



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA



DETECCIÓN AUTOMÁTICA DE IMÁGENES DE PLANTAS MEDICINALES USANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES

**Proyecto De Grado, Presentado Para Optar Al Diploma Académico De La Carrera
De Licenciatura En Ingeniería Informática**

**Presentado Por: IRVIN COSSIO CHAVALIER
Tutor: LIC. UREÑA HINOJOSA CLAUDIA**

**COCHABAMBA-BOLIVIA
Abril, 2024**

En mi tarjeta de negocio, soy un presidente corporativo. En mi mente, soy un desarrollador de juegos. Pero en mi corazón, soy un jugador.
– Satoru Iwata

Dedicado a mis padres Walther y Carmen, a mis hermanas Alejandra y Luz Carmen y a mi esposa Vania por todo el apoyo para llegar aquí.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Julio Silva, Carlos Collazos, Luz María Maida, Rodrigo Claros Pilz que fueron mi inspiración para ser la persona que soy hoy.

A Eliane Lugassy por darme la oportunidad de trabajar y la opción de terminar la carrera al mismo tiempo.

A La Universidad Mayor de San Simón, donde pude formarme y a mis docentes que contribuyeron con mi formación académica.

A mi tutora Claudia que me apoyo para culminar mi proyecto.

¡¡¡Muchas Gracias!!!

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|----------|
| CAPITULO 1 INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.1. INTRODUCCIÓN | 1 |
| 1.2. ANTECEDENTES | 1 |
| 1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO | 3 |
| 1.4.1 OBJETIVO GENERAL | 3 |
| 1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 3 |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN | 3 |
| 1.6. LIMITACIONES | 3 |
| | |
| CAPITULO 2 MARCO TEORICO | 4 |
| 2.1 VISIÓN POR COMPUTADORA | 4 |
| 2.2 APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (MACHINE LEARNING) | 4 |
| 2.2.1 APRENDIZAJE SUPERVISADO | 5 |
| 2.2.2 APRENDIZAJE NO SUPERVISADO | 5 |
| 2.2.3 APRENDIZAJE POR REFUERZO | 5 |
| 2.3 REDES NEURONALES | 5 |
| 2.3.1 NEURONAS BIOLÓGICAS | 6 |
| 2.3.2 PERCEPTRONES | 6 |
| 2.3.3 FUNCIÓN DE PROPAGACIÓN | 7 |
| 2.3.4 FUNCIÓN DE ACTIVACIÓN | 7 |
| 2.3.5 FUNCIÓN SIGMOIDE | 8 |
| 2.3.6 FUNCIÓN DE UNIDAD LINEAL RECTIFICADA CON FUGAS | 8 |
| 2.3.7 REDES NEURONALES ARTIFICIALES | 9 |
| 2.3.8 PERCEPTRON DE MÚLTIPLES CAPAS | 10 |
| 2.4 CONVOLUCIÓN DE IMÁGENES | 11 |
| 2.4.1 ARQUITECTURA DEL CÓRTEX VISUAL | 11 |
| 2.4.2 CAPA CONVOLUCIONAL | 11 |
| 2.4.3 FILTROS | 13 |
| 2.4.4 CAPA DE AGRUPACIÓN | 13 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 3 MARCO DE APLICACION | 15 |
| 3.1 SISTEMA TUKUYPAQ. | 15 |
| 3.2 CARACTERÍSTICAS DE PLANTAS MEDICINALES PARA EL RECONOCIMIENTO. | 15 |
| 3.2.1 PLANTA DE MANZANILLA | 16 |
| 3.2.2 PLANTA MUÑA ANDINA | 17 |
| 3.2.3 PLANTA DE HIERBA BUENA | 18 |
| 3.2.4 PLANTA DE TORONJIL | 19 |
| 3.2.5 PLANTA DE LAVANDA | 20 |
| 3.2.6 PLANTA DE MANDARINA | 20 |
| 3.2.7 PLANTA DIENTE DE LEÓN | 21 |
| 3.2.8 PLANTA ORTIGA | 22 |
| 3.2.9 PLANTA LLUVIA DE ORO | 23 |
| 3.2.10 PLANTA WIRA WIRA | 24 |
| 3.2.11 PLANTA DE JENGIBRE | 25 |
| 3.2.12 PLANTA DE PALTA | 26 |
| 3.3 RECETAS DE LAS PLANTAS MEDICINALES DENTRO DEL SISTEMA | 27 |
| 3.3.1 ANTI-INFLAMATORIOS | 27 |
| 3.3.2 ANTI-OXIDANTE | 27 |
| 3.3.3 ANTEROESCLOREOSIS | 27 |
| 3.3.4 ARTRITIS | 30 |
| 3.3.5 CIRROSIS | 31 |
| 3.3.6 CISTISIS | 31 |
| 3.3.7 COLESTEROL | 32 |
| 3.3.8 DIABETES | 33 |
| 3.3.9 GASTRITIS | 34 |
| 3.3.10 FIEBRE | 35 |
| 3.3.11 HIPERTENSION | 36 |
| 3.3.12 MENOPAUSIA | 37 |
| 3.3.13 OBESIDAD | 38 |
| 3.3.14 INFLAMACION DE PROSTATA | 39 |
| 3.3.15 REUMATISMO | 40 |
| 3.4 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE | 40 |
| 3.4.1 COLAB | 40 |

| | |
|---|-----------|
| 3.4.2 TENSORFLOW | 41 |
| 3.4.3 TENSORFLOW LITTLE | 41 |
| 3.4.4 MOBILENET | 41 |
| 3.4.5 ANDROID | 42 |
| 3.4.6 ANDROID STUDIO | 42 |
| 3.4.7 REACT NATIVE | 42 |
| 3.4.8 TYPESCRIPT | 42 |
| 3.4.9 SQLITE | 42 |
| CAPÍTULO 4 DESARROLLO DEL PROYECTO | 43 |
| 4.1 KANBAN | 43 |
| 4.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO | 43 |
| 4.3 PRODUCT BACKLOG | 44 |
| 4.4 PROTOTIPOS DE LA APLICACIÓN | 45 |
| 4.4.1 PROTOTIPO: LISTADO DE PLANTAS | 45 |
| 4.4.2 PROTOTIPO: DETALLE DE UNA PLANTA | 46 |
| 4.4.3 PROTOTIPO: LISTA DE RECETAS | 47 |
| 4.4.4 PROTOTIPO: DETALLE DE RECETAS | 48 |
| 4.4.5 PROTOTIPO: RECONOCIMIENTO DE UNA PLANTA | 49 |
| 4.4.6 PROTOTIPO: RECONOCIMIENTO USO DE LA CÁMARA | 50 |
| 4.4.7 PROTOTIPO: INFORMACIÓN DEL SISTEMA TUKUYPAQ | 51 |
| 4.5 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN | 52 |
| 4.5.1 ESTRUCTURA DE LOS DATOS | 53 |
| 4.5.2 MÓDULO DE BASE DE DATOS SQLITE | 54 |
| 4.5.3 MÓDULO DE MACHINE LEARNING CON TENSORFLOW | 56 |
| CAPÍTULO 5 ENTRENAMIENTO DEL MODELO | 57 |
| 5.1 AUMENTO DE DATOS | 57 |
| 5.2 CONFIGURACIÓN DEL MODELO | 57 |
| 5.3 FUNCIONES DE ACTIVACIÓN | 58 |
| 5.4 ENTRENAMIENTO DEL MODELO | 59 |
| 5.5 EXPORTACIÓN DEL MODELO | 59 |
| 5.6 MODELOS | 60 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 61 |
| 6.1 CONCLUSIONES | 61 |
| 6.1.1 CONCLUSIONES GENERALES | 61 |
| 6.2 RECOMENDACIONES | 62 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 63 |
| ANEXOS | |
| ANEXO A: MANUAL DE INSTALACION | |
| ANEXO B: MANUAL DE USUARIO | |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Árbol de problemas. | 2 |
| Figura 2 Neurona Biológica. | 6 |
| Figura 3 Perceptrón. | 6 |
| Figura 4 Salida de un Perceptrón | 7 |
| Figura 5 Función de activación | 7 |
| Figura 6 Función Sigmoide | 8 |
| Figura 7 Leaky ReLU. | 9 |
| Figura 8 Problema de clasificación y un perceptrón de múltiples capas. | 9 |
| Figura 9 Perceptrón de múltiples capas. | 10 |
| Figura 10 Campos receptivos locales en la corteza visual. | 11 |
| Figura 11 Capas del CNN con campos receptivos locales rectangulares. | 12 |
| Figura 12 Conexiones entre capas y relleno cero. | 12 |
| Figura 13 Aplicando dos filtros diferentes. | 13 |
| Figura 14 Capa de agrupación máxima. | 14 |
| Figura 15 Planta de manzanilla con filtros aplicados. | 16 |
| Figura 16 Planta de muña andina con filtros aplicados. | 17 |
| Figura 17 Planta de hierbabuena con filtros aplicados. | 18 |
| Figura 18 Planta de toronjil con filtros aplicados. | 19 |
| Figura 19 Planta de lavanda con filtros aplicados. | 20 |
| Figura 20 Planta de mandarina con filtros aplicados. | 21 |
| Figura 21 Planta de diente de león con filtros aplicados. | 22 |
| Figura 22 Planta de ortiga con filtros aplicados. | 23 |
| Figura 23 Planta lluvia de oro con filtros aplicados. | 24 |
| Figura 24 Planta wira wira con filtros aplicados. | 25 |
| Figura 25 Planta de jengibre con filtros aplicados. | 26 |
| Figura 26 Planta de palta con filtros aplicados. | 27 |
| Figura 27 Listado de plantas. | 46 |
| Figura 28 Menú de información de una planta seleccionada. | 47 |
| Figura 29 Recetas del sistema Tukuypaq. | 48 |
| Figura 30 Detalle de una receta. | 49 |
| Figura 31 Selección multimedia. | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura 32 Cámara del celular para el reconocimiento. | 51 |
| Figura 33 Vista de información sobre el sistema Tukuypaq. | 52 |
| Figura 34 Diagrama de base de datos. | 53 |
| Figura 35 Fragmento de código para la conexión de base de datos. | 55 |
| Figura 36 Fragmento de código para la consulta de datos con SQLite. | 55 |
| Figura 37 Proceso de Convolución de la red Neuronal Convolucional | 56 |
| Figura 38 Fragmento de código de aumento de datos. | 57 |
| Figura 39 Fragmento de código de la preparación del entrenamiento. | 58 |
| Figura 40 Fragmento de código para el entrenamiento. | 58 |
| Figura 41 Entrenamiento de la red neuronal. | 59 |
| Figura 42 Fragmento de código para el guardado del modelo. | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Historias de usuario y criterios de aceptación. | 43 |
| Tabla 2 Tabla de Tareas. | 44 |
| Tabla 3 Estructura y descripción de la tabla de plantas. | 53 |
| Tabla 4 Estructura y descripción de la tabla del grupo médico. | 54 |
| Tabla 5 Estructura y descripción de la tabla Receta. | 54 |
| Tabla 6 Estructura y descripción de la tabla Plant_to_Recipe. | 54 |
| Tabla 7 Tabla de precisión en versiones de modelos. | 60 |

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1. INTRODUCCIÓN

La visión del ser humano es una de las maravillas del mundo, tienen una corteza visual primaria, también conocida como V1, que contiene 140 millones de neuronas con decenas de miles de millones de conexiones entre ellas. Además, la visión humana involucra no solo a V1, sino a toda una serie de cortezas visuales, V2, V3, V4 y V5, que realizan progresivamente un procesamiento de imágenes más complejo. (Nielsen, 2017).

La automatización de la visión humana es uno de los retos más importantes, para que una computadora pueda clasificar, detectar. Con una gran cantidad de ejemplos (fotografías de las plantas), conocidos como ejemplos de entrenamiento, para luego desarrollar un sistema, que pueda aprender de esos ejemplos. En otras palabras, la red neuronal usa los ejemplos para inferir automáticamente reglas para reconocer lo que se desea identificar.

Este proyecto, pretende a través de una imagen tomada desde la cámara de un dispositivo móvil, detectar si una planta está dentro de las seleccionadas del sistema Tukuyqaq entonces mostrará información sobre la planta como el nombre común, científico, los usos de la planta y como el uso de la planta.

1.2. ANTECEDENTES

En la ciudad de Cochabamba, existen una infinidad de plantas medicinales, sin embargo, la gente desconoce los beneficios que estas pueden llegar a tener. Entre las plantas se pueden encontrar algunas que ayudan con la prevención de enfermedades y otras aumentan la salud física.

Además, existe una propuesta para la clasificación de plantas medicinales llamada el Sistema Tukuyqaq (Prado, 2018), dicho sistema indica que a partir de 12 plantas se puede satisfacer las demandas de salud del organismo vivo y la combinación de estas plantas pueden equilibrar las necesidades del cuerpo ayudando al aparato digestivo, el sistema nervioso, limpiar la sangre y elevan las defensas.

Hasta ahora no existen herramientas para la detección especializada en plantas medicinales, al igual que la información sobre el uso correcto de las plantas medicinales. Existen iniciativas dentro de la ciudad de Cochabamba como la; “Farmacia Herbolaria Tukuyqaq” ubicada en el Colegio “27 de mayo” (Cochabamba).

1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La forma de vida que tenemos en la ciudad de Cochabamba ha causado que las defensas orgánicas de nuestro sistema sean cada vez más bajas. Donde la alimentación chatarra nos

causa problemas en el aparato digestivo; por otra parte, el estrés puede causar problemas con el aparato nervioso; además, las impurezas que tenemos en la sangre, por toda la contaminación actual, son algunos problemas comunes dentro de la ciudad.

En el valle de Cochabamba tenemos una gran variedad de plantas medicinales que antes eran bastante usadas por generaciones anteriores, pero poco a poco las costumbres se fueron perdiendo al punto que generó un nuevo desconocimiento en las nuevas generaciones como los millennials (nacidos después 1990) que causa que muchas plantas sean tratadas como hierbas, o se tenga un mal uso de las mismas plantas medicinales generando malestares y en casos extremos la muerte de la persona.

1.3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Desinformación sobre las plantas medicinales del Valle de Cochabamba representado en la Figura 1.

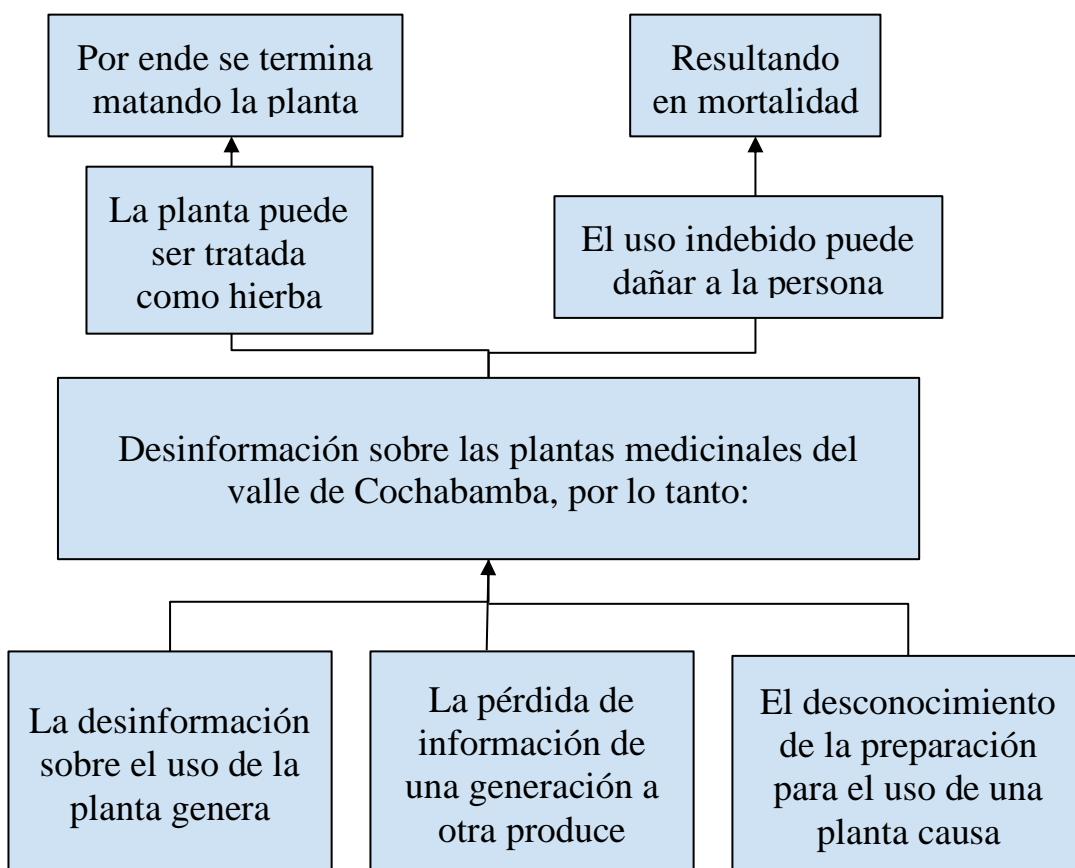


Figura 1. Árbol de problemas sobre la incertidumbre sobre las plantas medicinales del Valle Alto de Cochabamba.

Fuente: Elaboración propia

1.4. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una aplicación móvil para el reconocimiento de ciertas plantas medicinales de manera autónoma según el Sistema Tukuyapaq dentro de Cochabamba.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Entrenar un modelo para hacer el reconocimiento de 12 plantas dentro del Sistema TUKUYPAQ.
- Reconocer una planta mediante el uso de redes neuronales convolucionales.
- Mostrar la información de cada planta como el nombre común, científico, los usos de la planta y como se llega a utilizar.

1.5. JUSTIFICACIÓN

El legado de conocimiento a las nuevas generaciones sobre plantas medicinales transmitidos por parte de los abuelos y padres es hoy en día cada vez más escaso, provocando lagunas mentales sobre el uso y aplicación de las mismas y creando una mayor dependencia por los fármacos de origen industrial para aliviar los malestares comunes.

La aplicación a desarrollar pretende ser una herramienta de ayuda tanto para el aprendizaje de las plantas medicinales en Cochabamba, facilitando el reconocimiento y el apropiado uso de las mismas.

1.6. LIMITACIONES

La aplicación tiene las siguientes limitaciones

- Se limita al reconocimiento de 12 plantas medicinales que crecen dentro del valle de Cochabamba.
- Existe un margen de error en el reconocimiento de las plantas menor al 20%
- La detección puede ser afectada por poca o bastante luz sobre la imagen.

CAPITULO 2 MARCO TEORICO

2.1 VISIÓN POR COMPUTADORA

Es una rama científica sobre las imágenes del mundo real y el procesamiento digital de imágenes.

La evolución biológica ha producido organismos capaces de extraer un conocimiento muy preciso de la “estructura espacial” del mundo externo; en tiempo real, a partir de secuencias de imágenes. Desde el punto de vista del procesamiento de la imagen este problema presenta una extraordinaria complejidad. La visión por computadora supone un reto para la tecnología y la ciencia actual. Ni siquiera las máquinas más potentes pueden acercarse a la capacidad de los sistemas visuales naturales. A pesar de esto, en los últimos años se han producido avances muy significativos tanto en los recursos de cómputo disponibles llamados GPU^[1] como en nuevas técnicas que hacen posible resolver satisfactoriamente muchos problemas de visión por computadora en condiciones de trabajo cada vez más cercana a la visión natural (Garcia, 2015).

Los seres humanos, perciben la estructura tridimensional del mundo que los rodea. Pudiendo distinguir la forma y la translucidez de cada objeto a través de los diferentes patrones de luz y sombreado que juegan a través de su superficie y segmentar sin esfuerzo cada figura desde el fondo de la escena.

Al observar un rasgo de grupo seleccionado, puede contar (y nombrar) fácilmente a todos los objetos en la imagen e incluso predecir sus particularidades. Los psicólogos al observar un rasgo de grupo seleccionado, pueden contar (y nombrar) fácilmente a todos los objetos en la imagen e incluso predecir sus particularidades. Los psicólogos de la percepción han pasado décadas tratando de comprender cómo funciona el sistema visual (Szeliski, 2010).

2.2 APRENDIZAJE AUTOMÁTICO (MACHINE LEARNING)

El aprendizaje automático es la ciencia (y el arte) de la programación de computadoras para que puedan aprender de los datos. (Gerón A., 2018).

A diferencia de otras ramas de AI^[2], ML^[3] se enfoca en que no sea requerido programar explícitamente un programa con funciones o procedimientos fijos, sino que este podrá aprender a partir de un grupo de datos. Con experiencias y evidencias podrá entender patrones y comportamientos que le permitirán resolver la tarea específica en la vida cotidiana (Sanseviero, 2018).

