

# Determinación del estado de madurez de un fruto mediante redes Neuronales

Edwin Miguel Lara Espinoza, Mónica Trejo Duran

<sup>1</sup> [Ingeniería en sistemas computacionales, DICIS] | Dirección de correo electrónico: [emlara35@gmail.com]

<sup>2</sup> [DICIS, Ingenierías, Irapuato salamanca, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [montredur@gmail.com]

## Resumen

Este trabajo es la implementación de una red neuronal para determinar el estado de madurez de una guayaba (calvillo), usando las coordenadas CIELab obtenidas de fotografías e 15 guayabas durante varios días en diferentes estados de madurez. La guayaba puede ser clasificada en solo tres estados posibles verde, maduro y sobre maduro, se presentan el modelo de red seguido para la clasificación y algunas de las bases para la implementación de la red

## Abstract

This work is the implementation of a neural network to determine the ripeness of a guava (Calvillo), using the CIELab coordinates obtained photographs and 15 guava for several days at different stages of maturity. Guava can be classified into just three green, ripe and overripe possible states, the network model followed for classification are presented and some of the groundwork for the implementation of the network

## Palabras Clave

Guayaba; rede neuronal; CIELab, estado de madurez

## INTRODUCCIÓN

### Antecedentes

Desde hace algunas décadas construir y diseñar máquinas capaces de realizar procesos con cierta inteligencia ha sido uno de los principales objetivos de los científicos. Hoy en día se continúa con el estudio en esta misma línea con resultados sorprendentes, ahora existen maneras de realizar procesos similares a los inteligentes los cuales podemos encuadrar en lo que ahora llamamos Inteligencia Artificial (IA).

En 1957 Frank Rosenblatt comienza el desarrollo del perceptron [1]. Este modelo es capaz de generalizar, es decir después de haber aprendido una serie de patrones es capaz de reconocer otros similares aunque no se le hubiesen presentado antes, sin embargo contenía una serie de limitaciones por ejemplo la incapacidad de resolver el problema de la o exclusiva (Imagen 1).

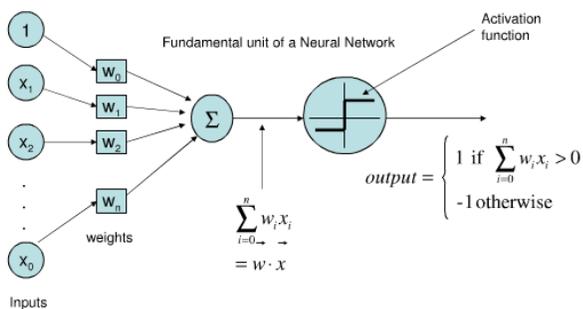


Imagen 1.- Perceptrón neurona básica de una red

1974 - Paul Werbos. Desarrolló la idea básica del algoritmo de aprendizaje de propagación hacia atrás (backpropagation)[1]; cuyo significado quedó definitivamente aclarado en 1985.

### Marco Teórico

Existen cuatro aspectos que caracterizan una red neuronal: su topología, el mecanismo de aprendizaje, tipo de asociación entre la información de entrada y de salida, y la forma de representación de estas informaciones [6].

La topología de una red neuronal consiste en la organización y disposición de las neuronas en la red formando capas o agrupaciones de neuronas. Donde los parámetros fundamentales de la red son: número de capas, número de neuronas por capa, grado de conectividad y tipo de conexión entre neuronas.

Las topologías de las redes neuronales se suelen distinguir de la siguiente manera

1. Redes mono capa: se establecen conexiones laterales entre las neuronas que pertenecen a la única capa que constituye la red. Ejemplos de redes de este tipo son la red HOPFIELD y la red BRAIN-STATE-IN-A-BOX. Las redes mono capa se utilizan típicamente en tareas relacionadas con lo que se conoce como auto asociación; por ejemplo, para regenerar informaciones de entrada que se presenta como incompleta o distorsionada.
2. Redes multicapa: disponen las neuronas agrupadas en varios niveles. Dado que este tipo de redes disponen de varias capas, las conexiones entre neuronas pueden ser del tipo feedforward (conexión hacia adelante) o del tipo feedback (conexión hacia atrás).

EL aprendizaje es el proceso por el cual una red neuronal modifica los pesos en respuesta a una información de entrada, un aspecto importante es determinar los criterios de la regla de aprendizaje; cómo se van a modificar los pesos de manera general se consideran dos tipos de reglas

1. Aprendizaje supervisado
2. Aprendizaje no supervisado

La regla delta representa el ajuste de los pesos

$$s = \sum iw * f(s)$$

Donde:  
S = salida  
w = peso

i = entrada

f = evolución de la salida en la función

Para la función mejor conocida como función de activación se utilizan algunas ya predefinidas como las cuales se utilizan según la aplicación de cada red

Para la red implementada en este trabajo es del tipo feedforward mediante un aprendizaje supervisado.

