

GENERACIÓN DE TECNOLOGÍA PARA MULTICULTIVO EN INVERNADEROS
INCORPORANDO HERRAMIENTAS DE BIOTECNOLOGÍA Y MECATRÓNICA; HACIA
UN MODELO DE UNIDAD DE PRODUCCIÓN RURAL INTEGRAL SOSTENIBLE.

MODELACION MATEMATICA DEL PROCESO DE MADURACION DEL FRUTO DEL
JITOMATE (*Lycopersicon esculentum L.*)

Arroyo Ruiz A.; Torres Pacheco I.; Vázquez Cruz M. A.

Facultad de Ingeniería

Universidad Autónoma de Querétaro

Ciencias Naturales y Exactas

RESUMEN

La finalidad del proyecto era la de evaluar algunas condiciones específicas para multicultivo en invernaderos para así poder generar algún tipo de tecnologías utilizando distintas herramientas. El proyecto del multicultivo en invernaderos va en sus primeras fases por lo cual el principio del trabajo fue solamente la construcción del invernadero así como su adecuación. Es por esta razón que tuve que incorporarme y realizar parte en otro proyecto pudiendo llevar los dos a la par; Este proyecto es La modelación matemática del proceso de maduración del fruto de jitomate (*Lycopersicon esculentum L.*), que tiene la finalidad de Establecer una relación cuantitativa entre el desarrollo del fruto de jitomate y su calidad como producto de los factores de ambiente de acuerdo a las necesidades de mercado y del consumidor de la región centro de México.

Se estimaron los parámetros en las variables de calidad en el fruto de jitomate que se demandan tanto en el ámbito logístico para la distribución como por parte del consumidor.

Se inició con la determinación experimental del efecto de los factores de radiación, temperatura, concentración de CO₂ e irrigación sobre las condiciones de madurez y calidad en el fruto.

INTRODUCCIÓN

En muchos lugares del mundo, especialmente en los países en desarrollo, los agricultores realizan sus siembras en combinaciones (policultivos o cultivos intercalados) más que en cultivos de una sola especie (monocultivos o cultivos aislados). Hasta hace unos veinte años, los investigadores agrícolas, en general, ignoraban las características que caracterizaban a los policultivos. Sin embargo, recientemente, la investigación del policultivo ha aumentado y muchos de los beneficios potenciales de estos sistemas se han hecho más evidentes.

La enorme variedad de policultivos existentes refleja la gran diversidad de cosechas y prácticas de manejo que usan los agricultores en todo el mundo para suplir las necesidades de comida, vestido, combustible, medicamentos, materiales de construcción, forraje y dinero. Los policultivos pueden comprender combinaciones de cultivos anuales con otros anuales, anuales

con perennes o perennes con perennes. Los cereales pueden cultivarse asociados a leguminosas y los cultivos de raíces asociados a frutales. Los policultivos se pueden sembrar en forma espaciada, desde la combinación simple de dos cultivos en hileras intercaladas hasta asociaciones complejas de doce o más siembras entremezcladas. Los componentes de un policultivo pueden sembrarse en la misma fecha o en otra diferente (cultivos de relevo); la cosecha de los distintos cultivos puede ser simultánea o a intervalos.

El jitomate (*Lycopersicon esculentum*) es uno de los vegetales más cultivados en el mundo, es una planta diploide, perenne, autopolinizable y su popularidad entre los consumidores ha aumentado por su importante contenido de vitamina C y A. Anualmente, el tomate se cultiva en 3.99 millones de hectáreas alrededor del mundo y la producción total es de 108.5 millones de toneladas (Girish y Umesha, 2005). México es el tercer exportador más importante de jitomate en el mundo con cerca de seis millones de toneladas al año. Aproximadamente 3000 ha de terreno se destinan en México al cultivo en invernaderos, de las cuales el 70% corresponden al cultivo de jitomate, este sector crece a una tasa anual del 10% (INEGI, 2001).

El jitomate es un componente importante en la dieta de muchas regiones alrededor del mundo. Además de su apariencia externa, el sabor y aroma son criterios importantes para evaluar la calidad del jitomate. El cultivo de este fruto enfatiza la importancia en la producción, tamaño del fruto, ausencia de defectos y resistencia a enfermedades, mientras que sus cualidades sensoriales no siempre son tomadas en cuenta. Lo anterior ha resultado en cultivos con rendimientos elevados adaptados a la agricultura moderna, pero carentes de sabor y aroma agradables (Lisanti *et al.*, 2008).

Frecuentemente los consumidores muestran su inconformidad en relación con las características sensoriales del tomate fresco (Bruhn *et al.*, 1999), y aunque la investigación en aspectos agronómicos ha intentado mejorar su apariencia, vida de anaquel y resistencia a enfermedades, la calidad sensorial ha pasado a segundo término (Beltrán *et al.*, 2006). La calidad del tomate fresco depende de su estado de madurez, y entre los atributos más importantes que permiten definirla se encuentran: firmeza, contenido de sólidos solubles, pH, acidez (ácido cítrico y málico), concentración de licopeno, color, materia seca, contenido de azúcares reductores, atributos sensoriales como: consistencia, jugosidad, firmeza; sabores básicos y su resabio (Arvanitoyannis y Vaitsi, 2007). Una apropiada correlación entre las características fisicoquímicas y sensoriales permite a los productores decidir el estado de madurez más conveniente para el consumo en fresco o para procesamiento.