[1] *Graphics Processing Unit* traducido al español como Unidad de Procesamiento Gráfico

[2] *Artificial Intelligence* traducido al español sería: “Inteligencia Artificial”

[3] *Machine Learning* traducido al español como Aprendizaje automático

2.2.1 APRENDIZAJE SUPERVISADO

Este tipo de aprendizaje se realiza mediante un entrenamiento controlado por un agente externo (supervisor o maestro) que determina la respuesta que debería generar la red neuronal artificial a partir de una entrada determinada. El supervisor comprueba la salida de la misma y en el caso de que ésta no coincida con la deseada, se procederá a generar otro entorno de aprendizaje con la experiencia previa (Sierra, 2007).

2.2.2 APRENDIZAJE NO SUPERVISADO

Estos aprendizajes no requieren influencia externa para ajustar los pesos de las conexiones entre neuronas. La red no recibe ninguna información por parte del entorno que le indique si la salida generada es o no correcta, entregando varias posibilidades en cuanto a la interpretación de la salida de estas redes (Sierra, 2007).

2.2.3 APRENDIZAJE POR REFUERZO

El aprendizaje por refuerzo (RL) es un área dentro del ML dedicada al desarrollo de algoritmos que permiten a un agente aprender objetivo o tarea donde se tienen que tomar decisiones secuenciales para alcanzar un objetivo, maximizando un valor acumulado de recompensa esperando que esta sea la mayor posible (Rodríguez, 2015).

Se denomina a un agente como una instancia de diferentes tipos; por ejemplo, un robot, un personaje virtual de un juego de video, o bien puede ser simplemente un sistema o algoritmo encargado de controlar una planta industrial o predicciones. Existe un gran número de aplicaciones prácticas a este tipo de problemas, donde la principal ventaja es que no se requiere de un experto para encontrar la solución al problema, sino simplemente se debe formular el problema de manera adecuada, especificando las recompensas o penalizaciones para que el agente lo pueda aprender (Rodríguez, 2015).

Después de ejecutar una acción el estado del agente cambia. Para aprender, el agente repite la tarea miles de veces determinadas por el algoritmo hasta encontrar una solución que le lleva a acumular la mayor recompensa posible. Generalmente el agente no dispone de conocimiento previo y tiene que obtener información mediante el método heurístico para alcanzar el objetivo (Rodríguez, 2015).

2.3 REDES NEURONALES

“Las aves nos inspiraron a volar y la naturaleza nos inspira a otras intervenciones y fue lógico que la arquitectura del cerebro inspirara a los sistemas inteligentes, esta fue la idea clave para inspirar a las redes neuronales artificiales.” (Gerón A., 2018).

2.3.1 NEURONAS BIOLÓGICAS

Antes de analizar las neuronas artificiales veremos un vistazo rápido a una neurona biológica en la Figura 2, estas neuronas pasan información de una hacia otra a través de impulsos eléctricos por medio de las dendritas. A esta actividad se le llama “sinapsis”.

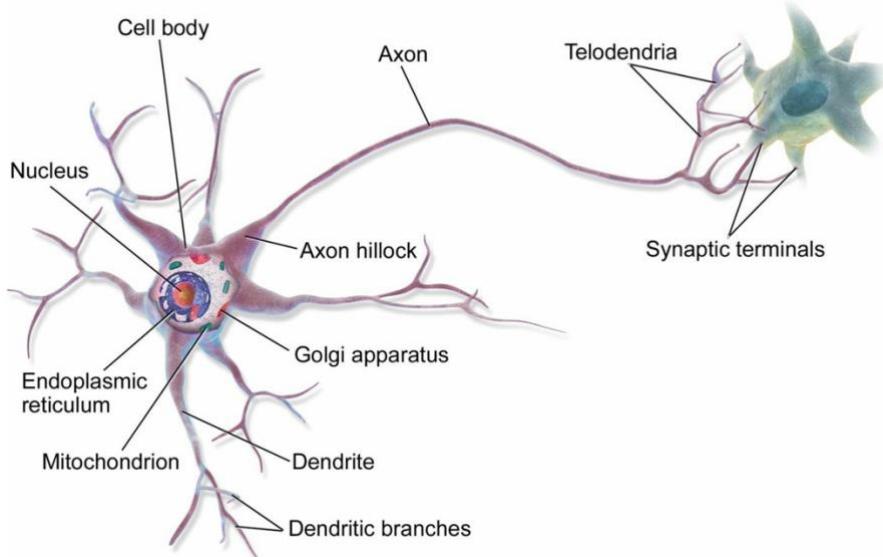


Figura 2. Neurona biológica
Fuente: A. Gerón, 2018.

2.3.2 PERCEPTRONES

Inspiradas en las neuronas biológicas Warren McCulloch and Walter Pitts propusieron un modelo simple de una neurona biológica que después se conoció como neurona artificial.

En 1957 Frank Rosenblatt. Creó una arquitectura simple de una red neuronal artificial ilustrada en la Figura 3 a la cual llamó perceptrón con la capacidad limitada de calcular las entradas, generando una única salida y luego le aplica una función de activación para obtener una señal que será transmitida a la próxima neurona.

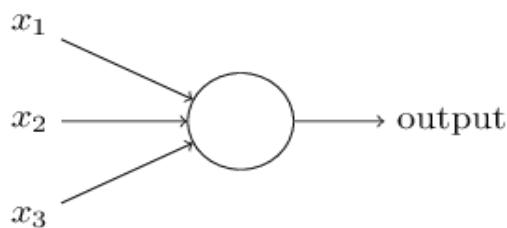


Figura 3. Perceptrón
Fuente: M. Nielsen, 2017.

Se puede observar una neurona artificial que recibe como entrada a las variables x_1 , x_2 , x_3 , pueden ser más o menos variables que generan una única salida. Rosenblatt propuso una regla simple para calcular la salida. Introdujo pesos, w_1 , w_2 , ... w_n , que son números reales que

expresan la importancia de las entradas respectivas para la salida. La salida de la neurona, 0 o 1, está determinada por si la suma ponderada $\sum jWjXj$ es menor o mayor que algún valor de umbral. Al igual que los pesos, el umbral es un número real que es un parámetro de la neurona como en la Figura 4.

$$\begin{aligned} \text{output} &= 0 \text{ si } \sum jWjXj \leq \text{umbral} \\ &1 \text{ si } \sum jWjXj > \text{umbral} \end{aligned}$$

Figura 4. Salida de un perceptrón

Fuente: M. Nielsen, 2017.

Que puede ser simplificada haciendo el cambio $w * x \equiv \sum jWjXj$, donde ‘w’ y ‘x’ son vectores cuyos componentes son los pesos y las entradas, respectivamente. El segundo cambio es mover el umbral al otro lado de la desigualdad, y reemplazarlo por lo que se conoce como el sesgo del perceptrón, $b \equiv -\text{umbral}$ como puede apreciarse en la Figura 5. Usando el bias en lugar del umbral y la regla del perceptrón.

$$\begin{aligned} \text{output} &= 0 \text{ si } w * x + b \leq 0 \\ &1 \text{ si } w * x + b > 0 \end{aligned}$$

Figura 5. Función de activación común en perceptrones

Fuente: M. Nielsen, 2017.

2.3.3 FUNCIÓN DE PROPAGACIÓN

La función de propagación la cual es una generalización de una de las reglas de aprendizaje. Permite realizar cambios sobre los pesos en las conexiones de la capa oculta (Neural Networks: Methodology and applications, 2006). Estas funciones de propagación están basadas en el teorema de Bayes. (Gerón A., 2018).

$$P_{(A_i/B)} = \frac{P_{(B/A_i)} * P_{(A_i)}}{P_{(B)}}$$

El teorema de Bayes es de enorme relevancia puesto que vincula la probabilidad de A dado B con la probabilidad de B dado A.

2.3.4 FUNCIÓN DE ACTIVACIÓN

La función de activación determina el estado de activación actual de la neurona en base a la suma resultante de las neuronas anteriores. El estado de activación de la neurona para un determinado instante de tiempo “t” puede ser expresado de la siguiente manera (Barrera, 2005).

$$x_i = f(x_i(t-1), x_i(t))$$

Se proponen muchas funciones de activación, de las cuales se describirán solamente dos en detalle: la sigmoide y ReLU. (Barrera, 2005).

2.3.5 FUNCIÓN SIGMOIDE

La función de activación más comúnmente usada, es la función sigmoide, esta función con forma de “S” detallada en la Figura 6, es acotada y no decreciente, la cual provee una respuesta no lineal.

$$y = \frac{1}{1 + e^{-x}}$$

Donde “x” es la entrada y “y” es la salida. La salida de una función sigmoide (Chigozie, 2018):

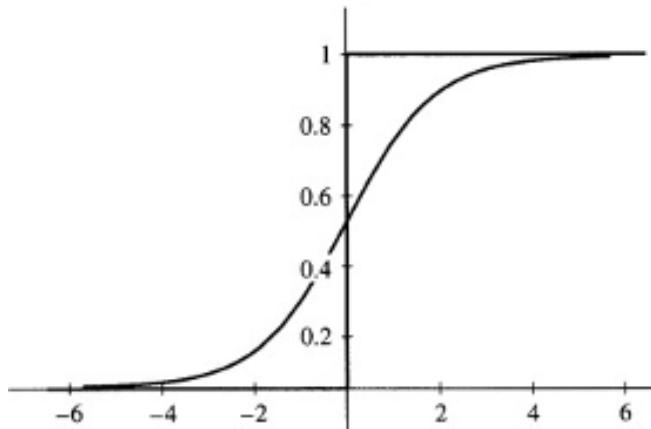


Figura 6. Función Sigmoide
Fuente: Nwankpa C., 2018.

2.3.6 FUNCIÓN DE UNIDAD LINEAL RECTIFICADA CON FUGAS (LEAKY RECTIFIED LINEAR UNIT)

Desafortunadamente, la función de activación ReLU^[4] no es perfecta. Sufre un problema conocido como las ReLU moribundas: durante el entrenamiento, algunas neuronas mueren efectivamente, lo que significa que dejan de emitir algo que no sea 0. En algunos casos, es posible que la mitad de las neuronas de su red estén muertas, especialmente si usó una gran cantidad de neuronas. Tasa de aprendizaje. Durante el entrenamiento, si los pesos de una neurona se actualizan de modo que la suma ponderada de las entradas de la neurona sea negativa, comenzará a generar 0. Cuando esto sucede, es poco probable que la neurona vuelva a la vida ya que el gradiente de la función ReLU es 0 cuando su entrada es negativa como se puede observar en la Figura 7. Para resolver este problema, es posible que desee utilizar una variante de la función ReLU, como la ReLU con fugas. Esta función se define como:

$$\text{LeakyReLu}_\alpha(z) = \max(\alpha z, z).$$

El hiperparámetro α define las “fugas” la función: es la pendiente de la función para $z < 0$, y normalmente se establece en 0.01. Esta pequeña pendiente asegura que las neuronas ReLU con fugas nunca mueran.

[4] *Rectified Linear Unit* traducido al español como unidad lineal rectificada

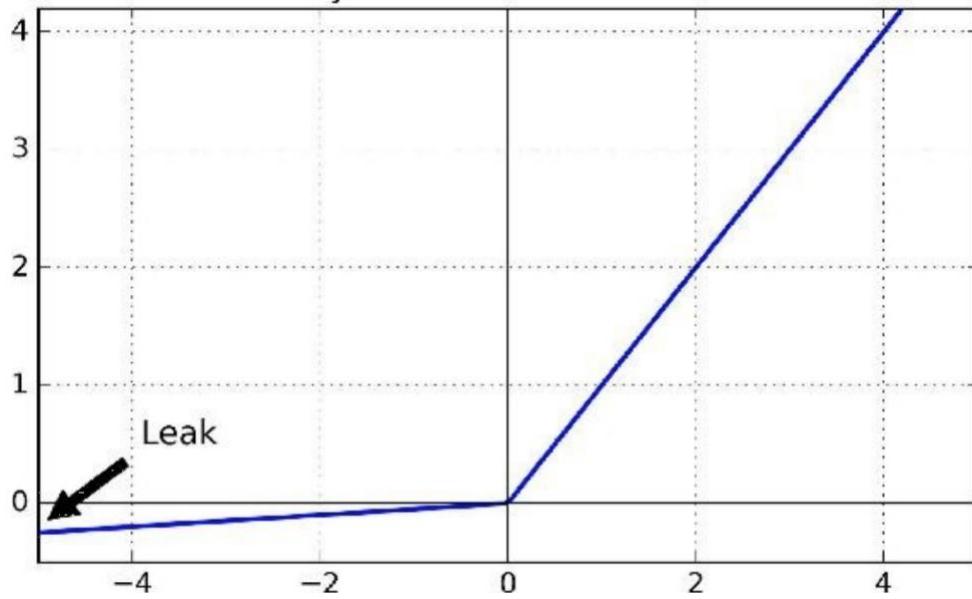


Figura 7. Leaky ReLu
Fuente: Nielsen M., 2017.

2.3.7 REDES NEURONALES ARTIFICIALES

En 1969 Marvin Minsky y Seymour Papert, escribieron una monografía llamada: "Perceptrons" y destacaron una serie de debilidades graves de los perceptrones. En particular el hecho que son incapaces de resolver algunos problemas triviales (por ejemplo, el XOR). Sin embargo, resulta que algunas de las limitaciones de los perceptrones se pueden eliminar apilando múltiples perceptrones. El resultante se llamó Perceptrón de capa múltiple, con el cual se pudo resolver problemas como el XOR que un perceptrón simple no puede resolver, se puede observar la Figura 8 como referencia.

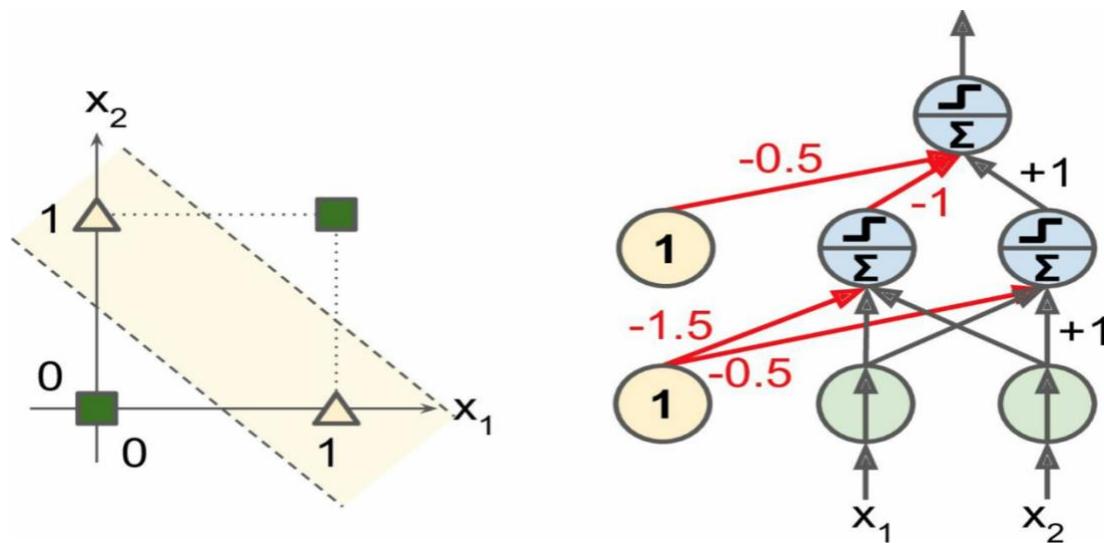


Figura 8. Problema de clasificación y un Perceptrón de múltiples capas que lo resuelve
Fuente: A. Gerón, 2018.

2.3.8 PERCEPTRON DE MÚLTIPLES CAPAS

Un MLP^[5] se compone de una capa de entrada que pasa por una o más capas de LTUs^[6], llamadas capas ocultas, y una capa final de LTU llamada capa de salida como en la Figura 9. Cada capa, excepto la capa de salida, incluye una neurona completamente conectada a la siguiente capa. Cuando una red neuronal artificial tiene dos o más capas ocultas, se denomina red neuronal profunda (DNN)^[7].

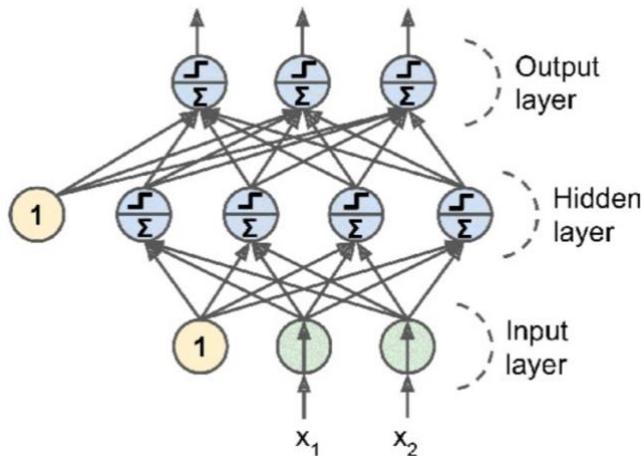


Figura 9. Perceptrón de múltiples capas

Fuente: A. Gerón, 2018.

Para cada instancia de entrenamiento, el algoritmo lo alimenta a la red y calcula la salida de cada neurona en cada capa consecutiva. Luego mide el error de salida de la red (es decir, la diferencia entre la salida deseada y la salida real de la red), y calcula cuánto contribuyó cada neurona en la última capa oculta al error de cada neurona de salida. Luego procede a medir la cantidad de estas contribuciones de error provenientes de cada neurona en la capa oculta anterior, y así sucesivamente hasta que el algoritmo alcanza la capa de entrada. Este paso inverso mide eficientemente el gradiente de error en todos los pesos de conexión en la red al propagar el gradiente de error hacia atrás en la red (de ahí el nombre del algoritmo Backpropagation).

Para cada instancia de entrenamiento, el algoritmo de retro propagación primero realiza una predicción (pase hacia adelante), mide el error, luego pasa a través de cada capa en reversa para medir la contribución del error de cada conexión (pase hacia atrás) y finalmente ajusta ligeramente los pesos de conexión para reducir el error (paso descenso de gradiente).

[5] *Multi Layer Perceptron (MLP)*, traducido al español como perceptrón de múltiples capas.

[6] *Unidades de umbral lineal (LTU)*, El nombre Perceptron a veces se usa para referirse a una pequeña red.

[7] *Deep Neuronal Network (DNN)*, traducido al español como red neuronal profunda.

2.4 CONVOLUCIÓN DE IMÁGENES

Las Redes Neuronales Convolucionales (CNN^[8]) surgieron del estudio de la corteza visual del cerebro, y se han utilizado en el reconocimiento de imágenes desde la década de 1980. En los últimos años, gracias al aumento en el poder computacional, la cantidad de datos de entrenamiento disponibles, las CNN han logrado lograr un rendimiento sobrehumano en algunas tareas visuales complejas.

2.4.1 ARQUITECTURA DEL CÓRTEX VISUAL

Los campos receptivos de diferentes neuronas pueden superponerse, y juntos unen todo el campo visual. Además, algunas neuronas reaccionan sólo a imágenes de líneas horizontales, mientras que otras reaccionan sólo a líneas con diferentes orientaciones (dos neuronas pueden tener el mismo campo receptivo pero reaccionan a diferentes orientaciones de línea). También notaron que algunas neuronas tienen campos receptivos más grandes y reaccionan a patrones más complejos que son combinaciones de los patrones de nivel inferior. Estas observaciones llevaron a la idea de que las neuronas de nivel superior se basan en los resultados de las neuronas vecinas de nivel inferior. En la Figura 10, se puede observar que cada neurona está conectada solo a unas pocas neuronas de la capa anterior, esta poderosa arquitectura es capaz de detectar todo tipo de patrones complejos. En cualquier área del campo visual. Todos estos estudios fueron evolucionando a lo que ahora se conoce como CNN.

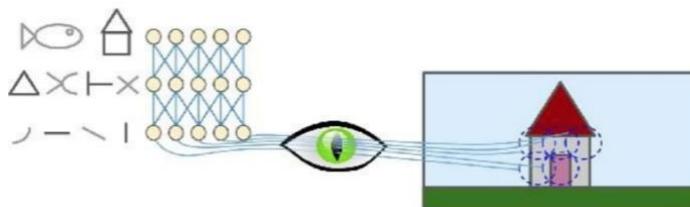


Figura 10. Campos receptivos locales en la corteza visual
Fuente: A. Gerón, 2018.