Se utilizarán coordenadas CIELab como parámetros de entrada a la red.

El espacio CIELAB permite especificar estímulos de color en un espacio tridimensional. El eje \*L es el de luminosidad (lightness) y va de 0 (negro) a 100 (blanco). Los otros dos ejes de coordenadas son a\* y b\*, y representan variación entre rojizo-verdoso, y amarillento-azulado, respectivamente. Aquellos casos en los que  $a^* = b^* = 0$  son acromáticos; por eso el eje \*L representa la escala acromática de grises que va de blanco negro (Imagen 2).

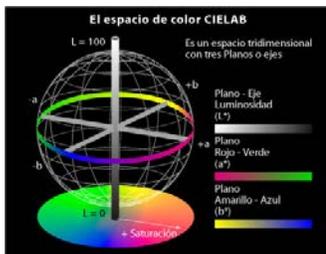


Imagen 2.- Grafica espacio Cielab

Este trabajo muestra la determinación del estado de madurez de la guayaba utilizando los coordenadas Cielab obtenidas de 15 guayabas que fueron fotografiadas cada tercer día durante 11 días y donde se muestran diferentes estadios de madurez utilizando para ello una red neuronal y entrenamiento supervisado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo se hace uso del toolbox de Matlab el cual contienen algoritmos de redes neuronales ya implementados los cuales

pueden ser modificados Software Matlab 2014 y un equipo de cómputo con procesador mayor a dos núcleos.

La implementación de la red está dividida en tres etapas: Entrenamiento, validación, pruebas

En la etapa de entrenamiento se cuenta con una matriz de entrada en la cual contiene los parámetros CIELab (obtenidos con un programa desarrollado anteriormente) y la clase a la que pertenece definida en tres estados posibles verdes, Maduras, Sobre Maduras a los cuales asignamos un valor de salida al que se quiere aproximar mediante la red neuronal (ver Tabla 1).

Tabla 1: Definición de estados de la guayaba

Clase	Valor
Verde	-1
Madura	0
Sobre Madura	1

Para obtener la matriz de entrenamiento completa se obtienen los parámetros CIELab de 10 guayabas verdes, 10 maduras y 10 sobre maduras; se selecciona solo una parte de la fruta para evitar errores en los parámetros (Imagen 3).



Imagen 3.- Sección donde se obtienen los de parámetros cielab

En el desarrollo de este trabajo se implementaron dos modelos de red (Imagen 4 y 5).

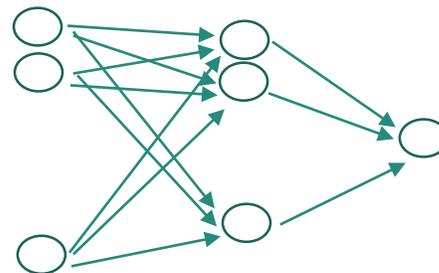


Imagen 4.- Modelo 1 de red

Este modelo de red puede ser modificada en su capa oculta, modificando el número de neuronas donde la función de activación se utiliza una tangente sigmoidea ya que se esperan valores entre -1 y 1

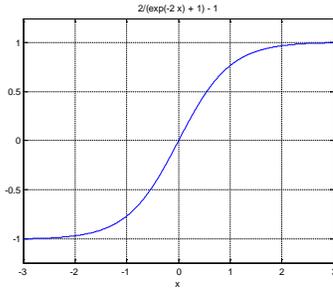


Figura5.- Función de activación modelo de red1

Tabla 2: Matriz de entrenamiento modelo de red 1, cual contiene solo un ejemplo de algunas guayabas

Estado Guayaba	Parámetros Cielab de la guayaba			
	L	a	b	Clase
Verde	66.768	-35.811	56.910	-1
Verde	59.599	-35.229	52.660	-1
Madura	79.901	-30.054	63.644	0
Madura	73.411	-25.141	49.685	0
Sobre Madura	57.285	-14.911	48.015	1
Sobre Madura	60.807	-16.732	51.590	1

El segundo modelo de red se pretende dar un mayor espacio de aprendizaje a la red donde solo se esperan un valor entre 0 y 1 para la activación de cada neurona

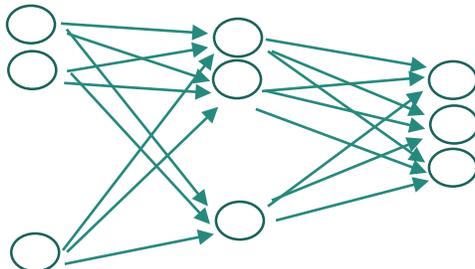


Figura 6.- Modelo 2 de red

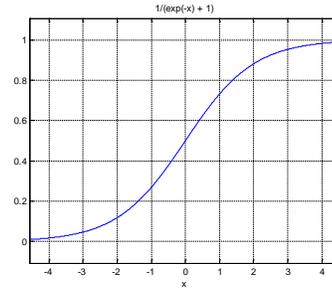


Figura7.- Función de activación modelo de red 2

Tabla 3: Matriz de activación dependiendo del estado de la guayaba

Estado guayaba	Estados de salidas en las activaciones de las neuronas		
	N1	N2	N3
Verde	1	0	0
Madura	0	1	0
Sobre Madura	0	0	1

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizaron pruebas en base a modificaciones en los parámetros de entrenamiento, como en el número de neuronas en la capa oculta y de igual manera el número de capas en la red, los resultados se muestran en la imagen 8.

