

**PROYECTO - DETECCIÓN DE PATRONES POR  
MEDIO DE REDES NEURONALES CONVOLUCIONALES**

HÉCTOR ARMANDO TELLO ITZEP 16885-16  
MYNOR OSWALDO ÁLVAREZ HERNÁNDEZ 22814-16

## **Fruta: Fresa.**



### **Descripción de la fruta.**

Una fresa o frutilla es una planta perenne de la familia de las Rosáceas, cuyo fruto es comestible. La planta presenta tallos rastreros, con estolones, hojas vellosas y flores blancas o amarillentas. El fruto mide cerca de un centímetro de largo, es rojo, tiene sabor dulce y presenta un aroma característico.

La fresa es una de las frutas con contenido calórico más bajo. Es una fruta rica en vitaminas y minerales, dentro de los cuales destacan: vitamina C, folatos, potasio y hierro. En esta fruta también destaca su contenido de fitoquímicos dentro de los cuales pueden mencionarse: antocianinas, ácido elágico y flavonoides.

### **Fases de maduración.**

Una fresa está madura cuando toda ella es de color rojo brillante, no tenue, por lo que no debe tener áreas blancas, verdes o amarillas.



Según la persona que nos apoya: Al oprimir no debe estar ni muy dura ni muy blanda: Dura quiere decir que le falta madurar y muy blanda, indica que ya está pasada.

### **Fases antes de la maduración.**

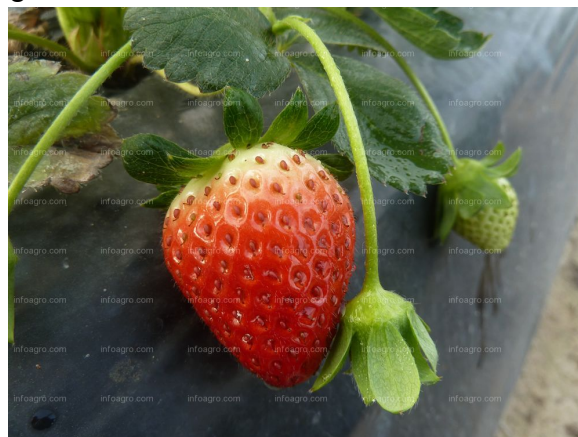
1. Fresa inmaduro: Como características que podemos observar es que:
  - a. Completamente verde.
  - b. Sus semillas alrededor sobresalen.



2. Fresa en proceso de maduración: Sus características.
  - a. El color cambia ligeramente.
  - b. Las semillas ya casi no sobresalen de la fruta.



3. Fresa semi-madura:
  - a. Casi es roja siempre tiene blanco en la parte superior de la fruta
  - b. Sigue con las semillas ya no sobresaliendo de la fruta como en la primera imagen.



4. Fresa madura:
  - a. Es totalmente roja.



### **¿Cómo verificar si las fresas ya se están pudriendo?**

Las fresas son un fruto muy delicado, y no se mantienen bien luego de ser cosechadas. Debemos ser muy cuidadosos al comprarlas y buscar señales para ver si aún están en buen estado o no.

1. Si las fresas comienzan a tener pequeñas manchas blancas en algunas áreas es una clara señal de que la fresa está formando moho, por lo que ya no es comestible.



2. Después de formar como pelos blancos (moho) el mismo moho comienza a tornarse de color negro, lo cual es una clara señal de que la fruta ya no es comestible.





3. Alrededor del área donde la fresa está juntando moho se puede notar un color amarillo/anaranjado.



4. Si la fresa presenta golpes, espacios vacíos o colores entre negro, amarillo, anaranjado, la fresa ya no está en buen estado.



### **Índices de Calidad**

Para comprobar la calidad de las fresas se toman en cuenta los siguientes aspectos.

1. Apariencia (color, tamaño, forma, ausencia de defectos).
2. Firmeza, sabor (sólidos solubles, acidez titulable y compuestos aromáticos)
3. Valor nutricional (Vitamina C).
4. Sabor (un mínimo de 7% de sólidos solubles y/o un máximo de 0.8% de acidez titulable.)