2.4.2 CAPA CONVOLUCIONAL

El bloque de construcción más importante de un CNN es que las neuronas de capa convolucional en la primera capa convolucional no están conectadas a cada píxel en la imagen de entrada sino solo a píxeles en sus campos receptivos como en la Figura 11. A su vez, cada neurona en la segunda capa convolucional está conectada sólo a las neuronas ubicadas dentro de un pequeño rectángulo en la primera capa.

Esta arquitectura permite que la red se centre en las características de bajo nivel en la primera capa oculta, luego las ensambla en características de nivel superior en la siguiente capa oculta, y así sucesivamente. Esta estructura jerárquica es común en las imágenes del mundo real, que es una de las razones por las que las CNN funcionan tan bien para el reconocimiento de imágenes.

[8] Convolutional Neuronal Networks (CNN), traducido al español sería: “Redes Neuronales Convolucionales”.

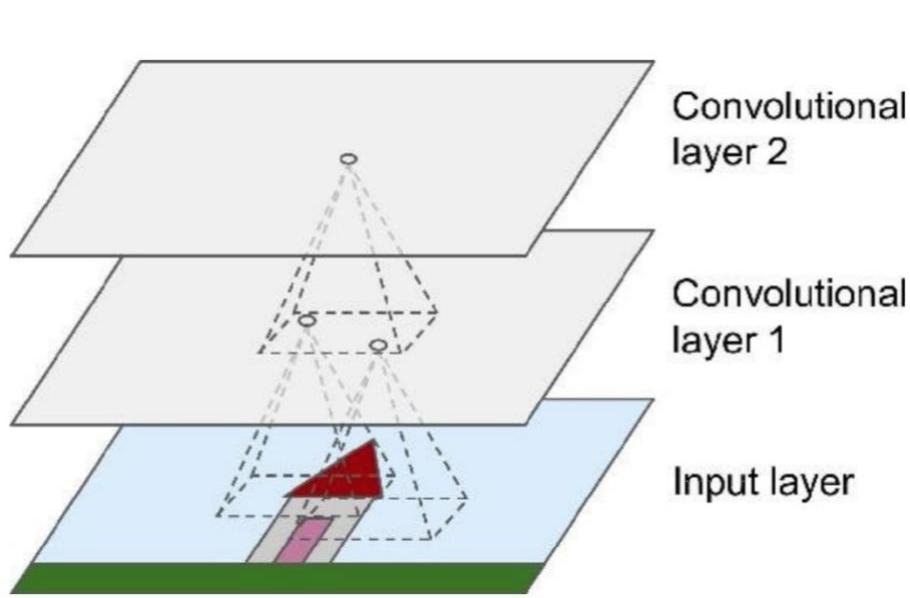


Figura 11. Capas de CNN con campos receptivos locales rectangulares
Fuente: A. Gerón, 2018.

Una neurona ubicada en la fila i , la columna j de una capa dada está conectada a las salidas de las neuronas en la capa anterior ubicada en las filas i a $i + f_h - 1$, las columnas j a $j + f_w - 1$, donde f_h es la altura y f_w es el ancho del campo receptivo como se puede observar en la Figura 12. Para que una capa tenga la misma altura y anchura que la capa anterior, es común agregar ceros alrededor de las entradas, como se muestra en la Figura 12. Esto se llama relleno cero (zero padding).

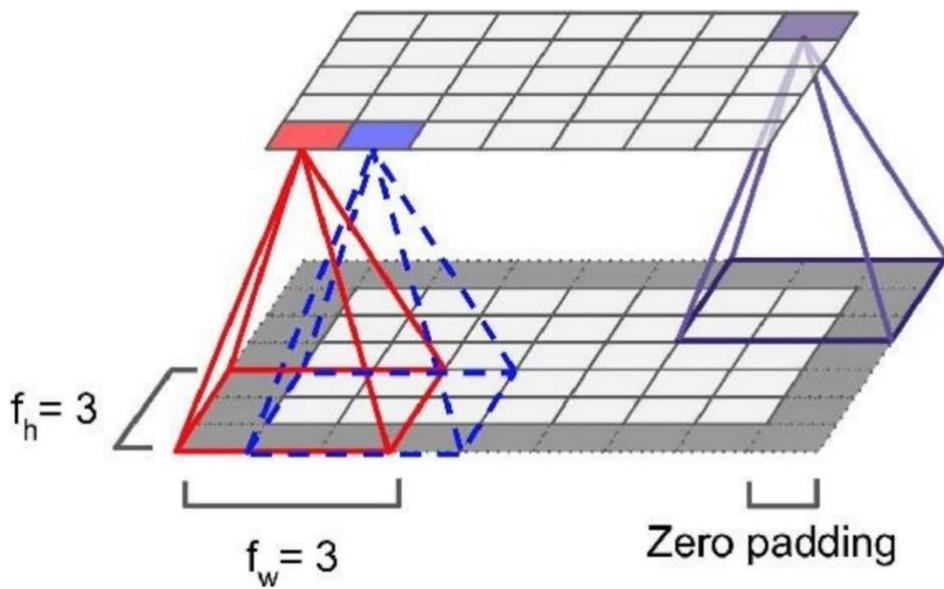


Figura 12. Conexiones entre capas y relleno cero
Fuente: A. Gerón, 2018.

2.4.3 FILTROS

Los pesos de una neurona se pueden representar como una imagen pequeña del tamaño del campo receptivo. Por ejemplo, la Figura 13 muestra dos posibles conjuntos de pesos, llamados filtros (o núcleos de convolución).

Ahora, si todas las neuronas de una capa usan el mismo filtro de línea vertical y alimenta a la red la imagen de entrada que se muestra en la Figura 13 (imagen inferior), la capa generará la imagen superior izquierda. Observe que las líneas blancas verticales se mejoran mientras que el resto se vuelve borroso. Del mismo modo, la imagen superior derecha es lo que obtienes si todas las neuronas usan el filtro de línea horizontal.

Observe que las líneas blancas horizontales se mejoran mientras que el resto se ve borroso. Por lo tanto, una capa llena de neuronas que usan el mismo filtro le proporciona un mapa de características, que resalta las áreas de una imagen que son más similares al filtro. Durante el entrenamiento, una CNN encuentra los filtros más útiles para su tarea, y aprende a combinarlos en patrones más complejos.

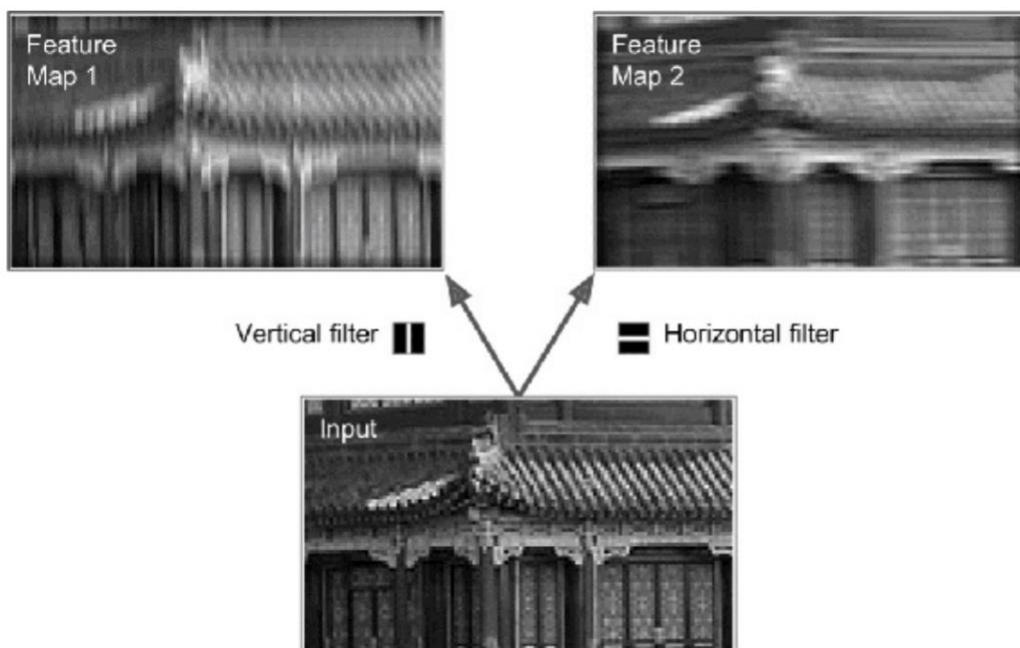


Figura 13. Aplicando dos filtros diferentes para obtener dos mapas de características
Fuente: A. Gerón, 2018.

2.4.4 CAPA DE AGRUPACIÓN

Su objetivo es submuestrear (reducir) la imagen de entrada para reducir la carga computacional, el uso de memoria y el número de parámetros. La reducción del tamaño de la imagen de entrada también hace que la red neuronal tolere un poco de cambio de imagen.

Al igual que en las capas convolucionales, cada neurona en una capa de agrupación está conectada a las salidas de un número limitado de neuronas en la capa anterior, ubicada dentro

de un pequeño campo receptivo rectangular. Debe definir su tamaño, el paso y el tipo de relleno, como antes. Sin embargo, una neurona de agrupación no tiene pesos; todo lo que hace es agregar las entradas utilizando una función de agregación como max (máximo) o mean (media).

La Figura 14 muestra una capa de agrupación máxima, que es el tipo más común de capa de agrupación. En este ejemplo, usamos un núcleo de agrupación 2×2 , un paso de 2 y ningún relleno. Tenga en cuenta que solo el valor de entrada máximo en cada núcleo llega a la siguiente capa. Las otras entradas se descartan.

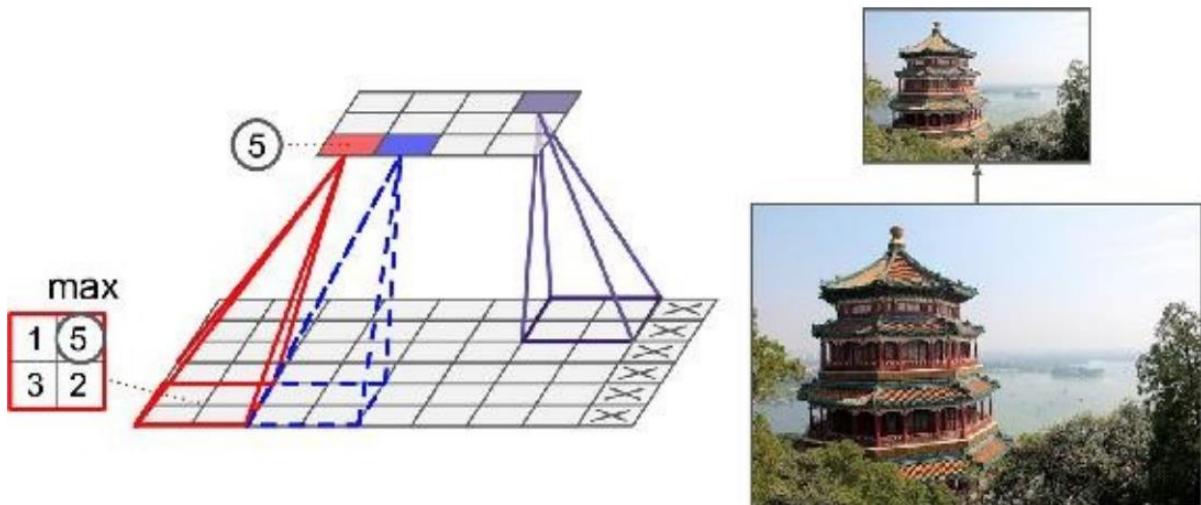


Figura 14. Capa de agrupación máxima
Fuente: A. Gerón, 2018.

Este es un tipo de capa muy destructiva: incluso con un pequeño núcleo de 2×2 y una zancada de 2, la salida será dos veces menor en ambas direcciones (por lo que su área será cuatro veces menor), simplemente dejando caer el 75% de los valores de entrada.

Una capa de agrupación generalmente funciona en cada canal de entrada de forma independiente, por lo que la profundidad de salida es la misma que la profundidad de entrada. Alternativamente, puede agrupar sobre la dimensión de profundidad, en cuyo caso las dimensiones espaciales de la imagen (altura y ancho) permanecen sin cambios, pero el número de canales se reduce.

CAPÍTULO 3 MARCO DE APLICACION

3.1 SISTEMA TUKUYPAQ.

El sistema Tukuypaq es un sistema que tiene como objetivo el resolver múltiples problemas de salud. Las recetas son combinaciones adecuadas, que equilibran el aparato digestivo, el sistema nervioso, limpian la sangre y elevan las defensas.

Con el propósito de escoger 12 plantas medicinales cuyas propiedades medicinales satisfacen las demandas del organismo. Ya que cubren las siguientes necesidades: desinflamatorias, carminativas, antisépticas, bacteriostáticas, cicatrizantes, antiparasitarias, broncodilatadoras, hipoglucemiantes, hipotensoras, galactogogas, inmunomoduladoras, emenagogas, diuréticas, hemostáticas, hipercolesterolémicos, antidepresiva, antidiarreicas, somníferas, nutritivas, colagogas, coleréticas, febrífugas, digestiva, antioxidantes, sudoríferas, tecnofugas, tónicas, vermífugas, laxantes, purgantes, antifúngicas, antivirales, analgésicas, ansiolíticas. (Prado C., 2018).

Algo importante que aclarar es que, “solo tomar plantas medicinales no resolverán de ninguna manera todos los problemas de salud, consideramos que la alimentación sana es otro de los pilares fundamentales para una buena salud, de modo que, se deberá procurar la implementación de biohuertos familiares y comunitarios para una producción orgánica que nos provea alimentos sanos”. (Prado C., 2018).

3.2 CARACTERÍSTICAS DE PLANTAS MEDICINALES PARA EL RECONOCIMIENTO (ATRIBUTOS PARA MACHINE LEARNING).

Cada planta tiene sus propiedades medicinales que satisfacen las demandas del organismo. (Prado C., 2018). Una vez reconocida la planta, se muestran las propiedades de la planta, los cuales fueron extraídos del libro: Manual de la farmacia herbolaria familiar “TUKUYPAQ”. La información de los beneficios de cada planta se describe a continuación:

Para el reconocimiento de plantas es importante buscar los principales diferenciadores de cada planta, tal que pueda ser más sencillo la clasificación de imagen para la red neuronal. A cada planta se aplicarán los filtros de bordes, líneas verticales y líneas horizontales.

Cada planta tiene sus propiedades medicinales que satisfacen las demandas del organismo. (Prado C., 2018). Una vez reconocida la planta, se muestran las propiedades de la planta, los cuales fueron extraídos del libro: Manual de la farmacia herbolaria familiar “TUKUYPAQ”.

La información de los beneficios de cada planta se describe a continuación.

3.2.1 PLANTA DE MANZANILLA

Para la planta de manzanilla se tiene las flores de colores amarillo y blanco en los pétalos que puede ser atributos clasificadores como se puede observar en la Figura 15. La manzanilla es una planta asociada con elevar las defensas en cual se usan las flores, las hojas y los tallos, algunas características medicas de la planta son:

- Mejora la digestión.
- Favorece la expulsión de gases intestinales.
- Alivia dolores estomacales.
- Evita náuseas y vómitos.
- Cólicos, gastritis, úlcera gástrica.
- Antiinflamatorio.
- Sedantes en estrés.
- Cefalea, neuralgias y migraña.
- Reduce cólicos menstruales.

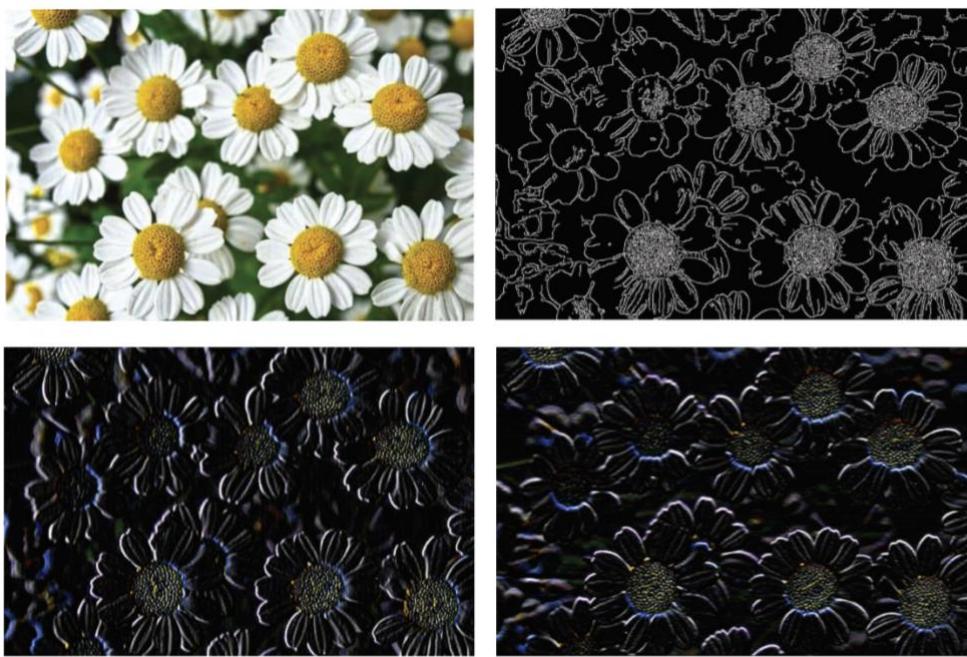


Figura 15. Planta de Manzanilla, 2019,
Fuente: Viaorganica, 2019.

3.2.2 PLANTA MUÑA ANDINA

Para la planta de muña andina su principal característica es la forma de las hojas teniendo unos bordes más fuertes presentes que en otras plantas del sistema como se puede observar en la Figura 16. La muña andina esta asociada con la digestión en cual se usan las flores, las hojas y los tallos, entre algunas características medicas son:

- Mejora la digestión.
- Alivia cólicos menstruales y mareos.
- Problemas de Asma.
- Problemas de tos.
- Diarrea.
- Carminativa.
- Antiséptica y cicatrizante.
- Antiparasitario.
- Broncodilatador.
- En halitosis mejora la visión.



Figura 16. Planta de Muña Andina
Fuente: Peru Info, 2021.

3.2.3 PLANTA DE HIERBA BUENA

Para la planta de hierba buena un atributo clasificador se puede usar la forma de sus hojas como se puede observar en la figura 17. La hierbabuena es una planta asociada con elevar las defensas en cual se usan las flores, las hojas y los tallos, entre algunas características medicas son:

- En indigestión.
- Distensión abdominal y flatulencia.
- Elimina la halitosis.
- Alivia las hemorroides.
- Propiedades anticoagulantes.
- Afrodisíaca.
- Reduce los niveles de estrés.
- Problemas respiratorios.
- Migraña o jaqueca.
- Infecciones vaginales: vulvovaginitis, vulvitis, vaginitis o flujo vaginal.

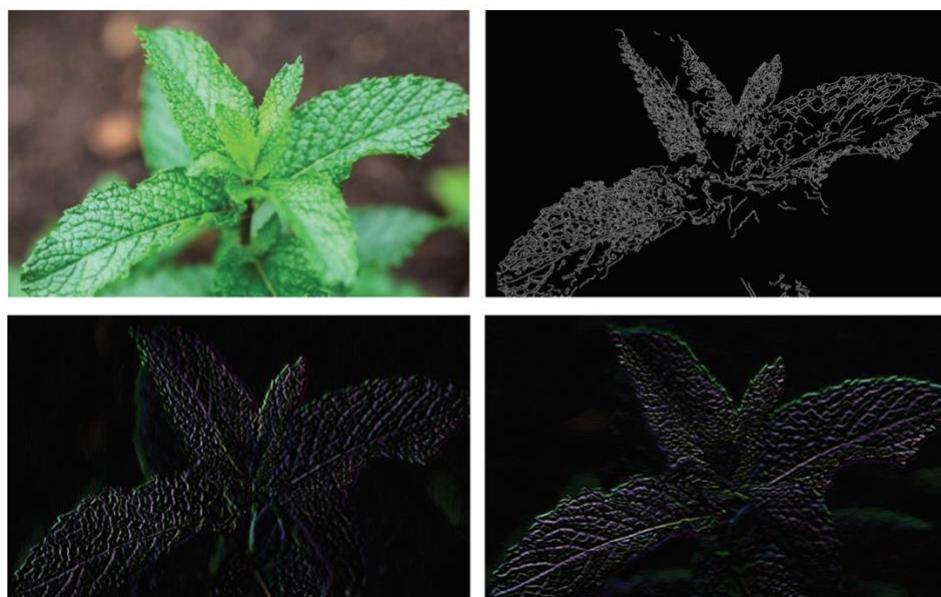


Figura 17. Planta de Hierbabuena
Fuente: Revista fama. (2019).

