

Modelado Computacional y validación CFD del proceso de secado de la almendra de cacao por convección forzada

PROBLEMA

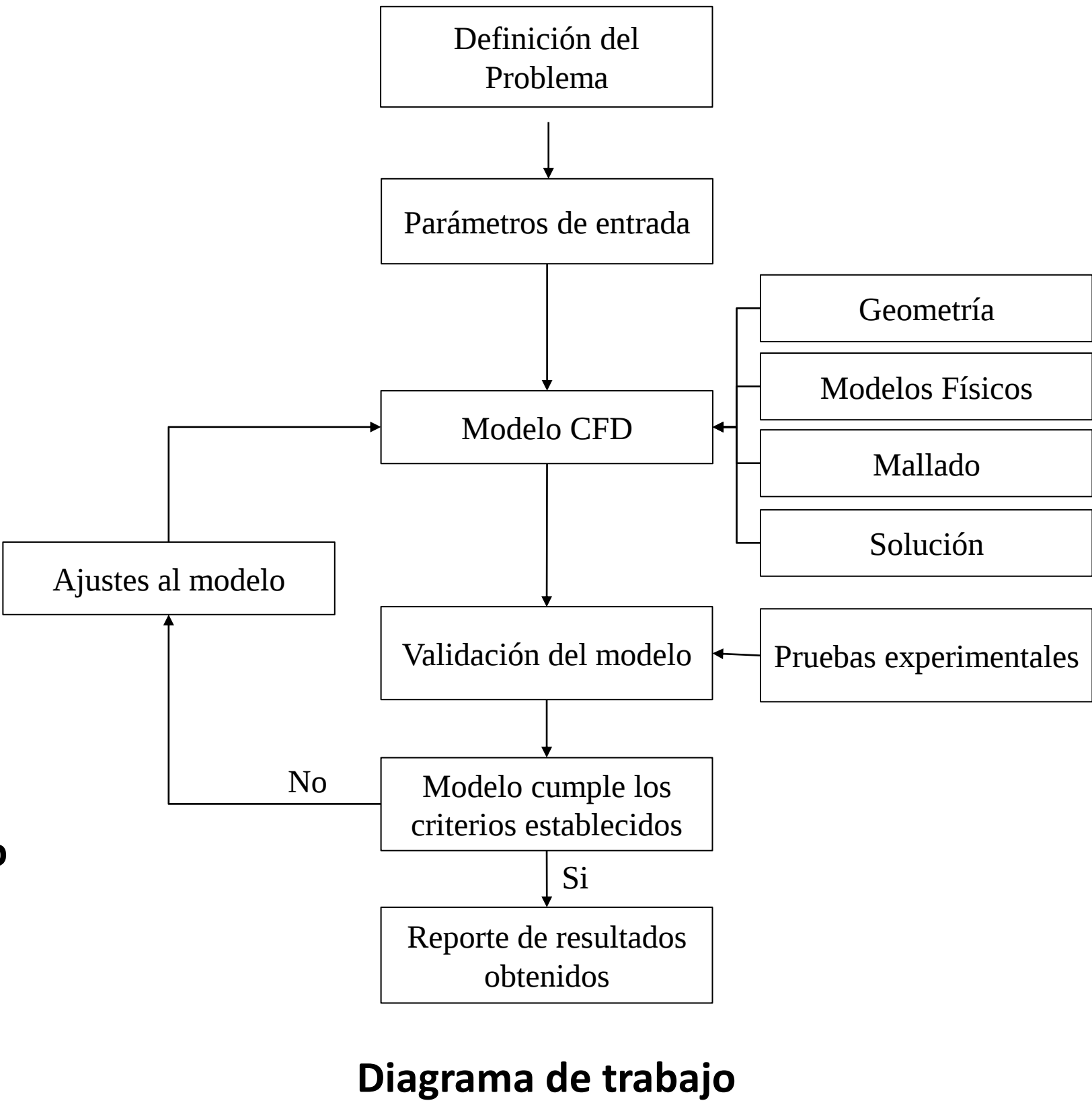
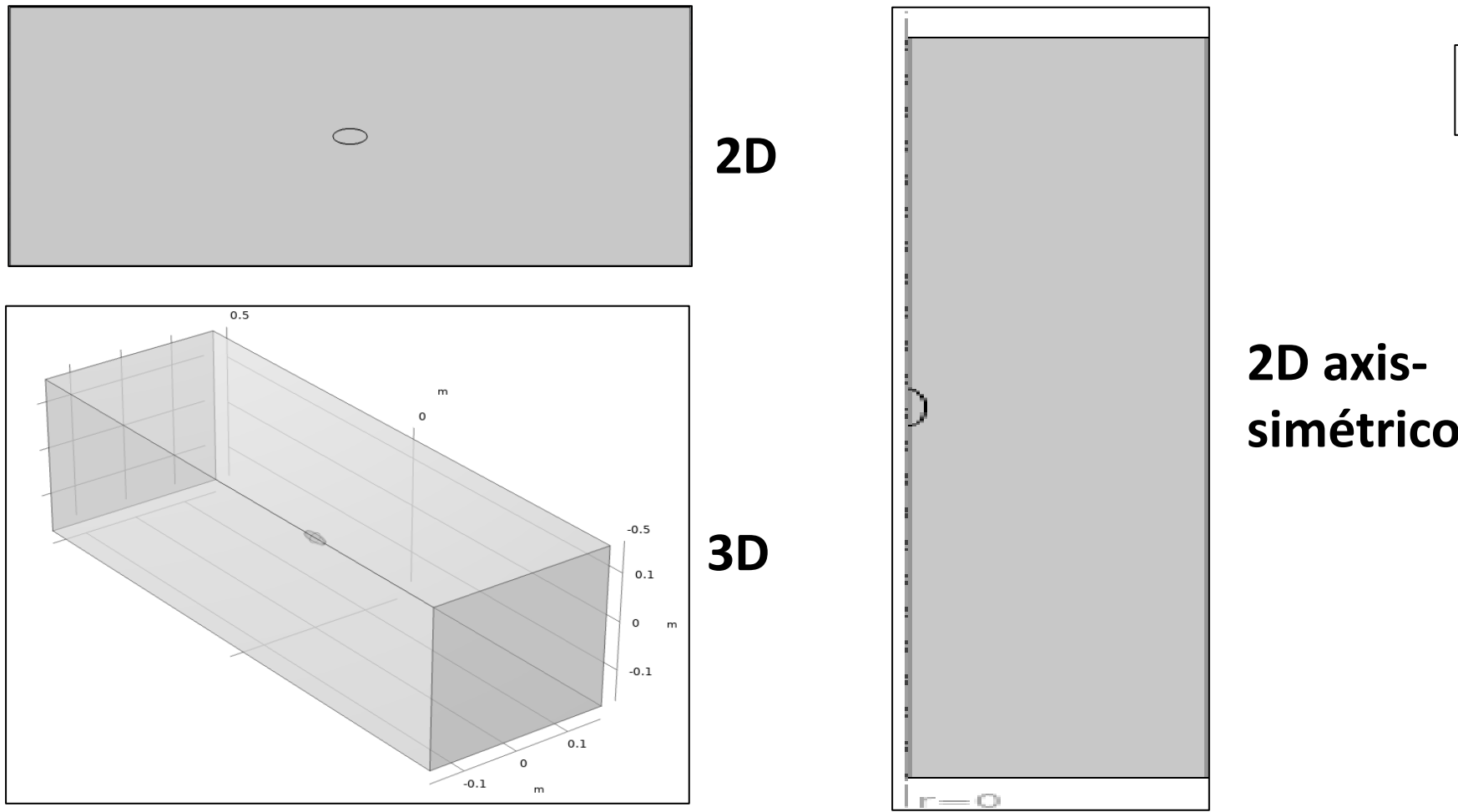
El Ecuador es uno de los mayores exportadores de cacao del mundo. En consecuencia, se han realizado varios proyectos en los que se diseña y construye una máquina secadora de cacao con el fin de reemplazar métodos tradicionales de secado. Una de las herramientas que no ha sido explotada durante el proceso de diseño es el análisis computacional avanzado utilizando softwares que permiten simular el proceso teóricamente, previo a la construcción del prototipo.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de CFD que considere los fenómenos acoplados de transferencia de masa y calor de un grano de cacao con el fin de determinar condiciones óptimas de secado.

