

# Evaluación de la precisión y solidez de un modelo

de simulación ecofisiológica para sistemas agroforestales de café en América Central

**S**e realizó un estudio cuyos principales objetivos eran calibrar el modelo agroforestal del café CAF2007 (un modelo dinámico para sistemas agroforestales de café que toma el manejo, el clima y las condiciones del suelo como entradas, y simula los procesos de la producción de frutos), con datos recopilados en experimentos de largo plazo en Costa Rica y Nicaragua (que son escasos), y así probar el modelo calibrado con datos independientes de fincas comerciales de café.

CAF2007 es un modelo de procesos dinámico básico para simular campos de café manejados a pleno sol o en sistemas agroforestales, diferenciando los árboles de sombra y el café. Fue diseñado para ayudar a tomar decisiones relacionadas con las estrategias de manejo, tales como las dosis de fertilizante; la densidad de los árboles de sombra y la especie; la poda y el programa de raleo. El modelo también es capaz de simular la respuesta del sistema a los cambios ambientales (clima, CO<sub>2</sub> atmosférico). El modelo simula el crecimiento, el rendimiento y otros servicios asociados con especies arbóreas específicas, teniendo en cuenta y condicionado por los principales procesos que ocurren en las plantas y el suelo como son el equilibrio de C, N y agua del sistema. Además, incluye datos de radiación, precipitación, temperatura, [CO<sub>2</sub>], agua y nitrógeno.



El modelo tiene 104 parámetros, 70 de los cuales están calibrados. La información previa para estimar los valores de los parámetros se obtuvo a partir de revisiones de la literatura, recopilación de datos y entrevistas con agricultores. Se modificó el modelo para floración y el modelo para la producción bianual, lo que dio lugar a la nueva versión del modelo llamado CAF2014. El método de calibración utilizó el proceso bayesiano, el cual emplea estadísticas basadas en el análisis de los datos e incorpora la variabilidad propia de los parámetros de entrada y su probabilidad a priori. Posteriormente, calcula y acepta la mejor incertidumbre de los datos de salida. La Estadística Bayesiana tiene el propósito de incorporar juicios encaminados en el análisis de los datos, basados en la experiencia, lo que es bastante novedoso.

El nuevo modelo fue calibrado con datos de ensayos de largo plazo en Costa Rica y Nicaragua, abarcando diferentes zonas climáticas, suelos, manejo de sombra y condiciones de manejo. El modelo luego se validó utilizando datos menos precisos obtenidos en fincas comerciales y no mostró sesgo particular en las estimaciones, por lo que se pudo concluir sobre su robustez. La variabilidad interanual fue bien representada por el modelo (Fig. 1). Los resultados sugieren que nuestro modelo puede ser utilizado en Centroamérica. Además, el análisis de sensibilidad proporcionó conclusiones con respecto al manejo del fertilizante N y de la sombra sobre la productividad del café.

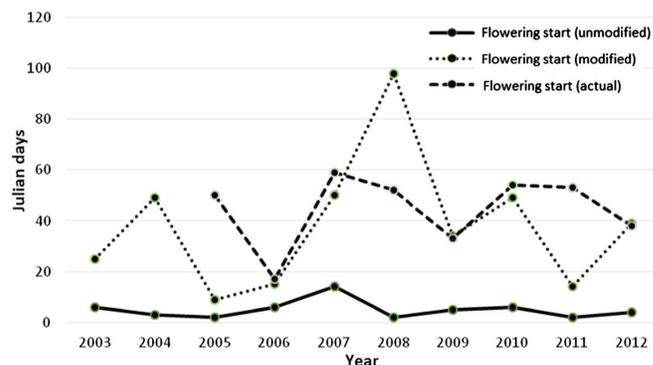


Fig. 1. Fecha de inicio de la floración simulada con el modelo original sin modificar, el modelo modificado (CAF2014) y la floración realmente observada en Turrialba, Costa Rica.

El modelo calibrado puede convertirse así en una herramienta de decisión útil para productores y decisores políticos que permite simular el rendimiento de la producción de café en sistemas agroforestales, estimar costos y beneficios de la implementación del sistema, así como los impactos del cambio climático, el CO<sub>2</sub> elevado, la fertilización y la poda de los cafetos.

El modelo también puede proporcionar estimaciones de otros servicios de los ecosistemas, como de agua, carbono y nitrógeno, pero la calidad de las predicciones del modelo para esas variables requiere comprobación con datos adicionales.

## Los modelos dinámicos

pueden utilizarse para representar y optimizar las decisiones de manejo para aumentar resultados, así como también explorar la capacidad de los sistemas agroforestales para proporcionar servicios ecosistémicos.

Las medidas realizadas para parametrizar los modelos agroforestales son complejas (o delicadas) y sus resultados a menudo vienen acompañados de importantes incertidumbres.

Este artículo resume parte de los resultados obtenidos por investigadores de la Red Científica Agroforestal Latinoamericana mediante el proyecto de investigación Caf'Adapt financiado por Fontagro. También contribuyó el programa CCAFS del CGIAR, Coffee-Flux observatory, Llano Bonito, SOERE F-ORE-T, además de los proyectos CAFNET, Ecosfix, MACACC, SAFSE, PROCAGICA y SEACAF.

Encuentre la información completa en:

Ovalle-Rivera, O., Van Oijen, M., Läderach, P., Roupsard, O., Virginio Filho, E. de M., Barrios, M., Rapidel, B. Assessing the accuracy and robustness of a process-based model for coffee agroforestry systems in Central America. *Agroforest Syst* 94, 2033–2051 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00521-6>