3.2.4 PLANTA DE TORONJIL

Para la planta de toronjil, la forma y el color de sus hojas pueden usarse como atributos clasificadores, tal como se puede observar en la Figura 18. El toronjil es una planta asociada con el aparato respiratorio en cual se usan las flores, las hojas, los frutos y las cortezas, entre algunas características medicas son:

- Acción sedante.
- Insomnio.
- Anti estrés.
- Cardiopatías de tipo nervioso.
- Carminativa.
- Resfriados y gripe.
- Herpes labial.
- Antiséptica.
- Digestiva.
- Espasmos uterinos.

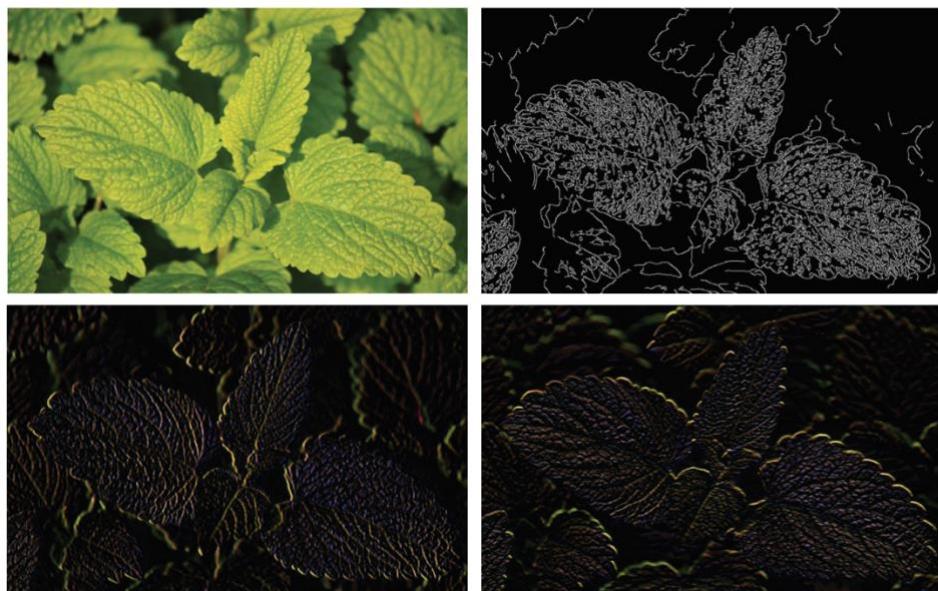


Figura 18. Planta de Toronjil
Fuente: Remedios Naturales, 2021.

3.2.5 PLANTA DE LAVANDA

Para la planta de lavanda, el color de las flores son atributos que puede ser usado como atributo clasificador. Como se puede observar en la Figura 19. La lavanda es una planta asociada con elevar las defensas en cual se usan las flores y las hojas, entre algunas características medicas son:

- Analgésico.
- Sedante.
- Antiséptico.
- Antioxidante.
- Antiinflamatorio.
- Anti estrés.
- Relajante.

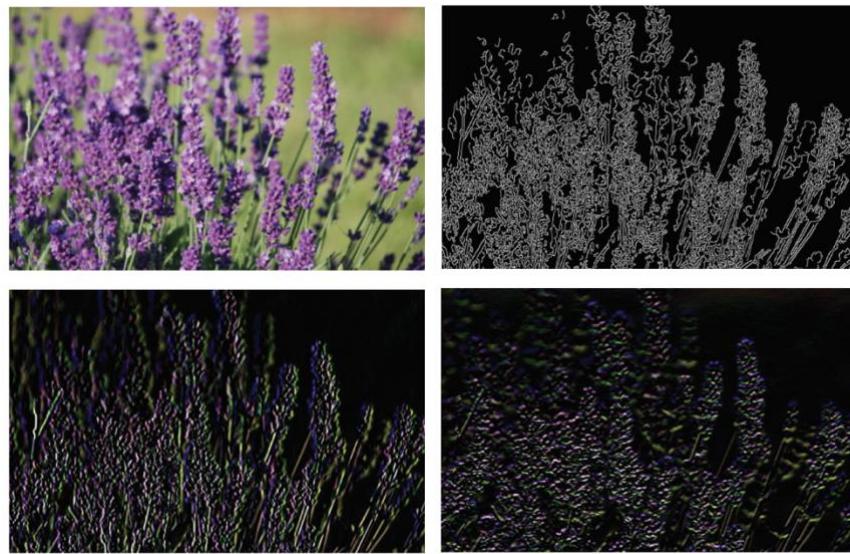


Figura 19. Planta de Lavanda
Fuente: Jardineriaon, 2019.

3.2.6 PLANTA DE MANDARINA

Para la planta de mandarina, la forma de sus hojas resaltan agregando un filtro horizontal, al igual que la forma y color de la fruta, tal como se puede observar en la Figura 20. La mandarina es una planta asociada con elevar las defensas en cual se usan la pulpa, la cascara, las flores, las hojas, las semillas al igual que se puede usar como jugo entre algunas características medicas son:

- Anti estrés.
- Afecciones del sistema circulatorio y de hipertensión Asma, actúa como broncodilatador.
- Indicada para casos de ansiedad, taquicardia, depresión.
- Aceites esenciales procedentes de la cascara de la mandarina y naranjo amargo.
- En aromaterapia para problemas de insomnio.
- Nervios y sudoración.



Figura 20. Planta de Mandarina
Fuente: Pixnio, 2021.

3.2.7 PLANTA DIENTE DE LEÓN

Para la planta de diente de león, las flores son resultantes al aplicar filtros de bordes, tal como se puede observar en la Figura 21. El diente de león es una planta asociada con elevar las defensas en cual se usan las flores, las hojas y la raíz, entre algunas características medicas son:

- Protector hepático.
- Depurativo de la sangre.
- Mantiene correcto funcionamiento del hígado.
- Digestiva.
- Combate el acné y el eczema.
- Mejora la salud de los ojos.
- Ayuda a bajar de peso.

- Propiedad diurética.
- Sustituto del café.

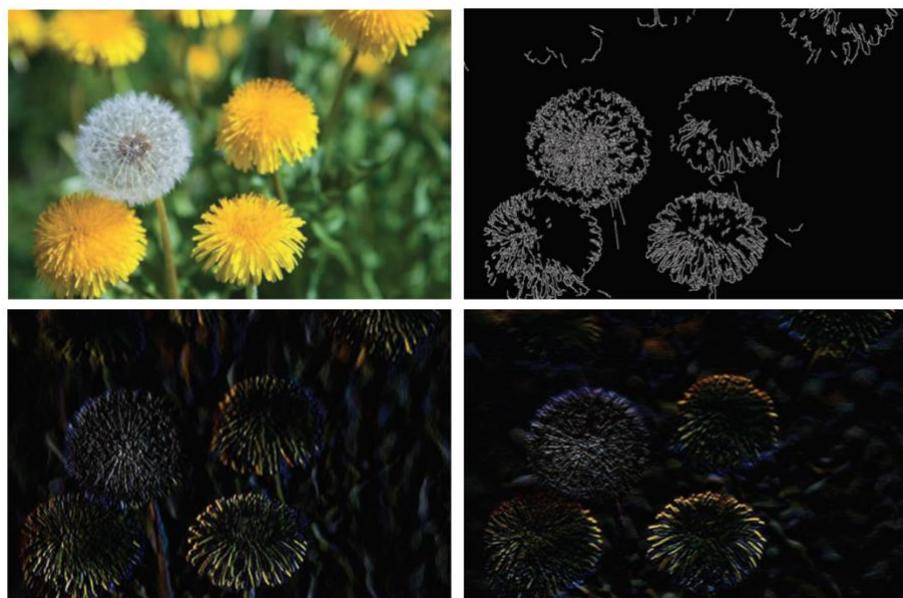


Figura 21. Planta de Diente de León
Fuente: Wikiplanta, 2021.

3.2.8 PLANTA ORTIGA

Para la planta de ortiga las hojas tienen la forma punteada la cual aplicando filtros de borde. Tal como se puede observar en la Figura 22. La ortiga es una planta asociada con elevar las defensas en cual se usa la raíz, entre algunas características medicas son:

- Protector hepático, inmunomodulador.
- Hipoglucemiantre.
- Digestiva.
- Bajar nivel del ácido úrico.
- Antihistamínico.
- Tratamiento de la próstata.
- Alzheimer, artritis, asma, infecciones de vejiga, bronquitis, bursitis, gingivitis, gota, urticaria, cálculos renales, laringitis.
- Esclerosis múltiple, síndrome premenstrual.
- Rinitis alérgica.

- Hipertensión.
- Tratar o prevenir la calvicie.
- Hemorragias.
- Galactogoga.

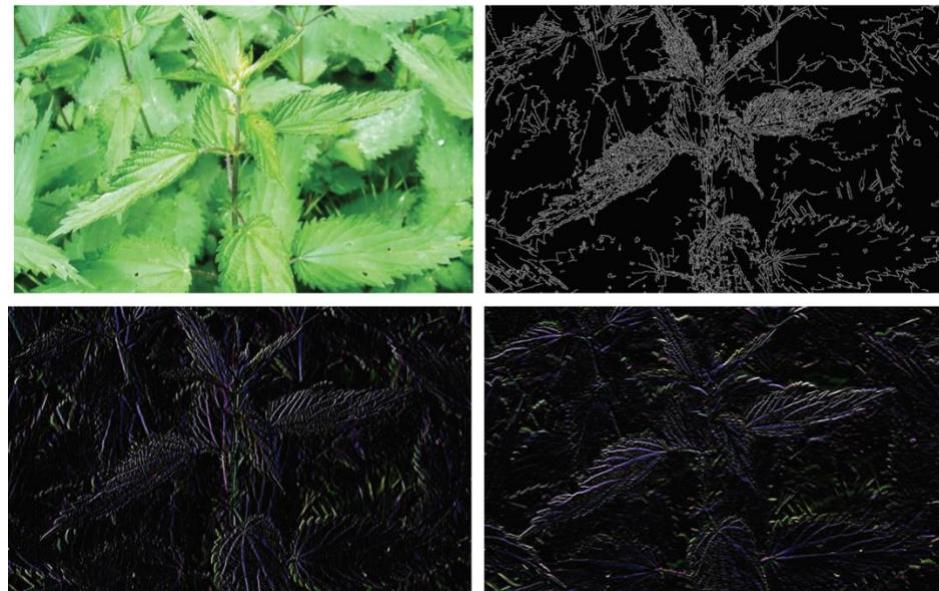


Figura 22. Planta de Ortiga
Fuente: Ecocosas, 2021.

3.2.9 PLANTA LLUVIA DE ORO

Para la planta lluvia de oro la flor puede ser usada como atributo diferenciador tanto la forma como el color. Tal como se puede ver en la Figura 23. La Lluvia de oro es una planta asociada con la limpieza de la sangre en cual se usan las flores, hojas, los frutos y la corteza, entre algunas características medicas son:

- Reducir colesterol.
- Protector hepático.
- Purifica la sangre, baja la fiebre o calentura, así como en la fiebre amarilla.
- Para tratar enfermedades como el ácido úrico, reuma y problemas de cálculos en la vesícula biliar.
- Digestivo en dolor de estómago, estimulante del apetito.
- Laxante, disentería, gastritis, empacho, anorexia, pirosis (acidez estomacal), atonía intestinal.

- Problemas del hígado.
- Para el dolor de muelas.
- Hipoglicémica.
- Sudorífica, tónico, vermífuga.

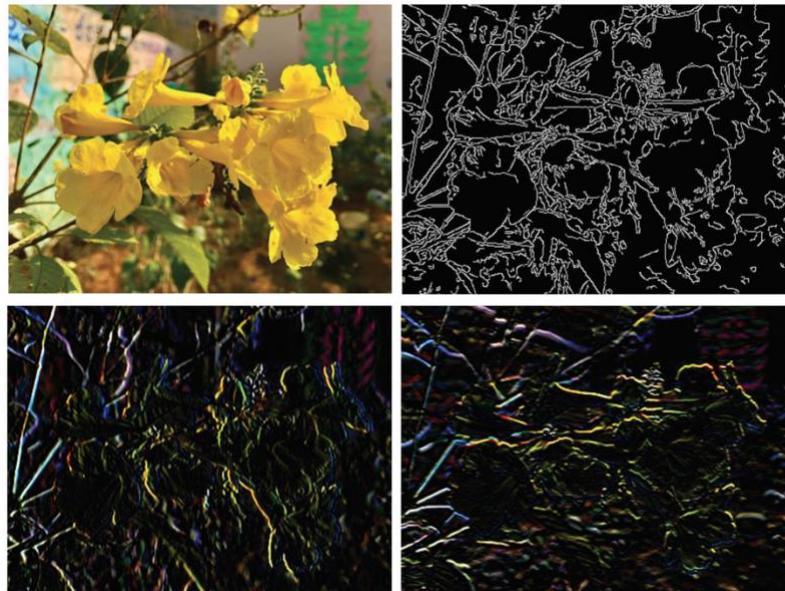


Figura 23. Planta Lluvia de Oro
Fuente: Wikimedia, 2021.

3.2.10 PLANTA WIRA WIRA

Para la planta wira wira se usará la flor como atributo principal por la forma de la flor y el color. Tal como se puede observar en la Figura 24. La planta de wira wira es una planta asociada elevar las defensas en cual se usan las flores, las hojas y los tallos, entre algunas características medicas son:

- Inmunoestimulante.
- Antioxidante.
- Desinflamante.
- Tratamiento de la tos y gripe.
- Infecciones bacterianas, virales, fúngicas.
- Alivia dolores de cabeza, calambres y problemas de estómago.
- Febrífero, antihelmíntico.

- Digestiva, carminativa, antiespasmódica.
- Colagoga, eupéptica y emenagoga.
- Reducir colesterol.

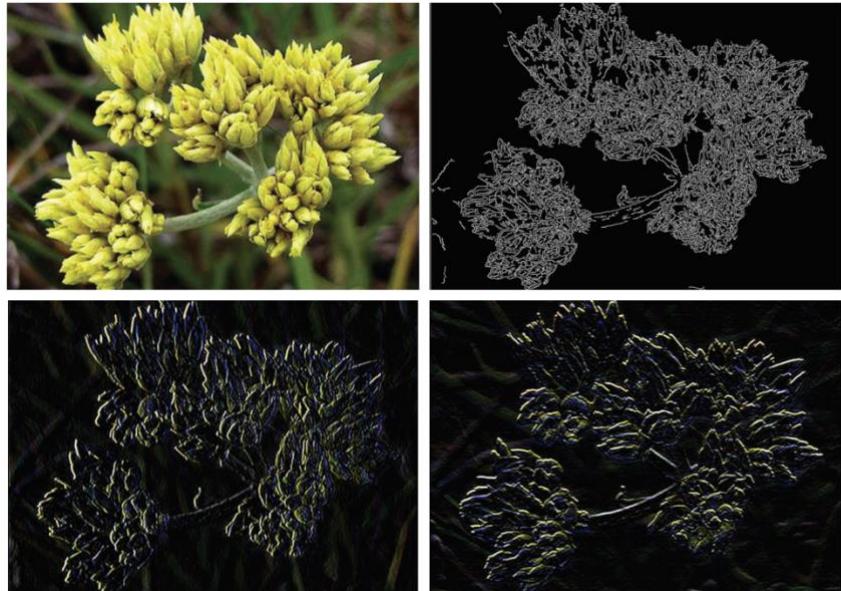


Figura 24. Planta Wira wira
Fuente: Eol, 2021.

3.2.11 PLANTA DE JENGIBRE

Para la planta de jengibre, los filtros de bordes y color son los principales atributos para la clasificación de las demás plantas. Tal como se puede observar en la Figura 25. El jengibre es una planta asociada elevar las defensas en cual se usa la raíz, entre algunas características medicas son:

- Antioxidante.
- Inmunoestimulante.
- Desinflamante.
- Dispepsia, digestiones lentas, gastritis crónica o inapetencia.
- Carminativa.
- Cirrosis, ictericia, enfermedades hepáticas o trastornos en la vesícula biliar.
- Artritis reumatoide.
- Enfermedades cardiovasculares

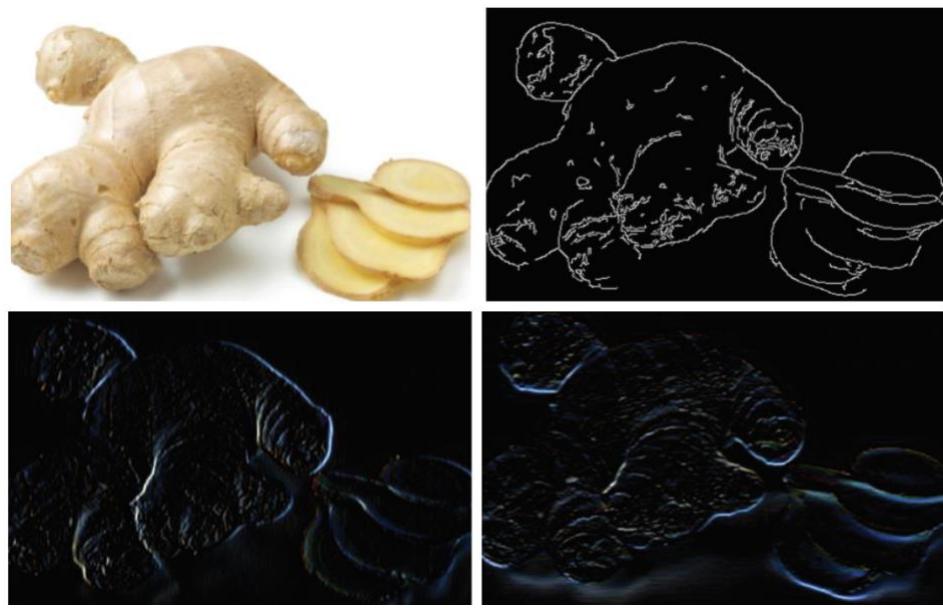


Figura 25. Raíz de Jengibre
Fuente: Neyuma, 2021.

3.2.12 PLANTA DE PALTA

Para la planta de palta la forma de la fruta y las hojas son sus principales atributos de clasificación, ya que en ambos casos se usan para las recetas del sistema TUKUYPAQ. Tal como se puede observar en la Figura 26. La planta de palta es una planta asociada con elevar las defensas en cual se usan las hojas, la corteza, la pulpa de la fruta y las semillas, entre algunas características medicas son:

- Antioxidante.
- Inmunoestimulante.
- Nutritivo.
- Laxante y diurético suave astringente, antidiarreica.
- Fortalece y aumenta las defensas.
- Prevenir infecciones de la vejiga.
- En inapetencia
- Mareo y jaqueca
- Prevención de resfriados y gripes.
- Antiescorbútico.

- El aceite mejora la piel.

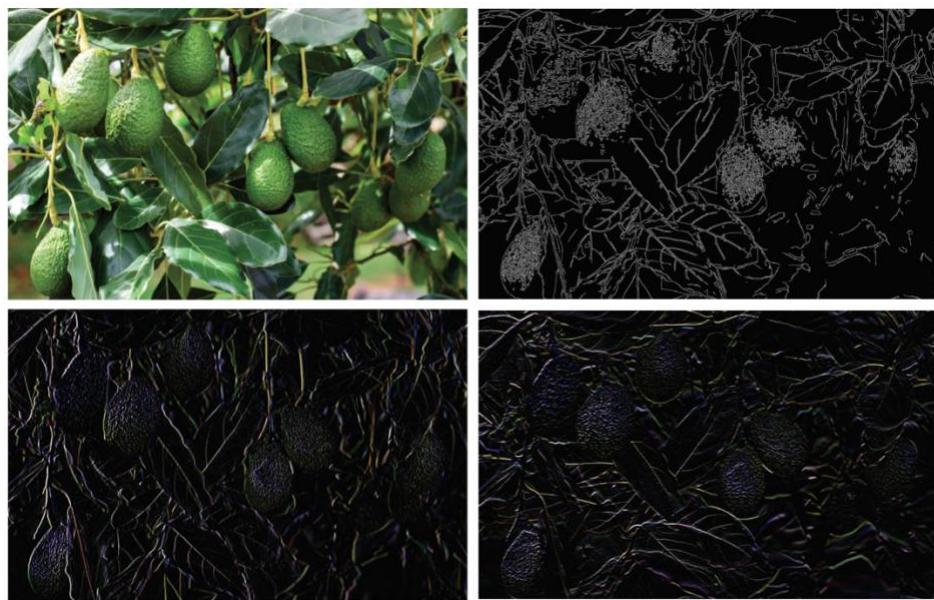


Figura 26. Planta de Palta
Fuente: Gardening know how, 2021.