PROPUESTA

- Diseñar un modelo teórico computacional que considere el flujo de fluido, transferencia de calor y transferencia de masa del proceso, usando el software comercial COMSOL MULTIPHYSICS 5.6 basado en el método de elementos finitos.
- Se proponen 3 modelos construidos en espacios diferentes y que siguen el diagrama de trabajo. El volumen de control se compone de un elipsoide (almendra de cacao) rodeado por una masa de aire.



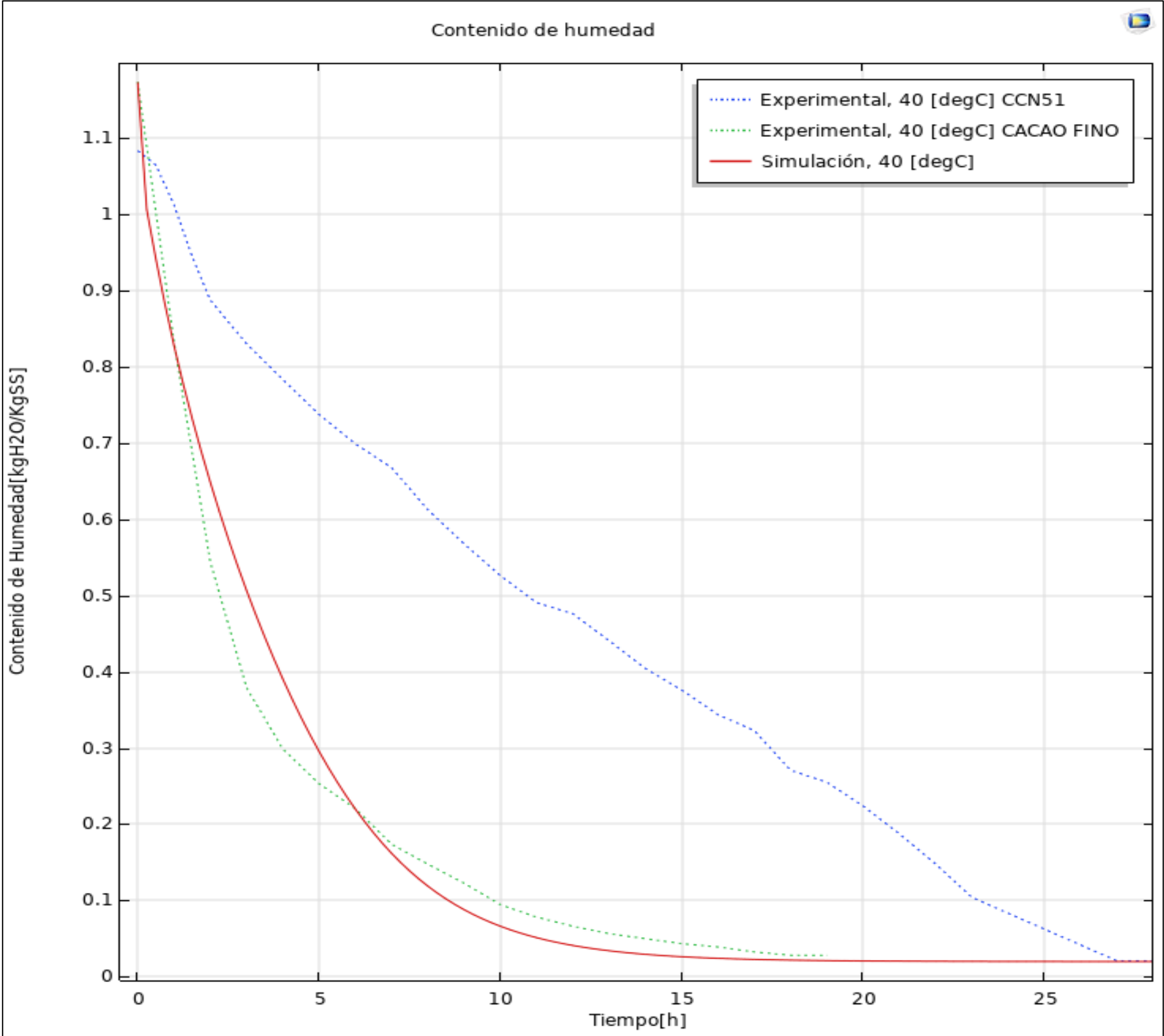
RESULTADOS

- Se comprobó que la simulación es correcta cuantitativamente mediante el cálculo y comparación de los coeficientes convectivos de transferencia de calor y transferencia de masa
- Se compararon los resultados experimentales con resultados teórico-computacionales, procesados como curvas de contenido de humedad.

Comparación de coeficientes convectivos

	$T_{air}(^{\circ}C)$	Simulación	Correlación	Error (%)
$\bar{h}_t \left[\frac{W}{m^2K} \right]$	40	32.05	29.41	8.97
	50	32.27	29.43	9.65
	60	32.51	29.47	10.31
$\bar{h}_m \left[\frac{m}{s} \right]$	40	2.28 E-5	1.92 E-5	9.76
	50	3.07 E-5	2.57 E-5	19.45
	60	4.07 E-5	3.38 E-5	20.41

Comparación de curva experimental vs curva de la simulación



CONCLUSIONES

- El proyecto presenta fortalezas en el que logra acoplar los fenómenos de transferencia de calor y transferencia de masa que ocurren durante el proceso de secado, pero una de las debilidades es que no se conoce a ciencia cierta las propiedades termo físicas del cacao de origen ecuatoriano o de países latinoamericanos, por lo tanto, no se obtienen curvas que se asemejen a las del secado en las pruebas experimentales.
- Se optó por los resultados del modelo 2D axis-simétrico debido a que estos generan resultados óptimos sin gastar excesivamente recursos computacionales, además que logran genera la geometría tridimensional del grano de cacao y el campo de fluido.
- En base a los resultados se concluye que el modelo establecido predice que el grano de cacao pierde concentración de humedad con respecto al tiempo de una manera similar a los experimentos realizados para el cacao fino de aroma.
- Este trabajo ofrece la oportunidad de realizar el mismo estudio a otros frutos y vegetales nacionales como lo pueden ser el café, uvilla, garbanzos, etc.