

**Universidad Rafael Landívar**  
**Campus Quetzaltenango**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Ingeniería en Sistemas**  
**Ing. Dhaby Xiloj**

**Proyecto Final: Detección de nivel de madurez de una fruta por  
medio de redes neuronales**

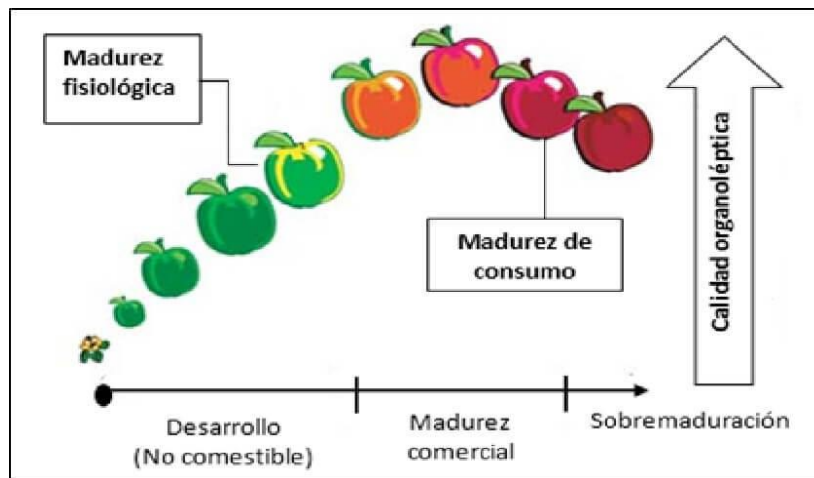
**Juan Carlos Roca Rodríguez 15315-15**  
**Quetzaltenango 04 de mayo de 2018**

# INFORME DETECCIÓN DE PATRONES POR MEDIO DE REDES NEURONALES

## Manzana

La manzana es una fruta muy extendida y cultivada, por lo que en todo el transcurso del año es muy fácil poder conseguirla.

La maduración de esta fruta es temprana, por lo que se hace más fácil detectar los patrones que reflejan su nivel de madurez.



### Etapas de madurez de una manzana:

- ✓ **Estado verde:** La manzana aún no puede ser comestible, ya que se encuentra en su etapa de desarrollo.
- ✓ **Verde – amarillenta:** La manzana inicia su proceso de madurez, sin embargo, aún no puede ser comestible del todo.
- ✓ **Amarillenta- Roja:** En esta etapa la manzana ya se encuentra en un estado de madurez comercial, ya es comestible y tiene sus propiedades bien desarrolladas.

- ✓ **Roja brillante:** Etapa en la que la manzana se encuentra en su punto óptimo, su madurez ha llegado al 100%.
- ✓ **Roja opaca:** Ya la fruta inicia el proceso de sobre maduración, es comestible, pero le queda poco tiempo para empezar a pudrirse.

En el caso del proyecto, no se utilizarán al cien por ciento las etapas descritas anteriormente, sino que se clasificarán en tres niveles generales:

1. **Verdes:** La manzana se encuentra verde en su totalidad.



2. **Maduras:** La manzana tiene rasgos amarillos pero el color rojo predomina, por lo que ya entra en la clasificación de manzanas maduras. Aquí mismo entran las manzanas que son color rojas en su totalidad.



3. **Podridas:** Ya las manzanas no son color rojo puro, sino que inician a contraer un color café y opaco. Además, que su composición y forma es diferente, se hacen más pequeñas.



## Clasificación de ambientes

- **Accesible:** Ya que el análisis se llevará a cabo con imágenes, se tiene acceso total a todo el panorama, es decir la imagen completa de la fruta.
- **Episódico:** Todo el análisis está conformado por varias fases, cada una extrayendo información que será utilizada por procesos siguientes.
- **Determinista:** Existirán varios estados para determinar ciertas fases de análisis, y los siguientes dependerán directamente de los anteriores.
- **Discreto:** El análisis de la fruta tendrá un conjunto finito de estados y acciones, ya que realizará una serie de procesos que ya se encuentran delimitados.
- **Estático:** El entorno del ambiente no cambiará en ninguna circunstancia, ya que es un tipo de imagen fija.

## Fundamentos esenciales para la construcción del detector de patrones por medio de redes neuronales

**A. Digitalizar:** Las imágenes son digitalizadas y representadas como matrices dimensionales donde cada elemento de la matriz corresponde a un valor numérico específico. A cada elemento de la matriz se le denomina “pixel” y es la unidad más pequeña que compone a una imagen. Cada pixel puede ser ubicado por un par de coordenadas  $I(x,y)$ .