3.3 RECETAS DE LAS PLANTAS MEDICINALES DENTRO DEL SISTEMA

Las plantas medicinales pueden ser usadas para preparar diferentes tipos infusiones y recetas que satisfacen las demandas del organismo. Los cuales fueron extraídos del libro: Manual de la farmacia herbolaria familiar “TUKUYPAQ”.

3.3.1 ANTI-INFLAMATORIOS

Una inflamación es la respuesta automática del cuerpo ante un estímulo potencialmente dañino. Aunque por lo general, se percibe como algo desagradable, esta reacción protege al cuerpo de daños mayores. Las inflamaciones se pueden dividir en 2 tipos: internas y externas.

Las inflamaciones internas no son fáciles de percibir pero con ayuda del laboratorio u otra forma de diagnóstico se puede ubicar y asegurar el daño. La inflamación externa en el cuerpo siempre presenta cuatro síntomas típicos: Enrojecimiento, Hinchazón, Sensibilidad al dolor, aumento de temperatura. En muchos casos, la inflamación puede ser tratada y aliviada de manera natural mediante el uso de plantas medicinales. Estas recetas de infusiones son una opción efectiva y accesible para aquellos que buscan aliviar los síntomas asociados con la inflamación de forma natural y sin recurrir a medicamentos convencionales. A continuación, se presentan algunas recetas de infusiones que puedes preparar en casa para ayudar a reducir la inflamación en el cuerpo.

Infusión de manzanilla, palta y cáscara de mandarina.

Ingredientes:

- 2 cucharadas de manzanilla (flores).
- 1 cucharada de palta (pepa rallada o en polvo).
- 1/2 cucharada de cáscara de mandarina.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega la manzanilla, la palta y la cáscara de mandarina al litro de agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión y tómala tibia.

Se recomienda tomar 3 tazas al día durante 14 días, seguidas de una semana de pausa antes de continuar si es necesario, hasta lograr mejoría. También se puede utilizar la misma preparación de plantas para aplicar en forma de fomentos en zonas inflamadas. Además de la receta anterior, existen otras plantas con propiedades antiinflamatorias que pueden ser utilizadas en forma de infusiones. Algunas opciones populares incluyen: (Cúrcuma, Tajibo, Jamillo, Muérdago, Laurel, Árnica). Estas plantas pueden ser utilizadas individualmente o en combinación, siguiendo las indicaciones de uso y las dosis recomendadas.

3.3.2 ANTI-OXIDANTE

Los antioxidantes desempeñan un papel fundamental en la prevención del desgaste y envejecimiento celular excesivo en situaciones de alta demanda energética, como el estrés, las enfermedades crónicas, los grandes esfuerzos físicos y mentales, así como el proceso natural de envejecimiento.

A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión antioxidante.

Ingredientes:

- 1 cucharada de raíz de diente de león
- 2 cucharadas de flores de Wira Wira
- 1 y 1/2 cucharada de raíz de jengibre (fresco o seco)
- 1 litro de agua hervida

Instrucciones:

- Agrega la raíz de diente de león, las flores de Wira Wira y la raíz de jengibre al agua hervida.

- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días. Después de esos 30 días, se debe hacer una pausa de una semana y luego se puede continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones ricas en antioxidantes, como la flor de Jamaica, la carambola, el agracejo, el limón, la acerola, el kiwi, el caju, el copoasú, el puca puca, el sacha tomate y el kita tomate. Estos alimentos y hierbas son conocidos por su contenido antioxidante, que puede ayudar a proteger las células del estrés oxidativo y promover la salud en general.

3.3.3 ANTEROESCLEOROSIS

La aterosclerosis es una condición en la que las arterias y los vasos sanguíneos se endurecen. Esta enfermedad implica procesos degenerativos que aumentan el riesgo de sufrir graves enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto, es crucial mantener los niveles de colesterol y presión arterial bajo control. A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa:

Ingredientes:

- 1 cucharada de hojas de muña andina.
- 1 cucharada de hojas de carqueja (opcional).
- 1 cucharada de raíz de jengibre (fresco o seco).
- 1 cucharada de hojas de ortiga.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega las hojas de muña andina, las hojas de carqueja (si decides utilizarlas), la raíz de jengibre y las hojas de ortiga al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días. Después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ayudar en casos de aterosclerosis, como la milenrama, el árnica, la bolsa de pastor, la consuelda mayor, la cola de caballo y el pelo de choclo.

3.3.4 ARTRITIS

La artritis es una enfermedad que causa inflamación en las articulaciones, lo que provoca dolor y puede afectar significativamente la calidad de vida de quienes la padecen. Afortunadamente, existen plantas con propiedades curativas que pueden reducir la inflamación y el dolor asociados a la artritis.

A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede resultar beneficia.

Ingredientes:

- 1 cucharada de pepa de palta (rallada o en polvo).
- 2 cucharadas de flores de manzanilla.
- 1 cucharada de raíz de jengibre (fresco o seco).
- 1 cucharada de hojas de ortiga.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega la pepa de palta, las flores de manzanilla, la raíz de jengibre y las hojas de ortiga al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días. Después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ayudar en casos de artritis, como la uña de gato, la cúrcuma y la caléndula. Asimismo, se recomienda complementar el tratamiento con otras medidas, como realizar ejercicio físico adaptado a la situación, mantener una alimentación equilibrada y alcalinizante, aplicar frío o calor, y considerar el uso de cataplasmas antiinflamatorios o masajes con caite o pomadas de pepas de palta.

3.3.5 CIRROSIS

La cirrosis hepática es una enfermedad crónica que se desarrolla lentamente en el hígado; se caracteriza por la formación excesiva y continua de pequeñas cicatrices en el interior del órgano, lo que dificulta su funcionamiento normal, incluyendo la purificación de la sangre, la producción de proteínas y vitaminas, y la formación de elementos defensivos. Además, esta condición causa una alteración en la circulación sanguínea a través del hígado.

La cirrosis hepática es más común en hombres mayores de 50 años, aunque los primeros síntomas suelen aparecer a partir de los 30 años. Por lo general, se asocia con el consumo prolongado de grandes cantidades de alcohol, infecciones anteriores como la hepatitis, y ciertas intoxicaciones por sustancias químicas industriales, como el fósforo, y medicamentos. A continuación, te presento una receta para preparar una infusión que podría ser beneficiosa.

Ingredientes:

- 1 cucharada de hojas y flores de lluvia de oro.
- 1 cucharada de flores de manzanilla.
- 1 y 1/2 cucharada de raíz de diente de león.
- 1 cucharada de hojas de ortiga.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega la lluvia de oro, la manzanilla, la raíz de diente de león y la ortiga al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 3 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días. Después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que podrían ser beneficiosas en casos de cirrosis hepática, como la uña de gato, la jayaj pichana, la tecoma y el fresno.

3.3.6 CISTISIS

La cistitis es una infección del tracto urinario que puede afectar cualquier parte del sistema urinario, como los riñones, los uréteres, la vejiga urinaria o la uretra. Es importante evitar el consumo de bebidas como café, té, alcohol y refrescos. En cuanto a la alimentación, se sugiere

preferir las leches vegetales, como la leche de soja, alpiste, almendras o ajonjolí, en lugar de la leche de vaca. A continuación, te presento una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa.

Ingredientes:

- 1 cucharada de pepa de palta rallada o en polvo.
- 1 cucharada de flores de manzanilla.
- 1 cucharada de raíz de jengibre fresco o seco.
- 1 cucharada de hojas de ortiga.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega la pepa de palta, la manzanilla, el jengibre y la ortiga al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días. Después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que podrían ser beneficiosas en casos de cistitis, como el perejil, el saraphuni, los arándanos, el llantén y el limón. Es importante mencionar que se recomienda seguir una alimentación equilibrada, incluyendo alimentos integrales como cereales o granos completos (trigo, arroz integral), consumir más verduras y frutas, y eliminar las grasas y los dulces para protegerse de las bacterias, principalmente la *Escherichia coli*. Estas pautas alimentarias ayudarán a prevenir la acumulación de toxinas en la orina y mejorarán la salud del sistema urinario.

3.3.7 COLESTEROL

El exceso de colesterol de baja densidad (LDL) en la sangre puede causar problemas cardiovasculares, por lo tanto, es importante elevar el colesterol de alta densidad (HDL). Existen plantas medicinales que pueden favorecer la eliminación de grasas y lípidos, ayudando a mantener un metabolismo adecuado en nuestro organismo. Estas plantas pueden reducir el colesterol "malo" y los triglicéridos. A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa.

Ingredientes:

- 1 cucharada de hojas y flores de lluvia de oro.

- 1 cucharada de hojas de toronjil.
- 1 cucharada de raíz de diente de león.
- 1 cucharada de cáscara de mandarina.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega la lluvia de oro, el toronjil, la raíz de diente de león y la cáscara de mandarina al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días; después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento; además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ayudar a reducir el colesterol como: el diente de león, el té de alpiste, el té verde, los ajos, la cola de caballo y el pelo de choclo (maíz). Es importante tener en cuenta que se deben evitar las grasas saturadas, como las presentes en las frituras, ya que contribuyen al aumento del colesterol.

3.3.8 DIABETES

La diabetes es una enfermedad crónica, pero el consumo de plantas medicinales puede ayudar a atenuar y controlar los niveles de glucosa en el organismo. A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa.

Ingredientes:

- 1 cucharada de hojas de toronjil.
- 1 cucharada de hojas y flores de lluvia de oro.
- 1/2 cucharada de raíz de diente de león.
- 1/2 cucharada de cáscara de mandarina.
- 1 cucharada de raíz de jengibre fresco o seco.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega el toronjil, la lluvia de oro, la raíz de diente de león, la cáscara de mandarina y el jengibre al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días, después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ayudar en casos de diabetes, como el eucalipto, el té verde, el tarwi, el fresno, la tecoma y el uri uri. Es importante tener en cuenta que se debe evitar el consumo excesivo de carbohidratos y azúcares para controlar los niveles de glucosa en la sangre.

3.3.9 GASTRITIS

La gastritis es una enfermedad muy común en la sociedad actual y está relacionada con el estrés, los malos hábitos alimentarios y la falta de ejercicio. Existen diversas causas que pueden contribuir al desarrollo de la gastritis, tales como:

- Consumo de productos lácteos, especialmente los enteros.
- Alimentación alta en grasas.
- Consumo de alimentos bajos en fibras.
- Ingesta de cafeína.
- Infección por la bacteria Helicobacter pylori.
- Uso de ciertos medicamentos como la aspirina o los antiinflamatorios.
- Consumo de alcohol y tabaco.
- Sensibilidad a ciertos alimentos.
- Ingesta de alimentos picantes o muy condimentados.
- Presencia de anemia perniciosa, que dificulta la absorción de vitamina B12.
- Reflujo gástrico.

A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa:

Ingredientes:

- 3 cucharadas de flores de manzanilla.
- 1 cucharada de hojas de muña andina.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega las flores de manzanilla y las hojas de muña andina al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días.

Después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ayudar en casos de gastritis, como el aloe vera, el llantén, el boldo, la salvia, el romero, la malva, la flor de Jamaica (hibisco), la avena, la maicena, el chayote, las hojas de siempreviva y el phasa. Es importante tener en cuenta que se deben evitar alimentos lácteos, alimentos picantes e irritantes, bebidas gaseosas, frituras, frutas ácidas y fibras insolubles.

Se recomienda realizar cinco comidas diarias en porciones pequeñas, masticar bien los alimentos y comer despacio. Además, es importante evitar actividades estresantes.

3.3.10 FIEBRE

Cuando una persona tiene fiebre, es importante mantenerse hidratado tomando líquidos como agua, jugos y caldos. Los mates también son beneficiosos para reducir la fiebre. A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser reconfortante:

Ingredientes:

- 1 cucharada de cáscara de mandarina.
- 1 cucharada de flores de Wira wira.
- 1/2 cucharada de raíz de jengibre fresco o seco.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega la cáscara de mandarina, las flores de Wira wira y la raíz de jengibre al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 7 días. Después de esos 7 días, solo espera que el cuerpo se regenere. Además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ayudar en casos de fiebre, como el té de laurel, el té de sauco y el té de albahaca. Es importante cuidar la dieta durante este período, como se recomienda en todos los casos de salud.

3.3.11 HIPERTENSION

La hipertensión arterial es un problema de salud muy común que afecta a muchas personas en todo el mundo. Esta condición puede ser la causa de diversas enfermedades cardiovasculares e incluso puede ser potencialmente mortal. Entre los factores más comunes que contribuyen a la hipertensión arterial se encuentran el tabaquismo, el consumo de alcohol, la ingesta de alimentos ricos en grasas, la falta de actividad física, la predisposición genética y el envejecimiento.

Cuando una persona descuida su presión arterial alta, los vasos sanguíneos comienzan a dañarse y aumenta el riesgo de afecciones potencialmente mortales como problemas cardíacos, accidentes cerebrovasculares y paros cardíacos. Por esta razón, es de vital importancia actuar a tiempo y tomar medidas preventivas para evitar que la enfermedad progrese. A continuación, te presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa:

Ingredientes:

- 1 cucharada de flores de lavanda.
- 1 cucharada de flores de Wira wira.
- 2 cucharadas de hojas de ortiga.
- 1 cucharada de raíz de jengibre fresco o seco.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega la lavanda, el Wira wira, la ortiga y el jengibre al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 5 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días. Después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ser beneficiosas en casos de hipertensión arterial, como el maracuyá (flores y frutos), la albahaca morada, la valeriana, el diente de león, el orégano y la cola de caballo. Sin embargo, es importante tener en cuenta que algunos de estos remedios naturales pueden tener interacciones con medicamentos anticoagulantes o antiagregantes, por lo que se recomienda consultar a un especialista antes de utilizar ciertas plantas.

3.3.12 MENOPAUSIA

La menopausia es una etapa en la vida de la mujer que se caracteriza por la ausencia definitiva de la menstruación y una serie de cambios hormonales que llevan a transformaciones físicas y psicológicas.

Una vez que se llega a esta nueva etapa, muchas mujeres experimentan una serie de cambios que no siempre son agradables y requieren atención especial. Los sofocos, la sequedad vaginal y el aumento del riesgo de padecer ciertas enfermedades son solo algunos de los síntomas que implican un cambio completo en el estilo de vida. A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa durante la menopausia:

Ingredientes:

- 2 cucharadas de hojas de toronjil.
- 1 cucharada de flores de lavanda.
- 1 cucharada de raíz de jengibre fresco o seco.
- 1 litro de agua hervida.

Instrucciones:

- Agrega el toronjil, la lavanda y el jengibre al agua hervida.
- Deja reposar la mezcla durante 3 minutos.
- Cuela la infusión para eliminar los sólidos.

Se recomienda tomar la infusión tibia, tres tazas al día durante un período de 30 días, después de esos 30 días, haz una pausa de una semana y luego puedes continuar con el tratamiento; además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ser beneficiosas durante la menopausia, como el hipérico, el tilo, el té de jazmín, la salvia, el maracuyá, la valeriana, los brotes de alfa alfa, el cardamomo, la sacha salvia, la pampa salvia, el sij sij y la maca.

3.3.13 OBESIDAD

La obesidad es un problema de salud creciente en todo el mundo, principalmente debido al exceso en la ingesta de alimentos y al estilo de vida sedentario. Esta condición afecta tanto a las personas que la padecen como a sus familias y sociedades en general.

Para abordar de manera integral el tratamiento de la obesidad, es importante elegir plantas con propiedades específicas:

- Plantas saciantes: el guar y las semillas de llantén (*plantago*) son ejemplos de plantas que, al entrar en contacto con el agua, forman un gel no digerible que produce sensación de saciedad y reduce el apetito. Se recomienda administrarlas antes de las comidas, acompañadas de suficiente agua.
- Plantas depurativas: el pelo de choclo y el apio son plantas que mejoran la digestión y aumentan la diuresis, ayudando a eliminar toxinas y líquidos del organismo.
- Plantas con efecto termogénico: el té verde y la carqueja son ejemplos de plantas que poseen propiedades termogénicas, es decir, estimulan la generación de calor en el cuerpo, lo que puede favorecer la quema de grasa en las células adiposas.
- Plantas inhibidoras de la acumulación de grasa: la *Garcinia cambogia* es una planta que se ha estudiado por su capacidad para evitar la conversión de glucosa en grasa, lo que puede contribuir a reducir la acumulación de grasa en el organismo.
- Plantas para reducir la hinchazón del vientre: el hinojo y el toronjil son plantas recomendadas para contrarrestar la hinchazón abdominal y mejorar la eliminación de líquidos. Otras plantas como la uva roja, el arándano y el rusco también pueden ser beneficiosas en este aspecto.
- Plantas para controlar la ansiedad: la sacha sunca y la valeriana son ejemplos de plantas que poseen propiedades tranquilizantes y pueden ayudar a controlar la ansiedad relacionada con la alimentación.

A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa en el tratamiento de la obesidad.

Ingredientes:

- 1 litro de agua hervida.
- 1 cucharada de hojas de toronjil.
- 1 cucharada de flores de wira wira.
- 1 cucharada de hojas de ortiga.

- 1 1/2 cucharada de hojas y flores de lluvia de oro.
- Dejar reposar 5 minutos.

Colar y tomar tibio 3 tazas por día durante un período de 30 días. Después de esos 30 días, hacer una pausa de una semana y luego se puede continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, existen otras opciones naturales que pueden ser beneficiosas en el tratamiento de la obesidad, como el apio, la manzana verde, la achojcha, el guar, la Garcinia cambogia, la semilla de uva, el lacayote, el chayote y el repollo.

3.3.14 INFLAMACION DE PROSTATA

La inflamación de la próstata, conocida como prostatitis, puede presentarse en forma aguda o crónica, y sus síntomas más comunes incluyen la necesidad constante de orinar, escozor y dificultad al orinar, eyaculación dolorosa e incluso escalofríos. Las causas más habituales de la prostatitis aguda pueden ser el contagio sexual o la realización de una exploración médica, mientras que en la prostatitis crónica pueden ser otras infecciones en el aparato urinario o una prostatitis aguda mal curada. Algunos hábitos poco saludables, como dietas ricas en grasas, falta de ingesta adecuada de agua, consumo de lácteos y derivados, alcohol, productos con alto contenido de azúcares o estreñimiento, pueden favorecer la aparición y desarrollo de la prostatitis.

A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa para la inflamación de próstata:

Ingredientes:

- 1 litro de agua hervida.
- 1 cucharada de pepa de palta rallada o en polvo.
- 1 cucharada de cáscara de mandarina.
- 1 cucharada de ortiga (hojas).
- 1 cucharada de jengibre (raíz fresca o seca).
- Dejar reposar 5 minutos.

Colar y tomar tibio 3 tazas por día durante un período de 30 días, después hacer una pausa de una semana y luego se puede continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, hay otras opciones naturales que pueden ser beneficiosas en el tratamiento de la inflamación de la próstata, como el sabal, la uña de gato, las semillas de zapallo, el tomate, la granada, los germinados de alfa alfa, el apio, los higos, los espárragos, la berenjena, la borraja, los melocotones, las almendras, los camotes anaranjados, las papayas, los cajús, las almendras, el sésamo, la col, las coles de Bruselas y el brócoli.

Recomendación: La alimentación juega un papel importante en la prevención y cuidado de la prostatitis. Se recomienda consumir alimentos ricos en zinc y vitamina E, ya que poseen propiedades antiinflamatorias y antitumorales que pueden ser beneficiosas para la salud de la próstata. Es importante llevar una dieta equilibrada y mantener hábitos de vida saludables para prevenir y controlar la inflamación de la próstata.

3.3.15 REUMATISMO

El reumatismo es una enfermedad que puede manifestarse de forma aguda o crónica, caracterizada por dolor y congestión en las articulaciones o en las partes musculares y fibrosas del cuerpo. Sus causas principales pueden ser una predisposición genética, así como factores ambientales como infecciones y traumatismos. A continuación, se presenta una receta para preparar una infusión que puede ser beneficiosa para el reumatismo:

- 1 litro de agua hervida.
- 1 cucharada de pepa de palta rallada o en polvo.
- 1 cucharada de manzanilla (flores).
- 1 cucharada de jengibre (raíz fresca o seca).
- 1 cucharada de toronjil (hojas).
- Dejar reposar 5 minutos.

Colar y tomar tibio 3 tazas por día durante 30 días. Despues hacer una pausa de 1 semana para evaluar los resultados y luego se puede continuar con el tratamiento.

Además de esta receta, hay otras opciones naturales que pueden ser beneficiosas para el tratamiento del reumatismo, como la uña de gato, la cúrcuma, la caléndula, el árnica, la cebolla, el ajo, la aceituna negra, la salvia, las hojas de nogal, el eucalipto, la ortiga, el romero y el floripondio en fomentos y cataplasmas.