### **¿Cómo se recopilará la información de la fruta?**

1. Nuestra primer fuente de información la hemos encontrado en libros sobre alimentación y páginas de internet que se dedican a divulgar información sobre alimentos, sobre todo son páginas de nutrición y vida saludable.
2. La persona que nos estará asesorando durante el proceso, la que nos podrá dar un veredicto según la foto del estado de la fruta será la ingeniera en procesamiento de alimentos Neidy Esther Tello Itzep.

## DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO

La solución al problema se dio mediante el uso de las redes neuronales convolucionales, las cuales tienen la capacidad de procesar fotografías o videos. Igualmente tienen la capacidad de trabajar con texto, pero están mejores preparadas para trabajar con imágenes. En su estructura más básica cuenta con una capa de entradas, que es la encargada de recibir las imágenes a procesar, cuenta también con capas ocultas que son las que se encargan de realizar las funciones de “pooling” y “convolución”. Finalmente tiene una capa de salida, que devuelven un valor numérico por cada neurona que contenga la capa de salida, devolviendo un 1 en la neurona que coincida más con la imagen ingresada a verificar.

### • ANÁLISIS MATEMÁTICO

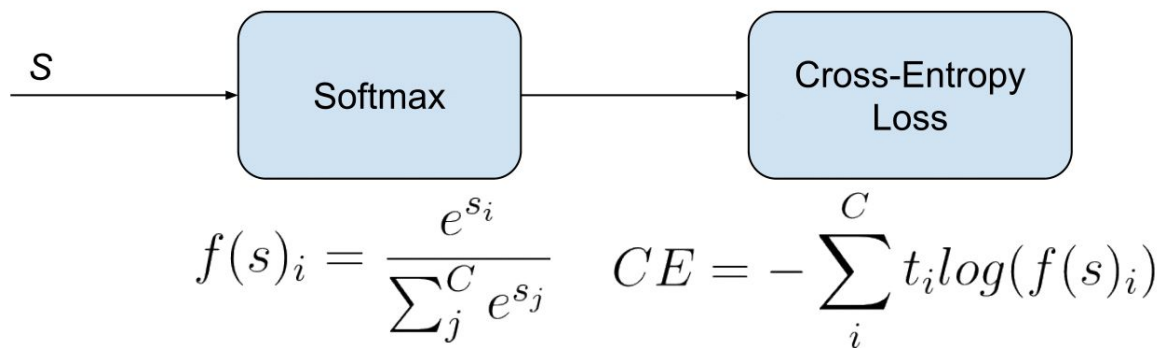
- Se utilizaron 20 épocas de entrenamiento. Se decidió utilizar 20 épocas debido a que después de estar probando con más y con menos épocas, el resultado de entrenamiento era el mismo, por lo que al final se decidió dejar en 20 épocas.
- Al estar utilizando redes neuronales convolucionales, debemos utilizar capas de convolución, estas capas deben de tener funciones de activación, la función de activación utilizada fue reLu que transforma los valores introducidos anulando los valores negativos y dejando los positivos tal y como entran. Se decidió utilizar esta función de activación ya que esta está especializada en el trabajo con imágenes y tiene un buen desempeño con redes neuronales convolucionales.

$$f(x) = \max(0, x) = \begin{cases} 0 & \text{for } x < 0 \\ x & \text{for } x \geq 0 \end{cases}$$

- Al momento de unir todo el procesamiento de las imágenes con las neuronas también se utilizó la función de activación reLu, por las razones descritas en el inciso anterior.
- Al realizar la conexión de las capas internas con la capa de salida, se utilizó la función de activación softmax. La función Softmax transforma las salidas a una representación en forma de probabilidades, de tal manera que el sumatorio de todas las probabilidades de las salidas de 1. Se decidió utilizar esta función de activación para que la red neuronal después de hacer la clasificación nos devolviera en forma de probabilidades los resultados, y después tomar en valor más alto de todas las probabilidades.