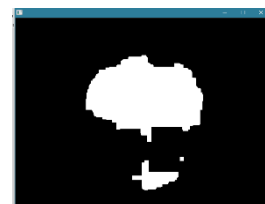
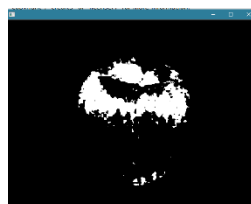
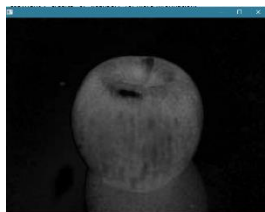
Según la información del brillo en cada pixel de una imagen se la pueda clasificar como:

- Imágenes bitonales (negro y blanco)
- Imágenes a escala de grises (256 niveles de grises)
- Imágenes a color (matrices monocromáticas con 256 colores representados en: Rojo, verde y azul. RGB)

**B.** Al digitalizar las imágenes en matrices numéricas estas se deben normalizar a un ancho estándar, que en este caso será de 600 x 400 píxeles. De esta forma se facilitará su manipulación matricial.

**C. Extracción de características:** Al tener imágenes con dimensiones estándar y normalizadas, se crean recortes rectangulares de dichas imágenes. En estos recortes se realizaban operaciones morfológicas, que tienen como objetivo eliminar el ruido de la imagen, y aspectos que pueden complicar el proceso de análisis.

- La imagen es convertida a escala de grises, seguido a esto se le pasaba un filtro para eliminar ruido (GaussianBlur).
- Se crea una máscara utilizando la escala de grises con el filtro aplicado
- Se crean matrices con base a los valores RGB, los cuales funcionaban como delimitadores para los colores que se analizan, ya sea verde para las manzanas verdes y rojo para las maduras.
- Se crea una nueva máscara y se unen las 2 en una sola.
- Por último, se aplican transformaciones morfológicas para eliminar el ruido y pequeños puntos que se crean en el objeto.



**D. Interpretación de datos:** Una vez creado los recortes de las imágenes analizadas, y tratados por los filtros se prosigue con la obtención de los datos de cada pixel.

Para esto, se cargaba la dirección de la imagen y se recorría la matriz que la conformaba, obteniendo los datos de cada uno, en este caso los colores. Que a su vez se normalizaban haciendo una división de su mismo valor entre 255. Toda esta información se escribía en una variable y se iban guardando dentro de un archivo con extensión csv. Dicho archivo funcionaría como almacén de todas las entradas para el entrenamiento de la red neuronal.

**E. Creación de la red neuronal y entrenamiento:** Para este caso en especial se utilizó un tipo de red Supervisada ya que tenemos patrones de entrada y salida, además de evaluar diferentes datos.

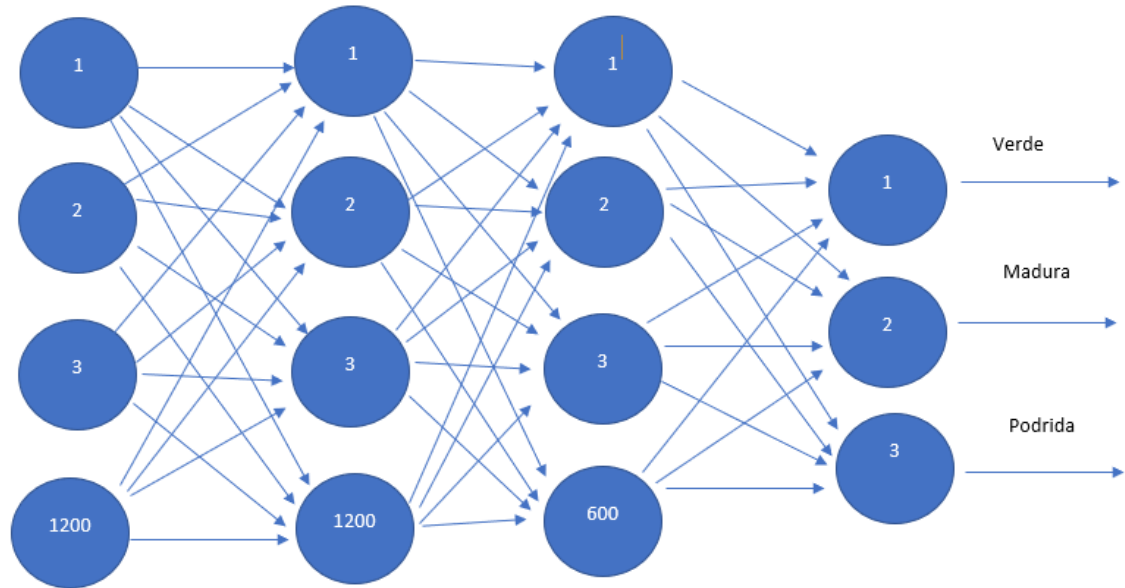
Las entradas de las redes neuronales se encuentran en el archivo.csv que se obtuvo anteriormente en la interpretación de datos.