3.4 HERRAMIENTAS DE SOFTWARE

En el proceso de desarrollo, se emplearon diversas herramientas de software que desempeñaron un papel fundamental en la implementación de los objetivos establecidos. A continuación, se describen las herramientas utilizadas y su relevancia en el desarrollo de esta investigación.

3.4.1 COLAB

Colaboratory o “Colab”, es un producto de Google Research. Colab permite que cualquier persona escriba y ejecute código Python arbitrario a través del navegador y es especialmente adecuado para el aprendizaje automático, el análisis de datos y la educación. Más técnicamente,

Colab es un servicio de portátil Jupyter alojado que no requiere configuración para su uso, mientras que proporciona acceso gratuito a los recursos informáticos, incluidas las GPU.

3.4.2 TENSORFLOW

TensorFlow es una librería desarrollada por el equipo de Google Brain junto con “Google Machine Learning Intelligence research organization”, con el propósito de realizar aprendizaje automático e investigación de redes neuronales profundas.

TensorFlow combina el álgebra computacional de las técnicas de optimización de compilación, facilitando el cálculo de muchas expresiones matemáticas donde el problema es el tiempo requerido para realizar el cálculo.” (Giancarlo Zaccone, 2016). Las características principales incluyen:

- Definición, optimización y cálculo eficiente de expresiones matemáticas. Que implican matrices multidimensionales (tensores).
- Soporte de programación de redes neuronales profundas y aprendizaje automático.
- Uso transparente de la informática GPU, automatizando la gestión y la optimización.
- Alta escalabilidad de la computación entre máquinas y grandes conjuntos de datos.

TensorFlow puede entrenar una red con millones de parámetros en un conjunto de entrenamiento compuesto por miles de millones de instancias con millones de características cada una.

3.4.3 TENSORFLOW LITTLE

TensorFlow Lite es un conjunto de herramientas para ayudar a los desarrolladores a ejecutar modelos TensorFlow en dispositivos móviles, integrados y de IoT. Habilita la inferencia de aprendizaje automático en el dispositivo con baja latencia y pequeño tamaño binario. TensorFlow Lite consta de dos componentes principales:

- El intérprete TensorFlow Lite, que ejecuta modelos especialmente optimizados en muchos tipos de hardware diferentes, incluidos teléfonos móviles, dispositivos Linux integrados y microcontroladores.
- El convertidor TensorFlow Lite, que convierte los modelos TensorFlow en una forma eficiente para uso del intérprete, y puede introducir optimizaciones para mejorar el tamaño y el rendimiento binarios.

3.4.4 MOBILENET

MobileNets son modelos pequeños, de baja latencia y baja potencia parametrizados para cumplir con las limitaciones de recursos de una variedad de casos de uso. Se pueden construir

para la clasificación, detección, incrustaciones y segmentación de forma similar a cómo se utilizan otros modelos populares a gran escala, como Inception. MobileNets se puede ejecutar de manera eficiente en dispositivos móviles con TensorFlow Mobile.

3.4.5 ANDROID

Android es un sistema operativo móvil basado en una versión modificada del kernel de Linux, diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil como teléfonos inteligentes, tabletas, televisores, dispositivos IoT (Internet of things), etc.

3.4.6 ANDROID STUDIO

Android Studio es el entorno de desarrollo integrado oficial, para el desarrollo de aplicaciones de Android. Se basa en IntelliJ IDEA, un entorno de desarrollo integrado de Java/Kotlin para software e incorpora sus herramientas de edición y desarrollo de código.

3.4.7 REACT NATIVE

React Native es un framework basado en JavaScript que sirve para el desarrollo de aplicaciones móviles de presentación nativa para iOS y Android. (React Native Community, 2020).

Su núcleo se basa en React^[9], pero usa módulos nativos en lugar de módulos web como bloques de construcción. Este framework usa una técnica que realiza llamadas asíncronas al sistema operativo donde se ejecuta la aplicación, que llama a las API^[10] de widget nativas.

3.4.8 TYPESCRIPT

“TypeScript, es un lenguaje que se basa en el JavaScript moderno y agrega una comprobación de tipos estática” además Typescript como lenguaje que compila javascript. (Microsoft, Typescript Community 2020).

3.4.9 SQLITE

SQLite es un motor de base de datos SQL incorporado. A diferencia de la mayoría de las otras bases de datos SQL, SQLite no tiene un proceso de servidor separado. SQLite lee y escribe directamente en archivos de disco normales.

[9] React, Es una librería JavaScript focalizada en el desarrollo de interfaces de usuario.

[10] API (Application program interface): interfaz de programación de aplicaciones.

CAPÍTULO 4 DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 KANBAN

La metodología Kanban, es un sistema donde se produce exactamente la cantidad de trabajo que el sistema es capaz de asumir (Marcos Bermejo, 2010).

El sistema Kanban, ayuda principalmente para asegurar una producción continua sin sobrecargas de trabajo en el equipo, es decir se produce exactamente lo que se puede producir, tal como indica JIT (Just in time) que evita sobrantes innecesarios de stock logrando un incremento considerable de la calidad de software.

El concepto clave es limitar el trabajo en curso que implica un aumento considerable de la calidad del software generado en la producción de un proyecto. A continuación se explica conceptos base de Kanban:

- **WIPL (Work in Progress Limit):** Limitar el trabajo en progreso asegura que el equipo mantendrá un ritmo de trabajo óptimo sin exceder su capacidad de trabajo, evitando la acumulación de tareas no terminadas, es decir evitar un cuello de botella en el proceso.
- **Feedback Loops:** Kanban establece ciclos cortos, que dan la posibilidad de obtener una rápida retroalimentación, analizando el progreso de las tareas y detectando de manera temprana si existe algún riesgo en las entregas continuas.

4.2 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

En la etapa de planificación del proyecto, se establece una base sólida para el desarrollo. Cada módulo del software se representará a través de historias de usuario, tal como se detalla en la Tabla 1.

| LISTA DE HISTORIAS DE USUARIO | | |
|-------------------------------|---|--|
| | HISTORIA DE USUARIO | CRITERIOS DE ACEPTACION |
| 1 | Tomar una fotografía con la cámara del celular y saber si es una planta medicinal. Tal que pueda reconocer si una planta es medicinal dentro del sistema ukuyqaq. | Al presionar el ícono de la cámara deberá pedir permisos de acceso (en caso de no tenerlos), entonces abrirá la cámara y si la planta se encuentra dentro de las del sistema ukuyqaq. Se mostrarán los detalles de la planta de la fotografía. |
| 2 | Poder ver un listado de plantas medicinales. Tal que, pueda ver las plantas medicinales del sistema ukuyqaq. | Mostrar un listado de las plantas medicinales dentro del sistema ukuyqaq. |

| | | |
|---|--|---|
| 3 | Ver el detalle de una planta. Tal que, pueda ver la información general de una planta medicinal. | Mostrar información de la planta nombre, detalles de uso y recetas que pueden prepararse con la planta. |
| 4 | Poder ver un listado de las recetas de las plantas medicinales. Tal que, pueda ver las preparaciones para poder ser aplicadas las plantas. | Mostrar un listado de las recetas de las plantas medicinales dentro del sistema ukuyapaq para que el usuario pueda ver cómo aplicar estas recetas. |
| 5 | Ver el detalle de una receta. Tal que, pueda ver la información sobre la preparación de la misma. | Mostrar información de la receta nombre, una descripción detallada de la preparación de la planta, listado de beneficios del consumo de la receta y el listado de plantas necesarias para la receta. |
| 6 | Cargar la imagen de una planta de la galería de imágenes. Tal que, pueda ser procesada para el reconocimiento de imagen. | Al presionar el ícono de la galería deberá pedir permisos de acceso (en caso de no tenerlos), entonces se abrirá la galería de imágenes del celular para poder seleccionar una imagen para ser procesada por la aplicación. |

Tabla 1. Historias de usuario y criterios de aceptación

Fuente: (Elaboración propia).

4.3 PRODUCT BACKLOG

Una vez que se obtuvo la lista de requerimientos, se procedió con la planificación del desarrollo del software, que incluyó la programación de entrenamientos de redes neuronales en iteraciones de 2 a 3 semanas.

Los requerimientos se desglosaron en tareas, como se detalla en la Tabla 2, independientemente de si eran funcionales o no funcionales, como se muestra en la tabla siguiente.

| # Tarea | Descripción | Duración |
|---------|---|----------|
| 0 | Platform: Agregar módulo de navegación | 3 días |
| 1 | DB: Cargar datos a la aplicación | 4 días |
| 2 | UI: listado de plantas | 2 días |
| 3 | UI: Tarjeta de planta para el listado | 1 día |
| 4 | UI: listado de recetas | 2 días |
| 5 | UI: Tarjeta de receta para el listado | 2 días |
| 6 | Módulo de acceso y permisos de cámara / Galería | 3 días |
| 7 | Capturar imagen con la cámara del celular | 1 días |

| | | |
|----|--|--------|
| 8 | Mostrar detalle de la planta | 2 días |
| 9 | Mostrar detalle de un receta | 2 días |
| 10 | Seleccionar imagen de la galería de imágenes del celular | 1 día |
| 11 | Aumento de Datos usando algoritmos | 3 días |
| 12 | Obtener dataset para re-entrenar el modelo | 4 días |
| 13 | Re-Entrenar, el modelo para clasificación de Plantas | 2 días |
| 14 | Exportar el modelo a formato comprimido tflittle | 1 dia |
| 15 | Agregar Módulo de Tensorflow | 7 días |
| 16 | Clasificar planta a partir de una imagen | 2 días |
| 17 | Enlazar resultado de Clasificación con receta de la planta | 2 dias |

Tabla 2. Tabla de tareas

Fuente: (Elaboración propia).

4.4 PROTOTIPOS DE LA APLICACIÓN

Los prototipos de la aplicación fueron desarrollados utilizando la herramienta Figma, en conformidad con el flujo y el alcance previamente establecidos. En las secciones siguientes, se presentarán detalladamente estos prototipos.

4.4.1 PROTOTIPO: LISTADO DE PLANTAS

En este prototipo, la aplicación cargará una lista de plantas que incluirá el nombre de la planta acompañado de una imagen de la misma, presentados dentro de una tarjeta, tal como se ilustra en la Figura 27.

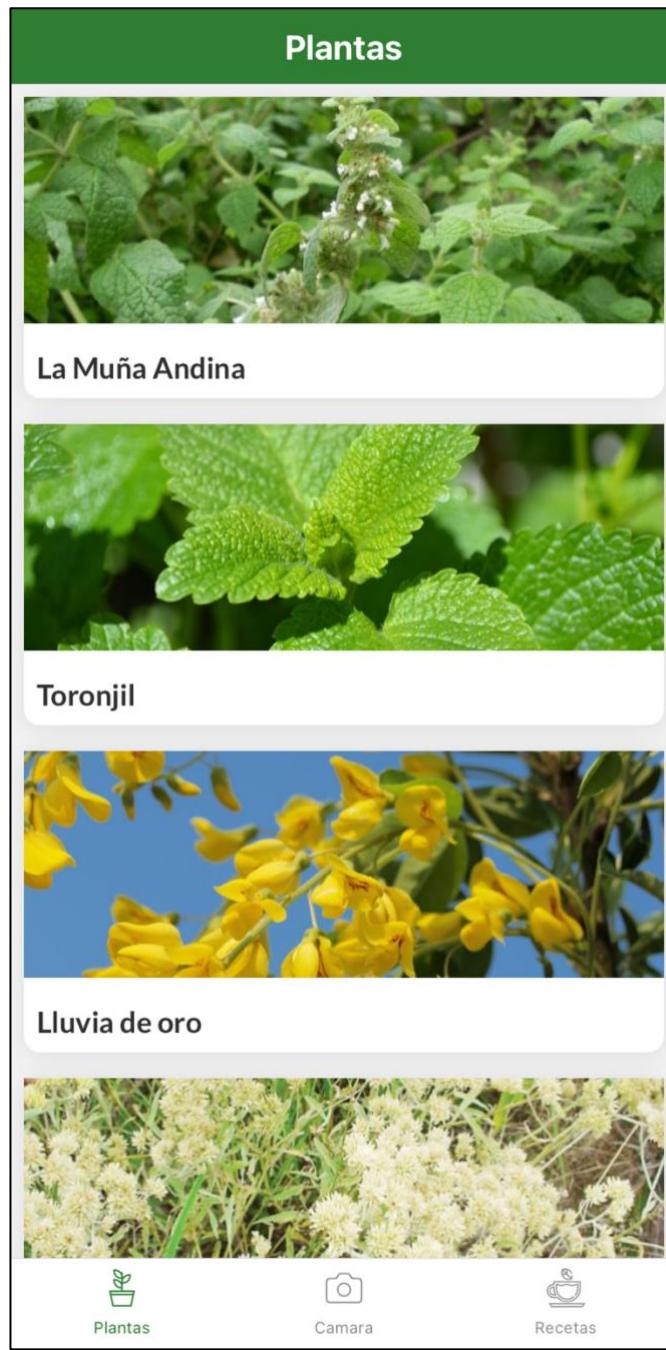


Figura 27. Listado de plantas
Fuente: Elaboración propia

4.4.2 PROTOTIPO: DETALLE DE UNA PLANTA

En este prototipo, se presenta el detalle de una planta medicinal que incluye el nombre de la planta, una imagen de la misma, sus propiedades, y una lista de recetas en las que puede ser utilizada para tratar problemas de salud específicos. Esta representación se muestra en la Figura 28.



Figura 28. Menú de información de una planta seleccionada
Fuente: Elaboración propia

4.4.3 PROTOTIPO: LISTA DE RECETAS

En este prototipo, se presenta una vista de lista de recetas, como se muestra en detalle en la Figura 29. Esta vista muestra la información en forma de tarjetas que incluyen el nombre de la receta y una imagen con uno de los ingredientes principales.

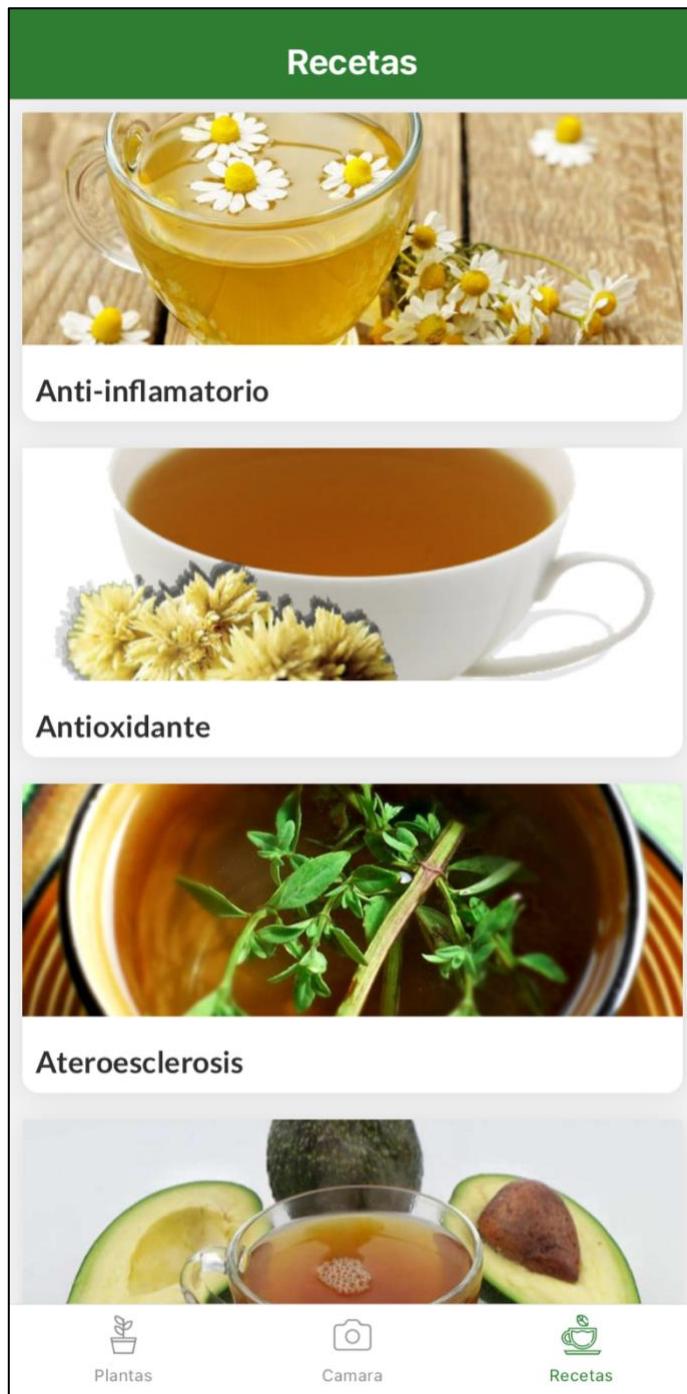


Figura 29. Recetas del sistema Tukuyapaq
Fuente: Elaboración propia.

4.4.4 PROTOTIPO: DETALLE DE RECETAS

En este prototipo, se presenta el detalle completo de una receta, como se muestra en la Figura 30. Este detalle incluye una imagen del preparado final, el nombre de la receta, detalles sobre la preparación y un listado de las plantas medicinales necesarias para la elaboración.

Anti-inflamatorio

Una inflamación es la respuesta automática del cuerpo ante un estímulo potencialmente dañino. Aunque por lo general, se percibe como algo desagradable, esta reacción protege al cuerpo de daños peores.

Para un litro de agua hervida agregar:

- 2 cucharadas de manzanilla (flores)
- 1 cuchara de palta (pepa rallada o en polvo)
- 1/2 cucharada de cáscara de mandarina
- Dejar reposar 5 minutos

Manzanilla elevan defensas >

planta de palta elevan defensas >

mandarina elevan defensas >

Plantas Camara Recetas

Figura 30. Detalle de una receta
Fuente: Elaboración propia

4.4.5 PROTOTIPO: RECONOCIMIENTO DE UNA PLANTA

En este prototipo, se implementa la funcionalidad de reconocimiento de plantas mediante el uso de la cámara o la selección de una imagen desde la galería de imágenes. Una vez seleccionada y recortada la imagen, la aplicación redirigirá al usuario al detalle más cercano relacionado con la planta que fue reconocida, como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Selección Multimedia
Fuente: Elaboración propia

4.4.6 PROTOTIPO: RECONOCIMIENTO USO DE LA CÁMARA

En este prototipo, se presenta la funcionalidad de reconocimiento de plantas mediante el uso de la cámara. Una vez que el usuario captura la fotografía y recorta la imagen, la aplicación redirigirá al usuario al detalle más cercano relacionado con la planta que ha sido reconocida, tal como se muestra en la Figura 32.



Figura 32. Cámara del celular para reconocimiento
Fuente: Elaboración propia.

4.4.7 PROTOTIPO: INFORMACIÓN DEL SISTEMA TUKUYPÁQ

En este prototipo, la vista de Información del sistema Tukuyapaq presenta un resumen de los beneficios que se pueden obtener siguiendo las recetas, recomendaciones y proporciona información de contacto del autor del sistema, tal como se muestra en la Figura 33.

EL SISTEMA TUKUYPAQ

EL SISTEMA TUKUYPAQ

escogemos 12 plantas medicinales cuyas propiedades medicinales satisfacen las demandas del organismo vivo ya que son:

- Anti-inflamatorio
- Antioxidante
- Ateroesclerosis
- Artritis
- Cirrosis
- Cistitis
- Colesterol
- Diabetes
- Gastritis
- Fiebre
- Hipertensión
- Menopausia
- Obesidad
- Inflamación de Próstata
- Reumatismo

Se dice TUKUYPAQ por cuanto el objetivo es resolver múltiples problemas de salud y también curar a todas las personas de cualquier edad.

Las recetas que proponemos, son combinaciones adecuadas, que equilibran el aparato digestivo, el sistema nervioso, limpian la sangre y elevan las defensas. Además, estos preparados se potencian con el agregado de plantas enteogenas y plantas "dinosaurio", con el propósito de lograr mejores resultados tanto en la prevención y el tratamiento de las enfermedades mencionados en el presente manual.

Sabemos que, solo tomar plantas medicinales no resolverán de ninguna manera todos los problemas de

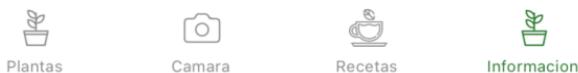


Figura 33. Vista de información sobre sistema Tukuyqaq

Fuente: Elaboración propia

4.5 DESARROLLO DE LA APLICACIÓN

Para el desarrollo de la aplicación se dividen en un par de módulos separados comenzando por módulo de base de datos, módulo de desarrollo móvil enfocado en android y módulo de machine learning.