$$f(z)_j = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^K e^{z_k}}$$

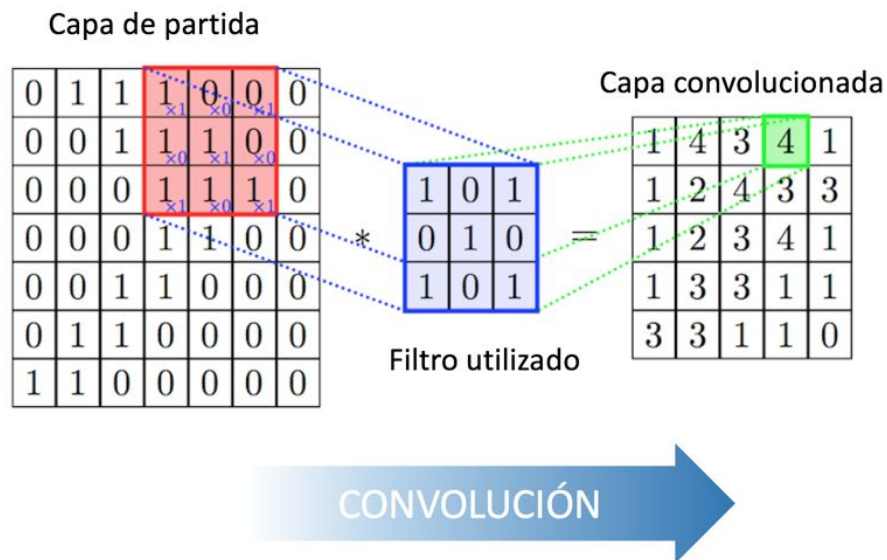
- La función de pérdida utilizada en la red neuronal fue 'categorical cross entropy', también es conocida como Softmax Loss. Esta función de pérdida es especial para cuando se desea hacer una clasificación multi-clase, que es nuestro caso. Al utilizar esta función de pérdida, se capacita la red neuronal para generar una probabilidad sobre las clases de cada imagen.



- El optimizador utilizado fue Adam, con una constante de aprendizaje de 0.0005. Un algoritmo para la optimización basada en gradientes de primer orden de funciones objetivas estocásticas, basado en estimaciones adaptativas de momentos de orden inferior. El método es sencillo de implementar, es computacionalmente eficiente, tiene pocos requisitos de memoria, es invariante al reescalado diagonal de los gradientes y es adecuado para problemas que son grandes en términos de datos y / o parámetros. El método también es apropiado para objetivos no estacionarios y problemas con gradientes muy ruidosos y / o dispersos. Los hiper-parámetros tienen interpretaciones intuitivas y típicamente requieren poco ajuste.
- El mapeo de los datos de entrada y salida, se realizó de la siguiente manera. En el entrenamiento de nuestra red neuronal, iniciaremos con la capa de entradas, la capa de entradas es la encargada de recibir todos los píxeles de las imágenes a procesar. Seguidamente, la capa de entrada pasa toda la información obtenida a las capas ocultas.
- Las capas ocultas tienen dos funciones muy importantes, una es la de "pooling" o "agrupación", que básicamente es una operación que reduce el tamaño de la imagen y con esto conseguir que al pasar la