La red neuronal estará conformada por 4 capas: una de entrada, dos ocultas y una de salida.

Para el entrenamiento de la red neuronal se utilizó la librería **Neurolab**, utilizando el algoritmo Newff ( Feed Forward Multilayer Perceptron) el cual funciona utilizando regresión lineal.

Se utilizó una razón de aprendizaje de 0.01, y un porcentaje de error de 0.02 como objetivo. Esto indicaba que nuestra red ya se encontraba totalmente entrenada.

## Diseño de la Red Neuronal



En este caso para que la red neuronal entrenara completamente se necesitó la cantidad de 95,000 épocas.

```
Epoch: 91600; Error: 1.66454911061;  
Epoch: 91700; Error: 1.67131686931;  
Epoch: 91800; Error: 1.68850467737;  
Epoch: 91900; Error: 2.44105042339;  
Epoch: 92000; Error: 1.84580614209;  
Epoch: 92100; Error: 0.687337948064;  
Epoch: 92200; Error: 0.382459576588;  
Epoch: 92300; Error: 0.309087251551;  
Epoch: 92400; Error: 0.116910273193;  
Epoch: 92500; Error: 0.267437714913;  
Epoch: 92600; Error: 0.111318207825;  
Epoch: 92700; Error: 0.115919961153;  
Epoch: 92800; Error: 0.0999705654131;  
Epoch: 92900; Error: 0.0544174563541;  
Epoch: 93000; Error: 0.145715265331;  
Epoch: 93100; Error: 0.0736184446931;  
Epoch: 93200; Error: 0.0610613730422;  
Epoch: 93300; Error: 0.0603722468138;  
Epoch: 93400; Error: 0.037832184758;  
Epoch: 93500; Error: 0.0584710407128;  
Epoch: 93600; Error: 0.0730366696201;  
Epoch: 93700; Error: 0.0312802705738;  
Epoch: 93800; Error: 0.0498843435092;  
Epoch: 93900; Error: 0.0485009159174;  
Epoch: 94000; Error: 0.037965810769;  
Epoch: 94100; Error: 0.0450101597565;  
Epoch: 94200; Error: 0.0317098499954;  
Epoch: 94300; Error: 0.0273548314065;  
Epoch: 94400; Error: 0.028753545858;  
Epoch: 94500; Error: 0.0212710819832;  
Epoch: 94600; Error: 0.0268023983691;  
Epoch: 94700; Error: 0.0323811428486;  
Epoch: 94800; Error: 0.0384342008804;  
Epoch: 94900; Error: 0.0514449772707;  
Epoch: 95000; Error: 0.0245048242783;  
The goal of learning is reached
```

**F. Pruebas:** Se realizaron varias pruebas para verificar el correcto funcionamiento de la aplicación. Se utilizaron 3 manzanas en diferentes estados, y los resultados arrojados fueron los siguientes:

```
...
===== RESTART: C:\User
(1, 1200)
La manzana esta verde
>>>
===== RESTART: C:\User
(1, 1200)
La manzana esta podrido
>>>
===== RESTART: C:\User
(1, 1200)
La manzana totalmente madura
>>> |
```



## Software utilizado:

1. **Numpy:** Provee capacidades matemáticas y científicas especializadas en el trabajo matricial.
2. **Matplotlib:** Librería de plotting o trazado.
3. **Scipy :** Recurso para cálculos matemáticos, ciencia e ingeniería.
4. **Neurolab:** Librería de algoritmo de redes neuronales básicas con configuraciones de red flexibles y algoritmos de aprendizaje.
5. **Pillow:** Librería para el manejo de imágenes.
6. **OpenCV:** Librería enfocada para visión artificial.