4.5.1 ESTRUCTURA DE LOS DATOS

La estructura de los datos se almacena en SQL y se gestiona dentro del dispositivo móvil; se utiliza SQLite como sistema gestor de base de datos debido a su capacidad para ocupar un espacio reducido dentro de la aplicación. En la Figura 34, se muestra el diagrama de la base de datos que la aplicación almacenará.

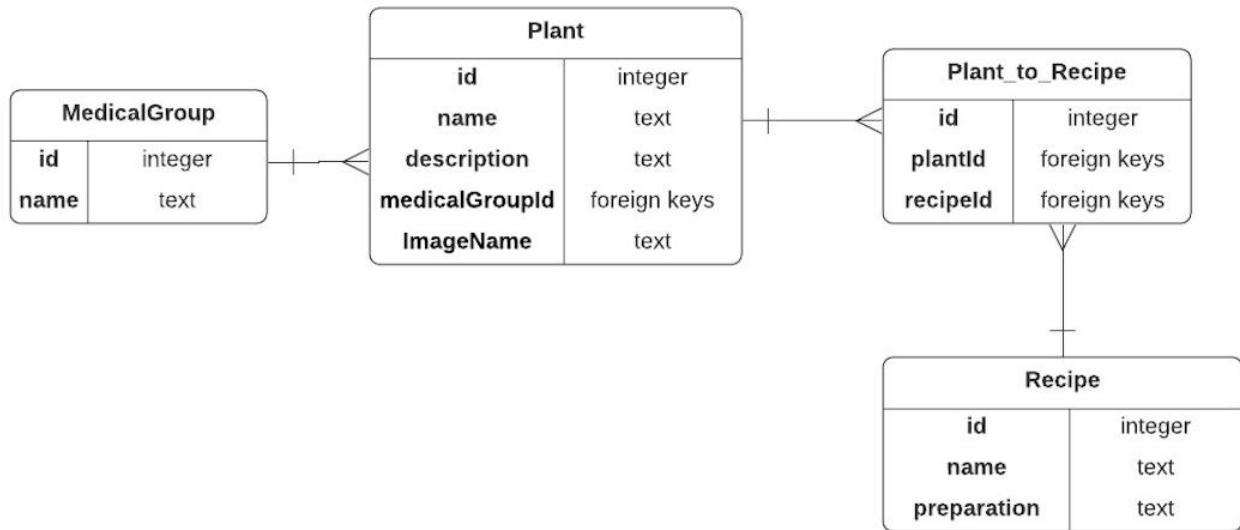


Figura 34. Diagrama de base de datos

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 3 se muestra la estructura de las plantas medicinales dentro del sistema Tukuypaq.

| Atributo | Tipo Valor | Descripción |
|--------------|------------|---|
| Id | integer | El identificador de la planta. |
| Name | Text | El nombre de la planta. |
| Description | Text | Es la descripción de la planta, para saber donde crece y que beneficios da su preparación |
| medicalGroup | integer | El id que corresponde al grupo médico. |
| imageName | Text | El nombre de la imagen dentro de los assets de la aplicación móvil |

Tabla 3. Estructura y descripción de la tabla de plantas

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 se muestra la estructura del grupo medico dentro del sistema Tukuypaq.

| Atributo | Tipo Valor | Descripción |
|----------|------------|--|
| Id | integer | El identificador del grupo médico. |
| name | Text | El nombre corresponde al grupo médico. |

Tabla 4. Estructura y descripción de la tabla del grupo médico

Fuente: (Elaboración propia)

En la Tabla 5 es correspondiente a las recetas que se obtienen de las plantas medicinales. En la cual se tiene el nombre y la preparación de la misma.

| Atributo | Tipo Valor | Descripción |
|-------------|------------|--|
| Id | integer | El identificador de la receta. |
| name | Text | El nombre corresponde al grupo médico. |
| preparation | Text | Son los detalles de la preparación de las plantas almacenadas como texto con el formato de markdown para mostrar en un formato simple el detalle resaltando y dando el aspecto de un documento o libro de recetas. |

Tabla 5. Estructura y descripción de la tabla "Receta"

Fuente: Elaboración propia.

Para la Tabla 6 de Plant_to_Recipe es la tabla de relación para asociar a las plantas con las recetas, caso que se puede obtener datos importantes como qué recetas se pueden preparar con la planta correspondiente y que planta(s) se necesitan para una receta.

| Atributo | Tipo Valor | Descripción |
|----------|------------|------------------------------------|
| Id | integer | El identificador de cada elemento. |
| plantId | integer | El identificador de la planta. |
| recipId | integer | El identificador de la receta. |

Tabla 6. Estructura y descripción de la tabla Plant_to_Recipe

Fuente: Elaboración propia

4.5.2 MÓDULO DE BASE DE DATOS SQLITE

En la conexión de la aplicación móvil con la base de datos SQLite, se ha empleado la librería "react-native-sqlite-storage" en su versión 5.0.0, la cual ha sido optimizada para facilitar la conexión de React Native con SQLite de forma nativa.

Para utilizar esta librería, se requiere la importación y asignación de las configuraciones del archivo SQLite almacenado en el dispositivo móvil. Las configuraciones implementadas en el proyecto pueden apreciarse en la Figura 35.

```

import {createTables, inserts, dropTables} from '../query/createTable';
const database_name = 'tuquypac.db';
const database_version = '1.0';
const database_displayname = 'SQLite Test Database';
const database_size = 200000;

irvin373, 23 days ago | 1 author (irvin373)
class Database {
  db: any = null;
  constructor () {
    this.db = openDatabase(
      database_name,
      database_version,
      database_displayname,
      database_size,
      () => { console.log('OPEN database'); },
      (error: string) => { console.log('Error database', error); },
    )
  }
}

```

Figura 35. Fragmento de código para conexión de base de datos con la aplicación

Fuente: Elaboración propia

Las consultas de base de datos se obtienen mediante la función "getQuery<T>" de la clase, donde "T" representa el tipo de dato que se obtiene como resultado de la consulta SQL. Esta función toma como parámetro una consulta denominada "query" para recuperar los datos, como se ilustra en la Figura 36.

```

getQuery<T>(query: string): Promise<T[]> {
  return new Promise((resolve, reject) => {
    this.db?.transaction((txn: Transaction) => {
      txn.executeSql(query, [], (tx: Transaction, res: ResultSet) => {
        resolve(res.rows.raw());
      }, (e) => {
        console.log(e);
        reject(e);
      })
    },
    (e) => {
      console.log(e);
      reject(e);
    });
  });
}

```

Figura 36. Fragmento de código para la consulta de datos con SQLite

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3 MÓDULO DE MACHINE LEARNING CON TENSORFLOW

Para hacer posible la clasificación de una planta dentro del mismo celular se integra un modelo entrenado previamente con Tensorflow; una vez optimizado para el celular usando el formato de Tensorflow lite. Con el modelo ya entrenado, se usa la librería "tflite-react-native" para usar el modelo con el dispositivo móvil.

En la Figura 37 se puede observar el proceso de clasificación que consta de a partir de una imagen de la cámara o galería del dispositivo celular, se procede a redimensionar la imagen para coincidir con las entradas de la red neuronal a 224px x 224px. entonces la librería de Tensorflow lite se encarga de cargar el modelo y procesar la imagen para dar el retorno de la clasificación.

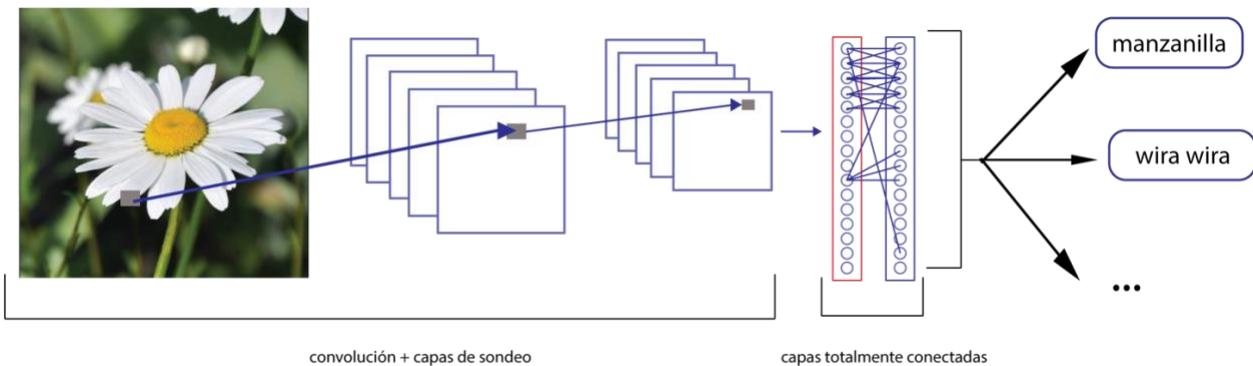


Figura 37. Proceso de Convolución de la red Neuronal Convolucional
Fuente: Elaboración propia, 2021.

CAPÍTULO 5 ENTRENAMIENTO DEL MODELO

Para el re-entrenamiento del modelo, se emplea Python como lenguaje principal, TensorFlow como plataforma para el entrenamiento del modelo y ImageNet como modelo base para el reconocimiento de las plantas medicinales en Tukuyapaq.

5.1 AUMENTO DE DATOS

Para lograr una mayor diversidad en los datos, resulta crucial contar con imágenes de diferentes tamaños, iluminaciones y posiciones. Esto contribuye a mejorar el modelo y reducir el porcentaje de error en la clasificación.

Se ha empleado la librería Augmentor de Python para generar nuevos datos a partir de los existentes, con el objetivo de enriquecer el conjunto de datos de entrenamiento, como se ilustra en la Figura 38. Un fragmento de código se utiliza para crear nuevas imágenes mediante técnicas como rotación, zoom, variaciones de posición, distorsión y volteo de imágenes, lo que sirve como base para la generación de datos adicionales en el proceso de entrenamiento.

```
import Augmentor
p = Augmentor.Pipeline("./plantss")

p.rotate(probability=1, max_left_rotation=5, max_right_rotation=5)
p.flip_left_right(probability=0.5)
p.zoom_random(probability=0.5, percentage_area=0.8)
p.flip_top_bottom(probability=0.5)
p.random_distortion(probability=1, grid_width=4, grid_height=4, magnitude=8)
p.flip_left_right(probability=0.5)
p.flip_top_bottom(probability=0.5)

p.rotate90(probability=0.5)
p.rotate270(probability=0.5)
p.crop_random(probability=1, percentage_area=0.5)

p.sample(300)
```

Figura 38. Fragmento de código de aumento de datos
Fuente: Elaboración propia.

5.2 CONFIGURACIÓN DEL MODELO

En la Figura 39, se presentan las configuraciones iniciales para el entrenamiento del modelo, que incluyen detalles como el tamaño de las imágenes, el número de lotes de imágenes para el entrenamiento y la elección del modelo base, en este caso, MobileNetV2, junto con las configuraciones de resolución de imágenes.

```

IMAGE_SIZE = 224
BATCH_SIZE = 64

datagen = tf.keras.preprocessing.image.ImageDataGenerator(
    rescale=1./255,
    validation_split=0.2)

train_generator = datagen.flow_from_directory(
    base_dir,
    target_size=(IMAGE_SIZE, IMAGE_SIZE),
    batch_size=BATCH_SIZE,
    subset='training')

val_generator = datagen.flow_from_directory(
    base_dir,
    target_size=(IMAGE_SIZE, IMAGE_SIZE),
    batch_size=BATCH_SIZE,
    subset='validation')

IMG_SHAPE = (IMAGE_SIZE, IMAGE_SIZE, 3)

# Create the base model from the pre-trained model MobileNet V2
base_model = tf.keras.applications.MobileNetV2(input_shape=IMG_SHAPE,
                                                include_top=False,
                                                weights='imagenet')

```

Figura 39. Fragmento de código de la preparación del entrenamiento
Fuente: Elaboración propia.

5.3 FUNCIONES DE ACTIVACIÓN

Después de haber configurado el modelo base, se procede a preparar los parámetros del nuevo modelo, definiendo las funciones de activación tanto para las capas de salida como para las capas ocultas. Luego, se compila el modelo y se establece la función de pérdida que se utilizará para evaluar el proceso de entrenamiento, como se muestra en la Figura 40.

```

model = tf.keras.Sequential([
    base_model,
    tf.keras.layers.Conv2D(32, 3, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.GlobalAveragePooling2D(),
    tf.keras.layers.Dense(5, activation='softmax')
])
# compile the model
model.compile(optimizer=tf.keras.optimizers.Adam(),
              loss='categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

```

Figura 40. Fragmento de código para el entrenamiento
Fuente: Elaboración propia.

5.4 ENTRENAMIENTO DEL MODELO

Después de haber configurado y compilado el modelo, el último paso consiste en entrenarlo utilizando los datos relacionados con las plantas medicinales. El modelo se entrena a lo largo de aproximadamente 10 iteraciones, como se ilustra en la Figura 41. Cabe destacar que, durante este proceso de entrenamiento, se ha logrado alcanzar una precisión del modelo de 0.81, lo que demuestra su capacidad para reconocer con eficacia las plantas en cuestión.

```
▶ epochs = 10

history = model.fit(train_generator,
                     steps_per_epoch=len(train_generator),
                     epochs=epochs,
                     validation_data=val_generator,
                     validation_steps=len(val_generator))

Epoch 1/10
60/60 [=====] - ETA: 0s - loss: 1.9774 - accuracy: 0.3998/usr/local/lib/python3.7/dist-packages/
    warnings.warn(str(msg))
60/60 [=====] - 204s 3s/step - loss: 1.9681 - accuracy: 0.4017 - val_loss: 1.1279 - val_accuracy
Epoch 2/10
60/60 [=====] - 207s 3s/step - loss: 0.7083 - accuracy: 0.7460 - val_loss: 0.8226 - val_accuracy
Epoch 3/10
60/60 [=====] - 201s 3s/step - loss: 0.4090 - accuracy: 0.8617 - val_loss: 0.8185 - val_accuracy
Epoch 4/10
60/60 [=====] - 201s 3s/step - loss: 0.2887 - accuracy: 0.9058 - val_loss: 0.8768 - val_accuracy
Epoch 5/10
60/60 [=====] - 209s 3s/step - loss: 0.1937 - accuracy: 0.9416 - val_loss: 1.0847 - val_accuracy
Epoch 6/10
60/60 [=====] - 201s 3s/step - loss: 0.1519 - accuracy: 0.9552 - val_loss: 0.9176 - val_accuracy
Epoch 7/10
60/60 [=====] - 202s 3s/step - loss: 0.0887 - accuracy: 0.9787 - val_loss: 1.0436 - val_accuracy
Epoch 8/10
60/60 [=====] - 201s 3s/step - loss: 0.0688 - accuracy: 0.9865 - val_loss: 0.9666 - val_accuracy
Epoch 9/10
60/60 [=====] - 201s 3s/step - loss: 0.0540 - accuracy: 0.9905 - val_loss: 0.9824 - val_accuracy
Epoch 10/10
60/60 [=====] - 202s 3s/step - loss: 0.0482 - accuracy: 0.9917 - val_loss: 1.1227 - val_accuracy
```

Figura 41. Entrenamiento de la red neuronal
Fuente: Elaboración propia

5.5 EXPORTACIÓN DEL MODELO

Una vez que se ha completado el proceso de entrenamiento, se procede a guardar y exportar dos archivos en el formato TFLite, como se muestra en la Figura 42. Estos archivos incluyen el grafo resultante del entrenamiento y un archivo de texto que contiene las etiquetas necesarias para su uso en la aplicación.

```
saved_model_dir = 'save/fine_tuning'
tf.saved_model.save(model, saved_model_dir)

converter = tf.lite.TFLiteConverter.from_saved_model(saved_model_dir)
tflite_model = converter.convert()

with open('model.tflite', 'wb') as f:
    f.write(tflite_model)
```

Figura 42. Fragmento de código para el guardado del modelo
Fuente: Elaboración propia

5.6 MODELOS

Se aplicaron diversas técnicas para cada modelo, y los atributos más destacados que diferenciaron a estos modelos se describen en la Tabla 7. Estas técnicas contribuyeron significativamente a mejorar la precisión de cada modelo. Para calcular el valor de precisión, la librería TensorFlow emplea el algoritmo de Cross Validation.

| # Versión del Modelo | Precisión | Nota de cambios |
|----------------------|-----------|--|
| 1 | 0.7881 | Fotografías de plantas para el modelo. |
| 2 | 0.7534 | Usar augmentor en las imágenes de las plantas para tener más datos de entrenamiento. |
| 3 | 0.7919 | Reducir fotografías similares para evitar sobre entrenamiento. |
| 4 | 0.7851 | Distribuir una neurona entre la planta y/o el fruto, logrando obtener un mejor resultado en el modelo, |
| 5 | 0.8121 | Limpieza de datos para tener un resultado más cercano. |

Tabla 7. Tabla de precisión en versiones de modelos

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

Al concluir el proyecto, se derivan las siguientes conclusiones:

- Entrenar una modelo para hacer el reconocimiento de 12 plantas dentro del sistema tukuyqaq: La etapa fundamental del proyecto consistió en desarrollar un modelo matemático capaz de reconocer las 12 plantas presentes en el sistema Tukuyqaq. Después de múltiples iteraciones, se logró obtener un modelo con una precisión superior al 80% en el reconocimiento de estas plantas.
- Reconocer una planta mediante el uso de redes neuronales convolucionales: Para lograr el reconocimiento de plantas, se implementó la librería TensorFlow, integrándola con el modelo matemático. Esto permitió el reconocimiento de plantas dentro del sistema, incluso sin conexión a Internet una vez que la aplicación móvil se había descargado, lo que aprovecha el procesamiento interno de dispositivos móviles.
- Mostrar la información de cada planta como el nombre común, científico, los usos de la planta y como se llega a utilizar: Tras reconocer una planta, la aplicación muestra información detallada que incluye el nombre común, el nombre científico, los usos y la forma de utilizar la planta. Esta información se obtiene de manera dinámica desde una base de datos y se presenta en una vista de la aplicación.

Estas conclusiones destacan los logros clave alcanzados en el proyecto, que incluyen el entrenamiento exitoso del modelo, el reconocimiento de plantas mediante redes neuronales convolucionales y la presentación de información relevante sobre las plantas reconocidas en la aplicación.

6.1.1 CONCLUSION GENERAL

El proyecto ha demostrado que es factible utilizar las librerías de TensorFlow de manera local en dispositivos móviles, eliminando la necesidad de conexión a Internet.

La implementación del sistema Tukuyqaq y su conjunto de recetas ha facilitado el acceso a información valiosa sobre plantas medicinales, sus propiedades y sus beneficios para la salud a través de la aplicación. Este proyecto contribuye a la concienciación sobre las plantas nativas y su importancia para la salud de las personas.

Sin embargo, se encontraron limitaciones durante el proyecto, como el desafío de diferenciar plantas muy similares, como la hierbabuena y la menta, que comparten similitudes en color y forma, lo que dificulta su reconocimiento.

6.2 RECOMENDACIONES

Al concluir el proyecto, se han identificado recomendaciones tanto para trabajos futuros como para mejorar la precisión del modelo durante el desarrollo del proyecto:

- Requisitos Mínimos del Dispositivo: Se recomienda que la versión mínima para ejecutar la aplicación sea Android 8, con al menos 1GB de RAM y 32GB de memoria en el dispositivo base. Esto garantizará un rendimiento óptimo de la aplicación en dispositivos móviles.
- Uso de Algoritmos de generación de imágenes: Se ha observado que el uso de argumentos ha contribuido significativamente a la generación de nuevas imágenes, lo que a su vez ha mejorado la precisión del modelo. Este enfoque debe seguir siendo considerado en futuros desarrollos.
- Distribución de Neuronas: Se sugiere explorar la posibilidad de distribuir una neurona entre la planta y/o el fruto, ya que esto podría conducir a una mejora en el rendimiento del modelo y su capacidad de reconocimiento.
- Código Nativo vs. Código Híbrido: Se ha comprobado que el uso de código nativo en la aplicación mejora significativamente los tiempos de carga en comparación con el uso de código híbrido, como TensorFlow.js. Esta práctica puede ser útil en futuros proyectos para optimizar el rendimiento de la aplicación.