La calidad de los frutos puede ser monitoreada a través de los distintos cambios que sufre el fruto durante el proceso de madurez, este proceso depende de factores ambientales y su efecto puede estimarse mediante la generación de modelos matemáticos.

La aplicación de la modelación matemática consiste en el reemplazo del objeto cognitivo por su imagen matemática (modelo matemático) la cual, implementada en algoritmos lógico – numéricos en un ordenador, permite estudiar las cualidades del proceso original (Nuñez-Muñoz, 2000). La modelación permite tener una forma cuantitativa de la interacción de procesos simultáneos (López, 2006). El modelo de un cultivo es, el conjunto de relaciones matemáticas

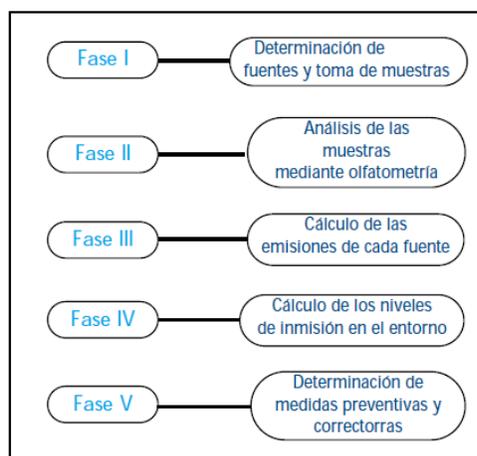
que describen los cambios de las variables de estado durante la ocurrencia de varios procesos, donde una variable de estado puede ser la biomasa (Goudrian y Van Laar, 1994; Overman, 1990; Overman, 1984).

DESARROLLO EXPERIMENTAL

Para la estimación de los parámetros en las variables de calidad en función del segmento de demanda utilizamos el jitomate tipo saladette que adquirimos en centrales de abastos de Querétaro.

Para estimar los parámetros de sabor, aroma, textura, color y tamaño en muestras de jitomate se utilizó el método spectrum lo que nos permitió determinar el estado de madurez más adecuado para el consumo del jitomate.

Se realizaron análisis de tipo bioquímico, físico y químico, con el fin de obtener datos fisicoquímicos. Se extrajeron los compuestos volátiles en cada una de las muestras y fueron analizados mediante olfatometría lo cual nos permitió determinar su actividad odorífica.



Máximo	Descripción Aromática	Compuesto	Int.	NIF	SNIF
Minutos totales					56,4
1	Fruta artificial	Ni	0,9	73,2	2,3
2	Vinagre, solvent	Ácido acético ^{a,b,c}	1,5	93,8	2,8
3	Pimentón, vegetal	MIBP ^{b,c}	1,7	67,9	4,0
	Animal, ratón, desagradable	Ni	0,7	26,8	1,4
4	Pan tostado	Ni	0,2	33,0	0,8
5	Queso, rancio	Ácido butírico ^{b,c}	1,2	67,0	5,7
6	Calcetines sucios, queso Viejo	Ácido isovalérico ^{b,c}	2,9	100,0	9,5
7	Azúfre, cocida papa	Metional ^{b,c}	1,1	45,5	2,1
8	Durazno, manzana conserva	en β -Damascenona ^{a,b,c}	2,2	100,0	7,8

CONCLUSIÓN

Por desgracia, estos dos proyectos en los que estuve apoyando son de más largo plazo por lo que no fue suficiente esta estancia en el verano por lo cual he decidido continuar en los proyectos hasta que finalicen por lo pronto hablando del primer proyecto (Generación de tecnología para multicultivo en invernaderos incorporando herramientas de biotecnología y meca trónica; hacia un modelo de unidad de producción rural integral sostenible). Como ya lo había mencionado, aun va en sus primeros pasos por lo cual solo se pudo concluir con la adecuación del invernadero para su posterior trabajo, en la parte del jitomate pues, solo se pudo terminar es estudio por olfatometría. Para poder dar una conclusión más amplia y además una discusión de resultados más en forma es necesaria la conclusión del proyecto por lo que hasta el momento con cluyo solamente en esta parte de los dos proyectos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, S. R., Cockshull, K. E., y Cave, C. R. J. 2001a. "Effect of temperature on the growth and development of tomato fruits". *Annals Bot.* 88: 869–877.
- Arthur, C.L., y Pawlizsyn, J. (1990) "Solid phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers", *Anal. Chem.*, 62, pp. 2145-2148
- Bakker, J. C. 1984c. "Physiological disorders in cucumber under high humidity conditions and low ventilation rates in greenhouses". *Acta Hort.* 156: 257–264
- Barneix, A.J. (1990) "Yield variation in wheat: nitrogen accumulation, light interception and harvest index". In *Causes and Consequences of Variation in Growth Rate and Productivity of Higher Plants*, eds.H. Lambers, M. L. Cambridge, H. Konings, T. L. Pons, 87–100. Academic Publishing, The Hague.
- Batu, A. (2003) "Effect of a long-term controlled atmosphere storage on the sensory quality of tomatoes", *Ital. J. Food Sci. n. 4, vol. 15*