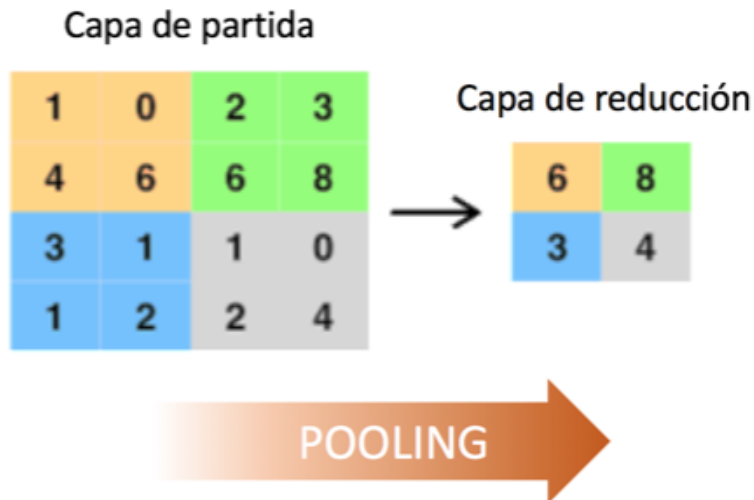
imagen a la siguiente capa, la fotografía llegue con un tamaño más pequeño, para que a la capa siguiente se le haga más fácil procesar la imagen.

- La segunda función es la de “convolución”. La fase de convolución es la encargada de reconocer ciertos patrones dentro de la imagen, y esto lo lleva a cabo mediante filtros. Al realizar cada fase de convolución se va tomando en cuenta sólo una pequeña parte de cada imagen, no la imagen completa, esto sirve para disminuir considerablemente en número de conexiones que van a haber entre las neuronas.

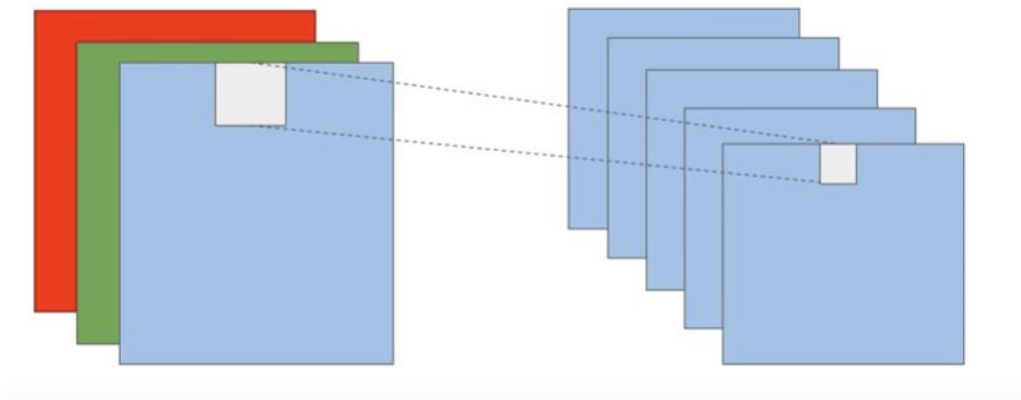


- Después de convolucionar toda la imagen, la etapa de convolución devuelve una imagen con altura y longitud pequeña, pero con profundidad grande. Al finalizar la convolución la etapa de pooling entra en juego, y se encarga de reducir aún más la altura y la longitud de la imagen, pero dejando la profundidad intacta.

