

Daniela Alejandra Alvarez Velandia, Juan Sebastián
Ingeniería de sistemas

Resumen

CHOCOBREW es una plataforma tecnológica que combina inteligencia artificial, trazabilidad y gestión de datos para apoyar a productores de cerveza artesanal. El sistema predice la calidad del producto usando un modelo Random Forest Regressor, permite registrar lotes, generar códigos QR y cumplir normas nutricionales mediante cálculos automáticos. El proyecto es resultado de la colaboración entre la Universidad de Cundinamarca y la Universidad Nacional de Loja, integrando innovación tecnológica con el valor cultural del cacao ecuatoriano.

Palabras Clave: Machine Learning, cerveza artesanal, trazabilidad, Flask, cacao fino de aroma.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

En Loja, Ecuador, los productores de cerveza artesanal enfrentan dificultades para estandarizar la calidad, garantizar trazabilidad y cumplir normas nutricionales. Estas limitaciones reducen la competitividad frente a productos industriales y dificultan la certificación del proceso. CHOCOBREW surge como una solución tecnológica que integra Machine Learning, gestión de datos y códigos QR, permitiendo mejorar la calidad del producto final y aportar valor agregado al uso del cacao fino de aroma como ingrediente diferenciador.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una plataforma web que permita gestionar la calidad de la cerveza artesanal a través del análisis predictivo con Machine Learning, registro de lotes y generación de trazabilidad mediante códigos QR.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un modelo de Machine Learning capaz de predecir métricas clave de calidad en la cerveza artesanal.
- Diseñar y desarrollar un sistema web con módulos de registro de lotes, autenticación y visualización de datos.
- Incorporar un sistema de generación de códigos QR para trazabilidad y cumplimiento normativo.
- Optimizar el desempeño del modelo y del sistema para predicciones y consultas en tiempo real.

METODOLOGÍA

Se empleó la metodología CRISP-ML, permitiendo un ciclo estructurado: recolección y preparación de datos, selección del modelo, entrenamiento, validación y despliegue. A nivel de arquitectura del sistema, se utilizó separación modular entre backend (Flask), frontend (HTML, CSS, JavaScript y Bootstrap 5), base de datos (MySQL) y módulos de ML. El modelo se carga en memoria al iniciar el servidor, logrando predicciones en <1 segundo y usando un mecanismo de fallback heurístico ante fallos.

RESULTADOS

Métricas del Modelo ML

El modelo Random Forest Regressor alcanzó métricas satisfactorias para predicción de calidad, evaluadas mediante R^2 , MAE y RMSE. Estas métricas confirman la eficacia del modelo para apoyar la toma de decisiones en producción.

Variables Más Influyentes

El análisis de importancia de características determinó que el cacao fino de aroma es el factor principal en la calidad final, seguido de los días de maduración y el contenido alcohólico.

Clasificación de Lotes

El sistema clasifica automáticamente cada lote en cinco categorías: Premium, Excelente, Muy Buena, Buena y Regular, contribuyendo a la estandarización del proceso.

Innovación Tecnológica

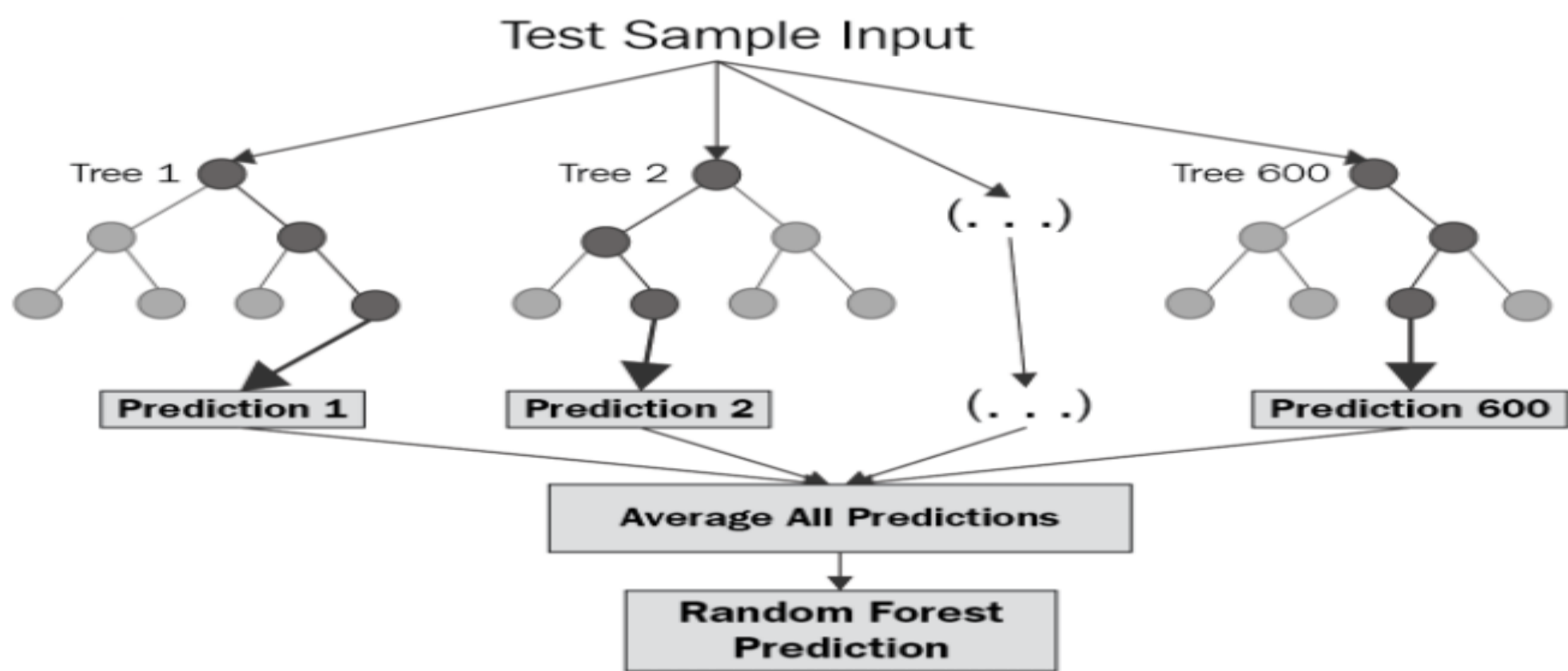
CHOCOBREW es la primera solución en su tipo al integrar Machine Learning, trazabilidad con QR y cálculo nutricional automático para cerveza artesanal.

Escalabilidad y Aplicabilidad

El sistema puede ejecutarse en red local o nube, soporta múltiples usuarios y permite ampliaciones futuras como API REST y dashboards de tendencias.

Desempeño del Modelo

Se utilizó un Random Forest Regressor por su precisión y capacidad para manejar variables no lineales. Tras la validación cruzada y el ajuste de hiperparámetros, el modelo obtuvo un R^2 alto, MAE bajo y RMSE reducido, demostrando buena capacidad predictiva y estabilidad.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Documentación Flask
- Documentación scikit-learn
- Metodología CRISP-ML