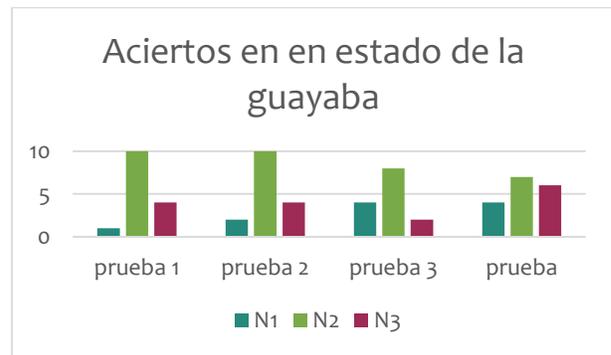


Imagen 8.- graficas de resultados modelo de red 2

Se ha observado que para que una red neuronal sea tomada como buena debe de reconocer el 80% de las muestras, por lo que se obtienen un promedio de pruebas en la cual se obtiene un 70% al reconocer por la red neuronal por lo cual no se puede considerar como buena.

Para trabajo a futuro se deben de utilizar mayor número de muestras en la capa de entrenamiento de tal manera de que la red neuronal sea capaz de reconocer en su totalidad la guayaba ya que en algunos de los parámetros de entrenamiento la variación en el espacio de color es mucha de tal manera que se observa que hay valores entre ellos que están completamente perdidos los cuales no pueden ser reconocidos por la red.

Otra forma de obtener o mejorar resultados es utilizando un nuevo modelo de red basado en el artículo Classification of Fruits using Probabilistic Neural Networks[3]

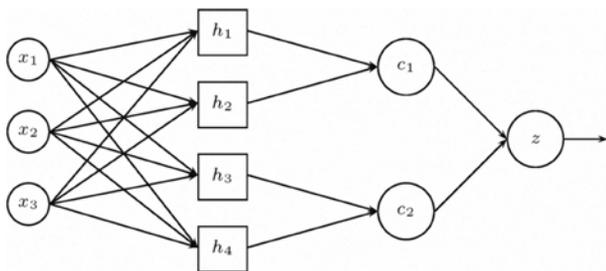


Figura 6.- Nuevo Modelo de red

## CONCLUSIONES

En el presente trabajo se implementó una red neuronal para determinar los estados de madurez de una guayaba a partir de la coordenadas de color obtenidas de una fotografía en la cual se obtuvo un 70% de fiabilidad al determinar el estado de madurez, para mejorar la fiabilidad de los resultados se pretende implementar un modelo semejante al implementado en Classification of Fruits using Probabilistic Neural Networks[3] e igual ampliando el número de muestras en la etapa de entrenamiento.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo brindado por la Dra. Rocío Alfonsina Lizárraga Morales y a la Universidad de Guanajuato.

## REFERENCIAS

- [1] Rodríguez robles Víctor & Calderón Aller Carlos 2015/06/29 Redes Neuronales Artificiales [por internet] Disponible: [http://www.academia.edu/7245695/Redes\\_Neuronales\\_Artificiales](http://www.academia.edu/7245695/Redes_Neuronales_Artificiales)
- [2] Sanjay Chaudhary & Bhavesh Prajapati (2014) Quality Analysis And Classification Of Bananas Using Digital Image Processing: International Journal of Computer Science and Engineering (IJCSSE)
- [3] Nur Badariah Ahmad Mustafa, Kumutha Arumugam, Syed Khaleel Ahmed, Zainul Abidin Md Sharrif (sin fecha) Classification of Fruits using Probabilistic Neural Networks - Improvement using Color Features
- [4] Ahmad Syazwan Nasaruddin, Shah Rizam Mohd Shah Baki, Nooritawati Md. Tahir (2011) Watermelon Maturity Level Based on Rind Colour as Categorization Features pp 547-548
- [5] Norasyikin Fadilah, Junita Mohamad Saleh, Haidi Ibrahim, Zaini Abdul Halim (2012) Oil Palm Fresh Fruit Bunch Ripeness Classification Using Artificial Neural Network
- [6] Howard Demuth, Mark Beale & Martin Hagan (2010). Neuronal network Toolbox User's guide 1992-2010 Editorial Apple Hill Drive