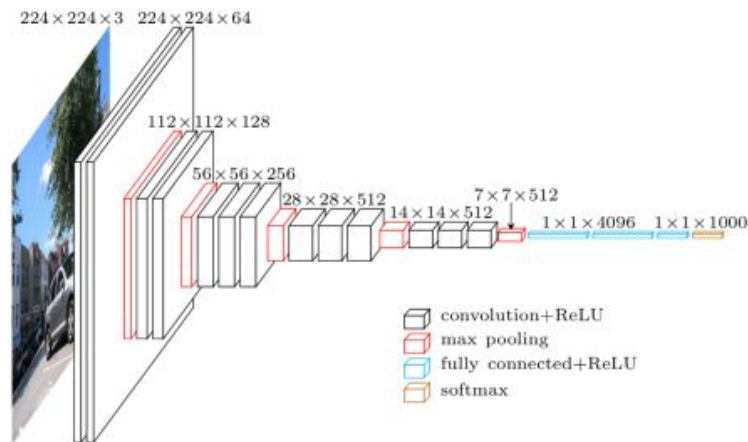




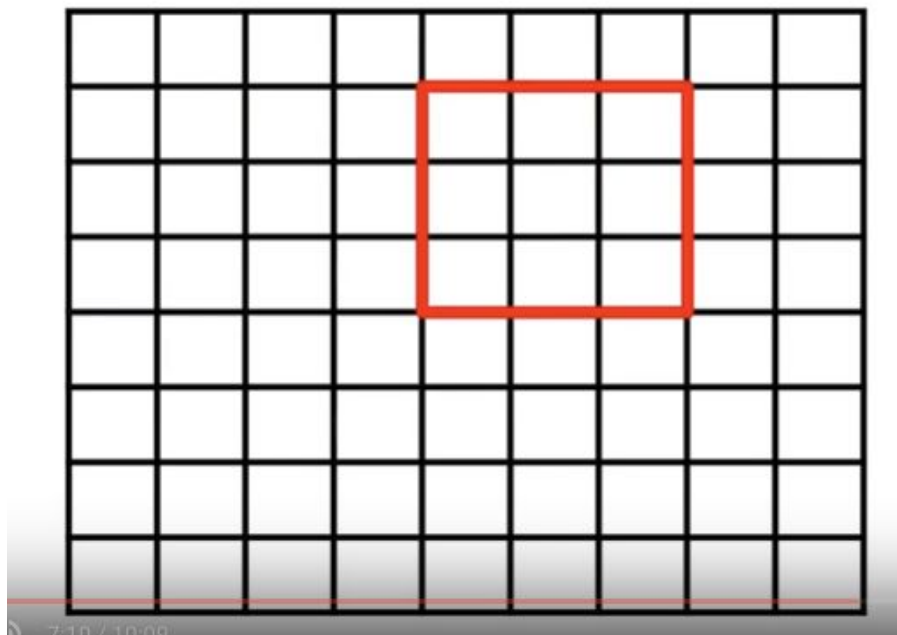
- Los filtros que utiliza la capa de convolución tiene algunos parámetros muy importantes y uno de ellos es el tamaño del filtro. El tamaño del filtro es el tamaño del parche que se va a ir moviendo a lo largo de todos los píxeles de las imágenes, procesándolas poco a poco hasta procesarlas por completo.



- Otro parámetro importante es la profundidad de capa, que es el número de filtros que se le van a aplicar a las imágenes. Cada filtro que se le pasan a las imágenes originales determinará la profundidad con la que terminen las imágenes después de procesarlas. Por ejemplo, el primer filtro será el encargado de determinar el borde de la imagen, el segundo filtro determinará los colores que hayan dentro del borde, y así sucesivamente. La profundidad de capa es el número de filtros que se le van a pasar a las imágenes en cada una de las convoluciones.



- El último parámetro es el “stride” o “paso”, básicamente es qué tanto vamos a ir recorriendo el parche del filtro, o sea, es el que le indica al parche si queremos que se vaya moviendo de píxel en píxel, o de dos píxeles en dos píxeles a lo largo de las imágenes. Esto sirve para, entre más alto sea el número de paso, más se va a reducir el tamaño de la imagen.



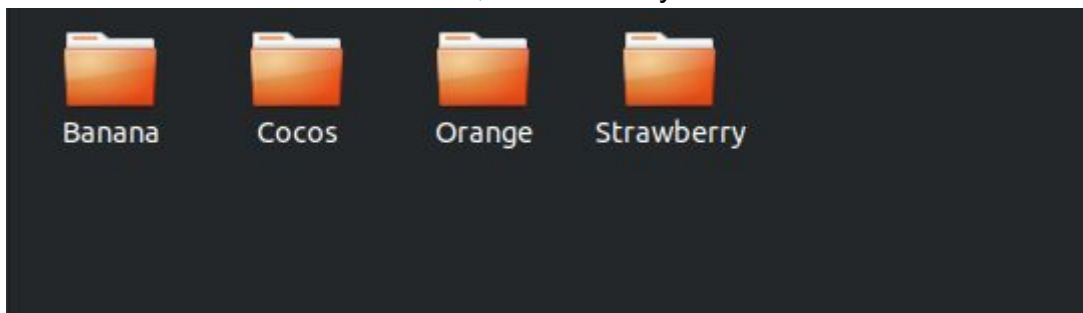
- Siempre, después de cada etapa de convolución le prosigue una etapa de pooling, que se encarga de hacer la imagen aún más pequeña, para así reducir el número de conexiones entre neuronas y evitar que nuestra red neuronal tenga que procesar datos muy grandes. Y también sirve para no sobre ajustar el modelo de la red neuronal convolucional.

