valores faltantes:** Si los datos contienen valores nulos o vacíos, se debe decidir si eliminarlos o imputarlos utilizando técnicas como la media, la mediana o la interpolación, dependiendo de la importancia y el contexto de cada variable.
- **Identificación de duplicados:** Verificar si hay duplicados en el dataset y eliminarlos para evitar distorsiones en los resultados.
- **Tratamiento de valores atípicos (outliers):** Detectar usando un análisis gráfico.

8.1.2 Transformación de Datos

- **Codificación de categorías:** Para variables categóricas como el sexo (femenino, masculino, total), la codificación puede ser necesaria, por ejemplo, utilizando valores numéricos (1 = mujeres, 2 = hombres, 3 = todos).
- **Estandarización o normalización de datos:** Dependiendo del análisis que se realice, puede ser necesario estandarizar o normalizar los datos.
- **Disposición de datos:** Asegurar una buena disposición de datos para las distintas agrupaciones necesarias, como por país, año, nutriente, elemento o indicador.

8.1.3 Enriquecimiento

- **Combinación de datasets:** Combinar datasets provenientes de distintas fuentes mediante claves comunes como país, año o región (código de área, código M49, área, YXXX).
- **Cálculo de indicadores adicionales:** Crear nuevos indicadores útiles para el análisis, como:
 - *Índice de eficiencia de uso de nutrientes:* Dividir la cantidad de nutrientes utilizados entre la cantidad de nutrientes aplicados.
 - *Porcentaje de empleo en la agricultura:* Calcular el porcentaje de la población activa que trabaja en la agricultura.
 - *Reducción de emisiones de GEI:* Calcular la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero en relación con la producción agrícola.

8.2 Análisis Exploratorio de Datos (EDA)

Identificar relaciones entre los datos y visualizar (con Python) las columnas de las bases de datos para entender sus características y patrones.

8.3 Integración de Datos

- **Modelo de Integración de Datos:** Crear un modelo de datos que permita integrar todas las fuentes de información de manera eficiente. Esto puede involucrar la construcción de un esquema de base de datos (relacional o NoSQL) que almacene datos por país, año, sector agrícola, tipo de bioenergía, etc.
- **Vinculación de datos por claves comunes:** Asegurarse de que los datasets estén correctamente vinculados a través de identificadores comunes, como códigos de país, fechas y tipo de actividad económica.
- **Filtrado y selección de datos relevantes:** Si se analiza la sostenibilidad, pueden seleccionarse solo los indicadores relacionados con el uso de recursos (agua, nutrientes) y la producción de bioenergía.

8.4 Estadísticas y Predicciones

- **Cálculo de Métricas Clave:** Para cada indicador de sostenibilidad (uso de agua, productividad por hectárea, empleo en agricultura), se realizan análisis estadísticos básicos como promedios, desviaciones estándar y tendencias históricas.
- **Correlaciones y Patrones:** Usando técnicas de correlación y análisis multivariable, se exploran relaciones entre diferentes indicadores, como la relación entre uso de fertilizantes y rendimiento agrícola o entre empleo femenino y eficiencia en el uso de recursos.

8.5 Visualización e Implementación

Crear dashboards interactivos (utilizando herramientas como Streamlit o Shiny) para visualizar las métricas clave de sostenibilidad, bioenergía, empleo agrícola, etc., basadas en los datos preprocesados.

- **Dashboards Interactivos:** Diseñar dashboards que permitan a los usuarios explorar los datos por región, cultivo o periodo.
- **Mapas de Calor y Gráficos Geoespaciales:** Representar visualmente indicadores de sostenibilidad y empleo por región mediante mapas de calor y gráficos geoespaciales que faciliten la identificación de áreas con oportunidades o problemas específicos.

9 Conclusión

El Sistema de Análisis Integrado de Sostenibilidad (SAIS) representa un avance crucial en la gestión y evaluación del sector agroalimentario, uniendo datos complejos sobre sostenibilidad, productividad y empleo para habilitar una toma de decisiones estratégicas. A través de un proceso riguroso de

preprocesamiento de datos, análisis estadístico, modelos predictivos y visualizaciones dinámicas, SAIS ofrece una plataforma robusta que permite entender tendencias y anticipar cambios críticos en el sector. La implementación de SAIS no solo fomenta una gestión de recursos más eficiente, sino que también impulsa la innovación hacia prácticas sostenibles que equilibran la productividad agrícola con la preservación de recursos naturales y la equidad en el empleo.

En un contexto global donde la sostenibilidad ya no es una opción sino una necesidad, SAIS proporciona las herramientas necesarias para transformar el sector agroalimentario en un motor de resiliencia económica, social y ambiental.

References