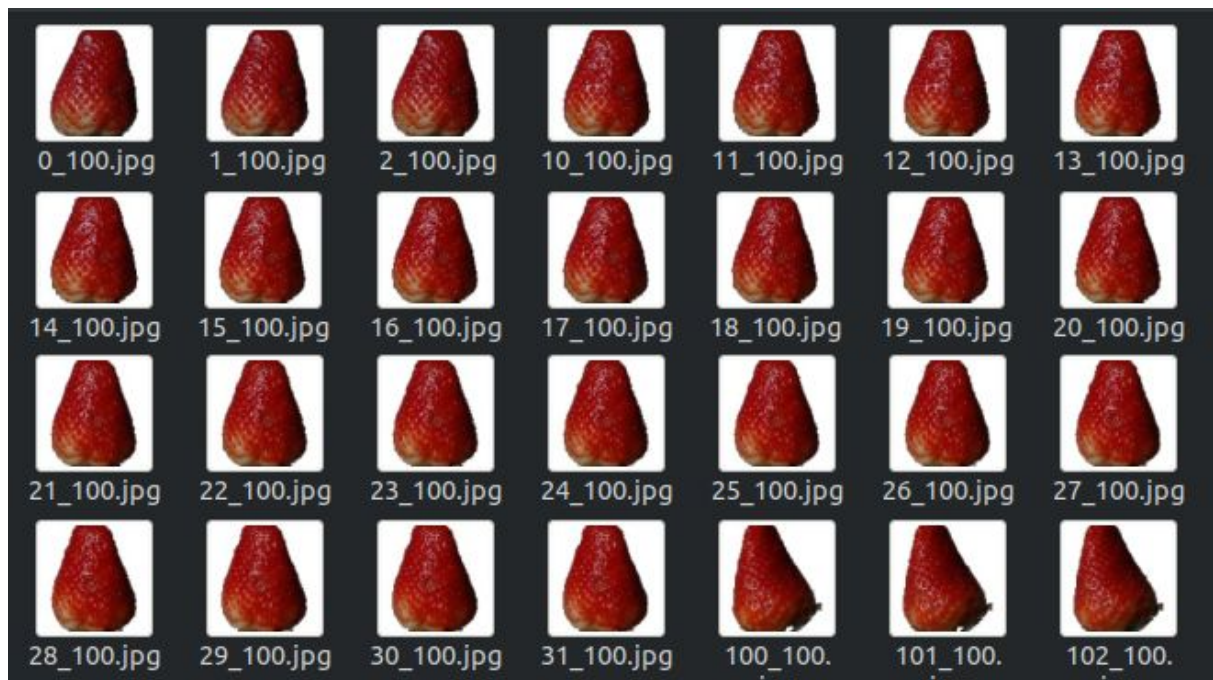
## ● INVESTIGACIÓN

- Mientras se realizaba la experimentación para categorizar qué grado de maduración tenía la fruta, uno de los errores que tuvimos y que a pesar de que se había tomado en cuenta era la forma de la fruta. Es decir la RNA evalúa el color de la imagen de entrada, sin embargo no evaluaba la forma de dicha fruta.
- Otro error al momento de entrenar la red neuronal fue al momento de escoger la función de activación, ya que al conocerlas todas nos vimos en la necesidad de investigar e ir probando varias hasta que después de varias pruebas e investigaciones nos dimos cuenta que la función de activación más eficiente para nuestro caso era reLu y Softmax.
- Igualmente al error anterior, tuvimos un problema al momento de escoger el optimizador a utilizar, pero después de investigar en varios sitios de internet y de realizar pruebas en nuestro código, nos dimos cuenta que el optimizador que más beneficiado la red neuronal era Adam.
- También hubo error al no tomar en cuenta si la imagen estaba o no girada, si tenía o no zoom.

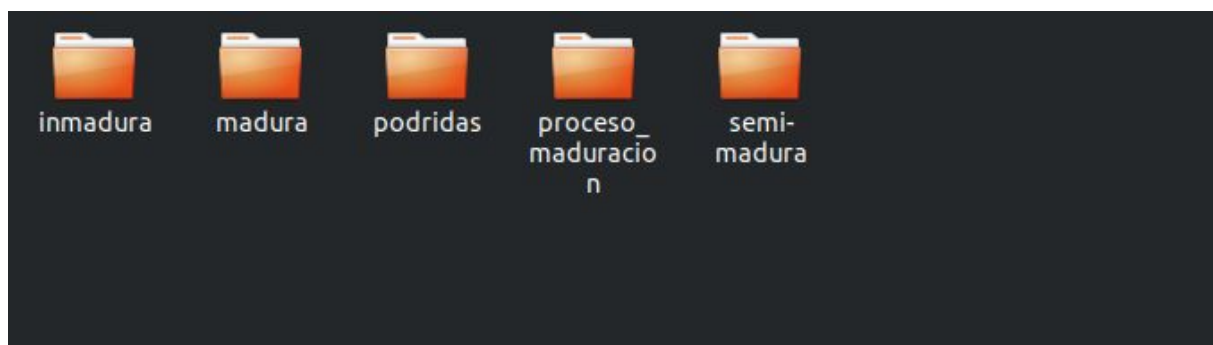
## FUENTES DE DATOS

- Para poder lograr el correcto funcionamiento de nuestro proyecto, se realizaron dos redes neuronales, la primer red neuronal es la encargada de determinar si la imagen efectivamente contiene una fresa, si la imagen contiene una fresa el programa sigue con su funcionamiento y se llama a la segunda red neuronal. Para poder lograr el funcionamiento correcto de la primer red neuronal se entrenó la red con imágenes de varias frutas, todas almacenadas en carpetas, por ejemplo, había una carpeta llamada “coco”, y dentro de esa carpeta habían imágenes de cocos, y así sucesivamente. Igualmente había una carpeta llamada “fresa” que era la que contenía las imágenes de las fresas. Así era como nuestro programa lograba diferenciar las fresas de otras frutas. Cabe mencionar que la red no está preparada para reconocer muchas otras frutas, solo fresas y otras tres frutas.



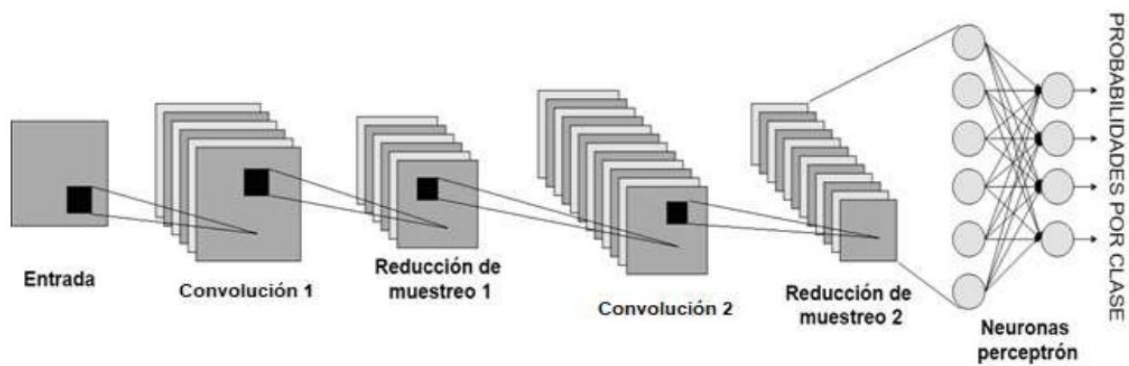


- El funcionamiento de la segunda red neuronal es el siguiente, sabiendo ya que la imagen contiene una fresa, se busca con qué etapa de maduración concuerda. Se tienen cinco tipos de maduración: inmadura, semi-madura, proceso de maduración, madura y podridas. Cada etapa de maduración contiene alrededor de 125 fotos cada una, para así obtener un entrenamiento correcto.



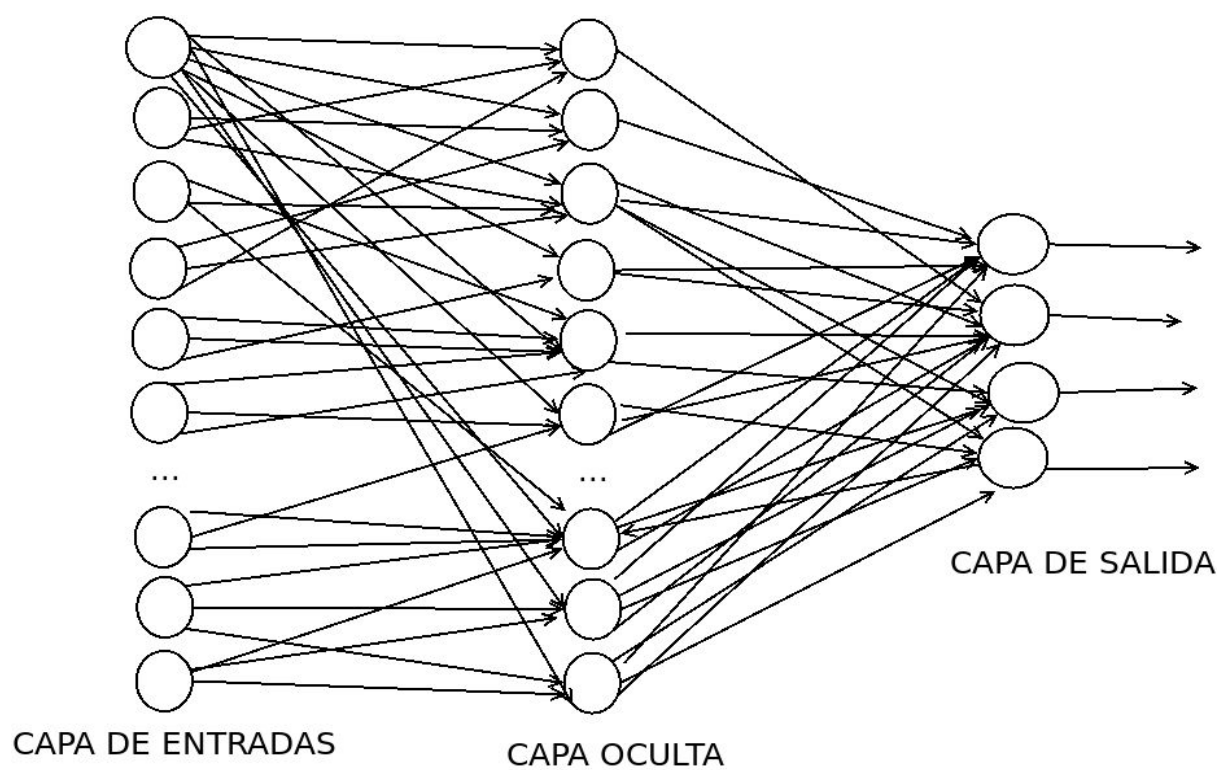


## DISEÑO DE LA RED NEURONAL



- RED 1





• **RED 2**