Estas recomendaciones se basan en las lecciones aprendidas durante el proyecto y tienen como objetivo mejorar la eficiencia y el rendimiento de futuros desarrollos relacionados con la aplicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Geron A., (2018). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras & Tensorflow. Editorial O'reilly, primera edición.
- Prado C. (2018). Manual de la farmacia herbolaria familiar "TUKUYPAQ", primera edicion.
- Giancarlo Zacccone., (2016) Getting Started with TensorFlow 1st Edición.. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. (2016). Deep Learning. Editorial MIT Press, primera edición.
- Haykin S. (2008). Neural networks and learning machines. Editorial Pearson Prentice Hall, tercera edición.
- Nwankpa C., Ijomah W., Gachagan A., Marshall S. (2018). Activation functions: comparison of trends in practice and research for deep learning.
- Plantas Medicinales Para la Atención Primaria de la Salud; El Conocimiento de Ocho Médicos Tradicionales de Apillapampa (Bolivia). (2003). Primera edición.
- Vandebroek I., Thomas E., y asociación de médicos tradicionales de Capinota (2003). Plantas medicinales para la atención primaria de la salud: el conocimiento de 8 médicos tradicionales en Zacccone G. (2016). Getting started with tensorflow. Editorial Packt, primera edición.
- Neural Networks and Deep Learning. (2020). <http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>.
- Tensorflow. (2020). <https://www.tensorflow.org>.
- Facebook. (2020). <https://facebook.github.io/react-native/>
- Medicina Intercultural. (2020). <http://medicinaintercultural.org/>.
- Google. (2020). <https://research.google.com/colaboratory/faq.html>
- Github. (2020). https://github.com/tensorflow/models/blob/master/research/slim/nets/mobilenet_v1.md
- Viaorganica. (2019). <https://viaorganica.org/manzanilla-como-crecer-esta-planta-medicinal-en-casa>
- Peru Info. (2021). <https://peru.info/Portals/0/Images/Productos/6/233-imagen-16272516102020.jpg>
- Revista fama. (2019). <https://www.revistafama.com/salud-y-belleza/usos-y-propiedades-de-la-hierbabuena>
- Remedios Naturales. (2021). <https://www.remedios-naturales.org/toronjil>
- Jardineriaon. (2019). <https://www.jardineriaon.com/plantas-lavanda.html>
- Pixnio. (2021). <https://pixnio.com/free-images/2018/11/13/2018-11-13-15-27-08-1200x900.jpg>
- Wikiplanta. (2021). <https://wikiplanta.org/uploads/images/gallery/2020-07/Diente-de-leon-2.jpg>
- Ecocosas. (2021). <https://ecocosas.com/plantas-medicinales/ortiga>
- Wikimedia. (2021). https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Yellow_elder.jpg
- Eol. (2021). <https://eol.org/media/6799459>
- Neyuma. (2021). <https://wwwNEYUMA.com/wp-content/uploads/2016/06/jengibre.jpg>
- Gardening know how. (2021). <https://www.gardeningknowhow.com/wp-content/uploads/2012/06/Avadaco-Plant-690x518.jpg>

ANEXOS

ANEXO A: MANUAL DE INSTALACIÓN

A.1 HABILITAR FUENTES DESCONOCIDAS EN ANDROID

Para ejecutar la aplicación, es esencial contar con el archivo apk del instalador. Una vez descargado en el dispositivo móvil, surgirá una alerta para permitirnos instalar aplicaciones de fuentes desconocidas como se ilustra en la Figura A.1., a continuación, debe seleccionarse la opción “configuraciones” para seguir con el proceso.

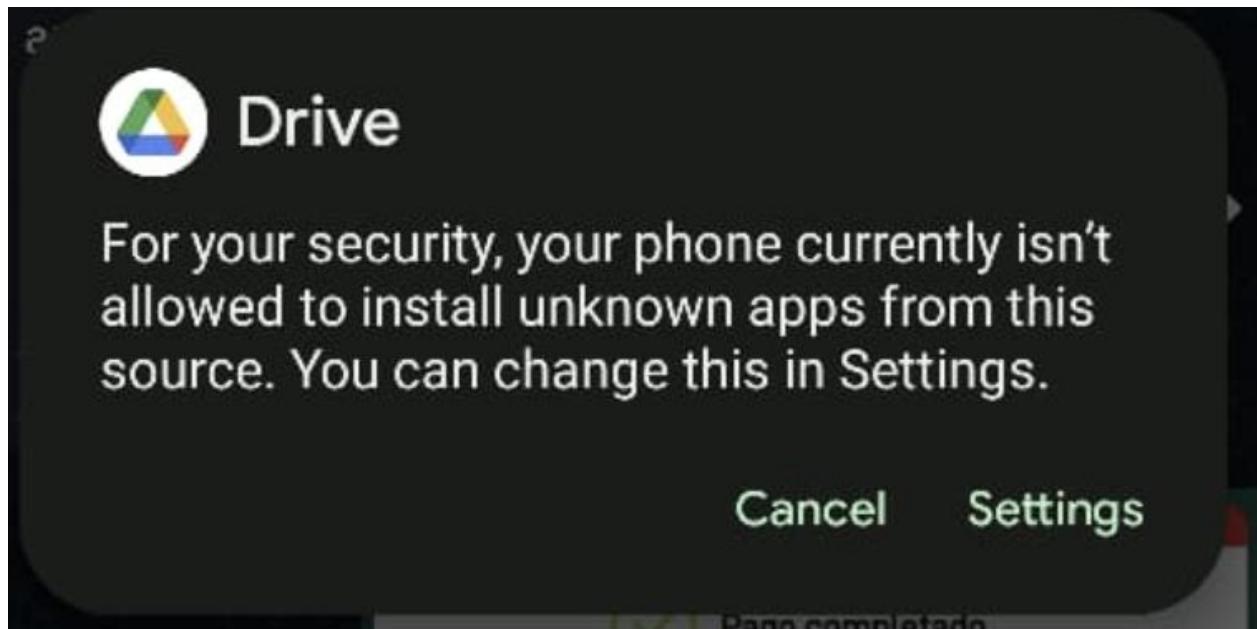


Figura A.1 Alerta de instalación para aplicaciones desconocidas.
Fuente: Elaboración propia

Luego, se abrirá una pantalla que permite la instalación de aplicaciones desconocidas, como se muestra en la Figura A.2. Una vez marcada la opción "Permitir desde esta fuente", comenzará la instalación en el dispositivo móvil.



Install unknown apps



Drive

2.22.457.2.all.alldpi

Allow from this source



Your phone and personal data are more vulnerable to attack by unknown apps. By installing apps from this source, you agree that you are responsible for any damage to your phone or loss of data that may result from their use.

Figura A.2 Pantalla de configuraciones
Fuente: Elaboración propia

A.2 INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN EN ANDROID

Ya habilitada la opción que permite instalar aplicaciones desde fuentes desconocidas, surgirá una alerta para la instalación de la aplicación como se puede observar en la Figura A.3.

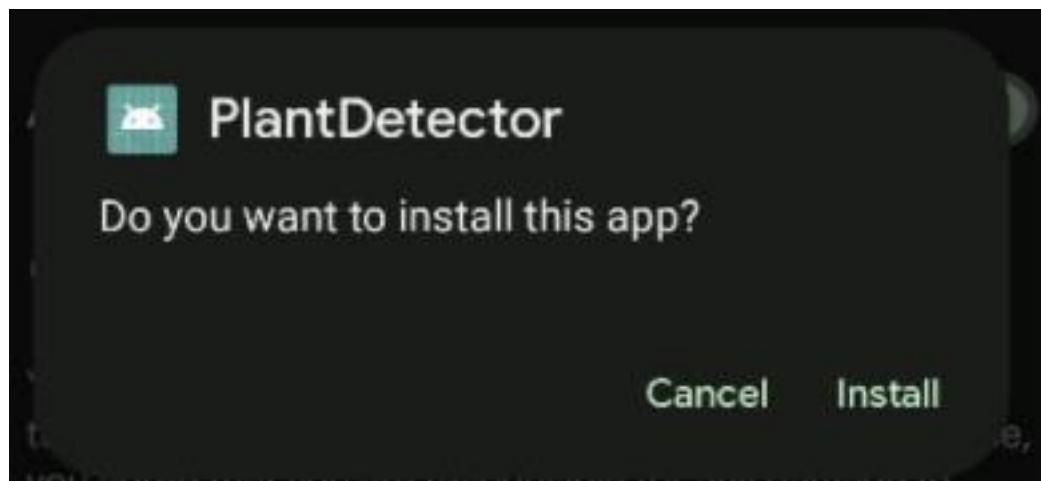


Figura A.3 Alerta de instalación
Fuente: Elaboración propia

Una vez finalizada la instalación, aparecerá una alerta que permitirá abrir la aplicación, como se muestra en la Figura A.4. En este momento, la aplicación estará disponible para su uso en el dispositivo móvil.

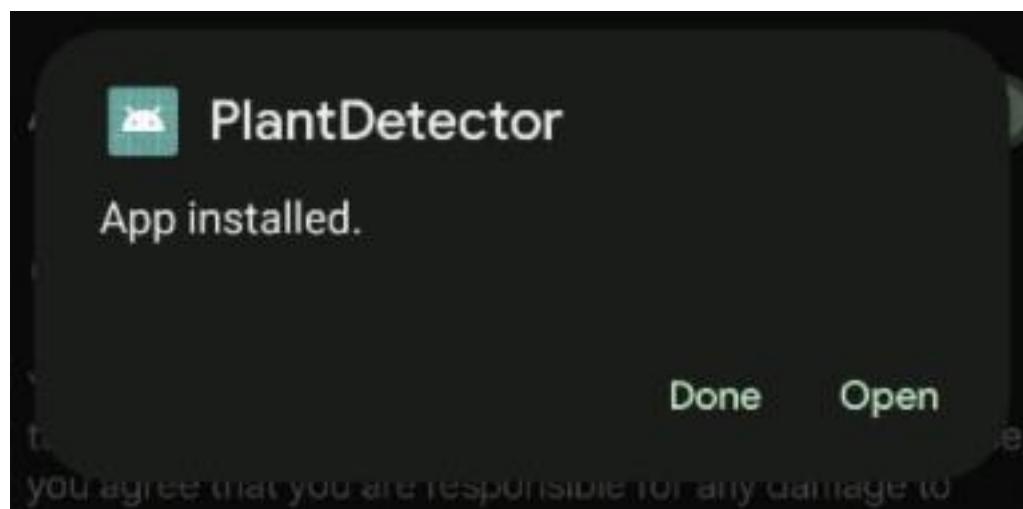


Figura A.4 Confirmación de instalación de la aplicación
Fuente: Elaboración propia

ANEXO B: MANUAL DE USUARIO

B.1. INFORMACIÓN DE LA PLANTA

Al iniciar la aplicación, salta a primera vista un listado de plantas disponible en la base de datos como se ilustra en la Figura B.1.; acto seguido, se procede a seleccionar una de las mismas presente en el sistema para desglosar la información detallada de la planta, esto incluye: sus propiedades medicinales, una lista de recetas en las que puede ser empleada y las partes utilizadas en ella así como se aprecia en la Figura B.2.

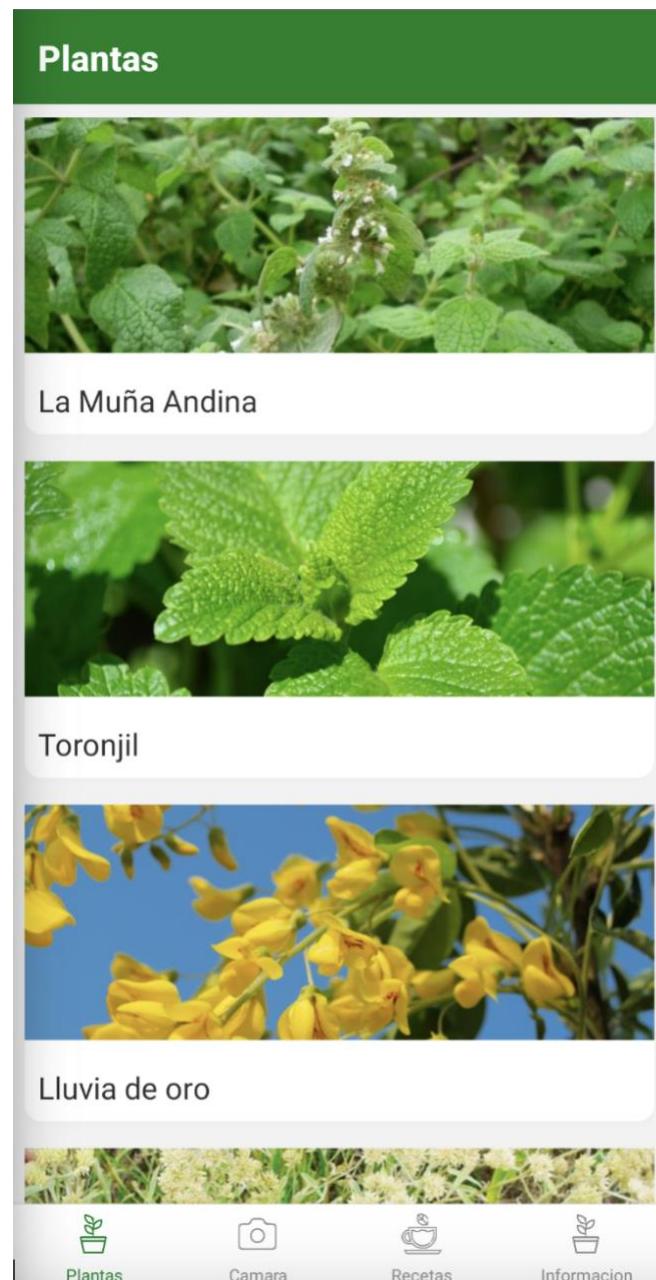


Figura B.1 Listado de Plantas
Fuente: Elaboración propia

The image shows a smartphone screen displaying information about the plant Lemon Balm (Toronjil). The screen has a green header bar with a back arrow icon and the text "Toronjil". Below the header is a large, close-up photograph of the green, serrated leaves of the plant. Underneath the image, the word "PROPIEDADES" is bolded, followed by a bulleted list of its properties. Below this, the text "PARTES QUE SE USAN: Flores, hojas, tallos" is bolded. At the bottom of the screen, there is a navigation bar with icons for "Plantas" (a plant icon), "Camara" (a camera icon), "Recetas" (a cup icon), and "Informacion" (a potted plant icon). There is also a small image of a bowl of orange powder and a spoon next to it.

11:44

←

Toronjil

PROPIEDADES

- acción sedante
- Insomnio
- anti estrés
- cardiopatias de tipo nervioso
- Carminativa
- resfriados y gripe
- herpes labial (herpes simplex Antiemético)
- Antiséptica
- Digestiva
- Espasmos uterinos

PARTES QUE SE USAN: Flores, hojas, tallos

Colesterol >

Plantas Camara Recetas Informacion

Figura B.2 Información de una planta
Fuente: Elaboración propia

B.2. INSTRUCCIONES DE UNA RECETA

Al momento de abrir la aplicación y seleccionar la pestaña de "Recetas", se mostrará un listado de las mismas cuyo título es indicativo del uso particular que posee, así como se puede apreciar en la Figura B.3. Al presionar en la imagen de una receta, se revelará información adicional como los beneficios de esta y sus pasos de preparación, al igual que la lista de plantas necesarias tal y como se muestra en la Figura B.4.

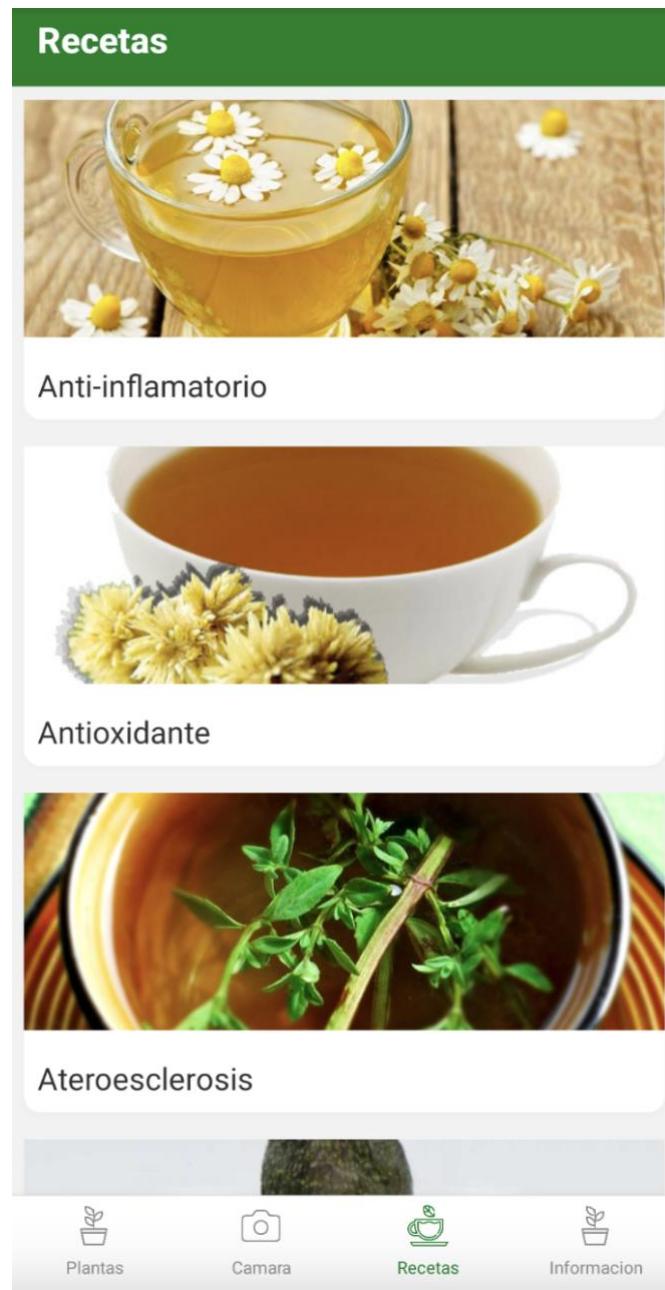
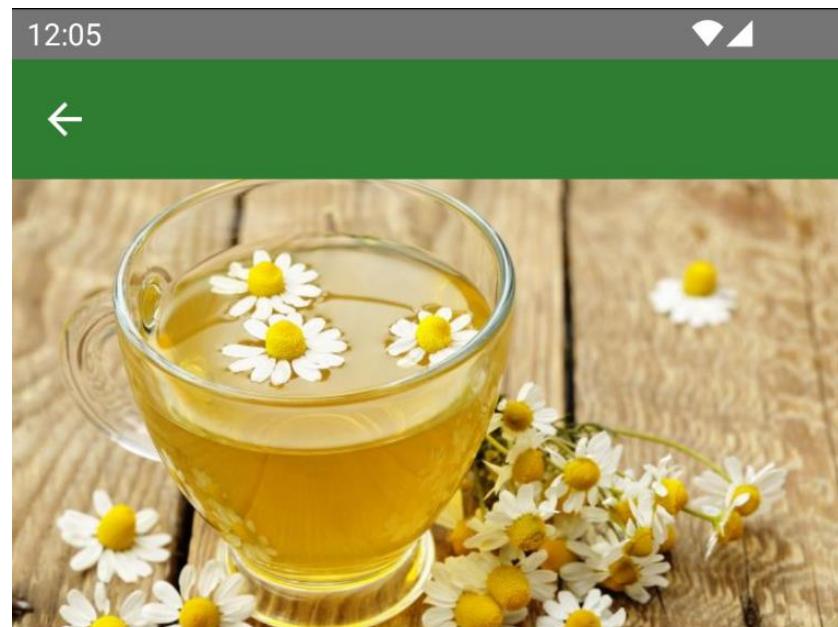


Figura B.3 Listado de Recetas
Fuente: Elaboración propia



Anti-inflamatorio

Una inflamación es la respuesta automática del cuerpo ante un estímulo potencialmente dañino. Aunque por lo general, se percibe como algo desagradable, esta reacción protege al cuerpo de daños peores.

Las inflamaciones se pueden dividir en 2 tipos: internas y externas.

Las inflamaciones internas no son fáciles de percibir pero con ayuda del laboratorio u otra forma de diagnóstico se puede ubicar y asegurar el daño.

Uso Interno

La inflamación externa en el cuerpo siempre presenta cuatro síntomas típicos: Enrojecimiento, Hinchazón, Sensibilidad al dolor, Calor



Figura B.4 Información de una Receta
Fuente: Elaboración propia

B.3. RECONOCIMIENTO DE UNA PLANTA MEDIANTE CÁMARA

Al seleccionar la pestaña de “cámara” en la aplicación, se solicitará una confirmación de permisos para hacer uso de la misma así como se muestra en la Figura B.5. Una vez otorgados los permisos, esta se abrirá permitiéndonos capturar la imagen que deseamos; ya tomada la foto, se abrirá una pantalla de recorte de imagen que se utiliza para el reconocimiento de la planta tal como se muestra en la Figura B.6. Ya completado el reconocimiento, la aplicación redirige al usuario a la información detallada de la planta correspondiente.

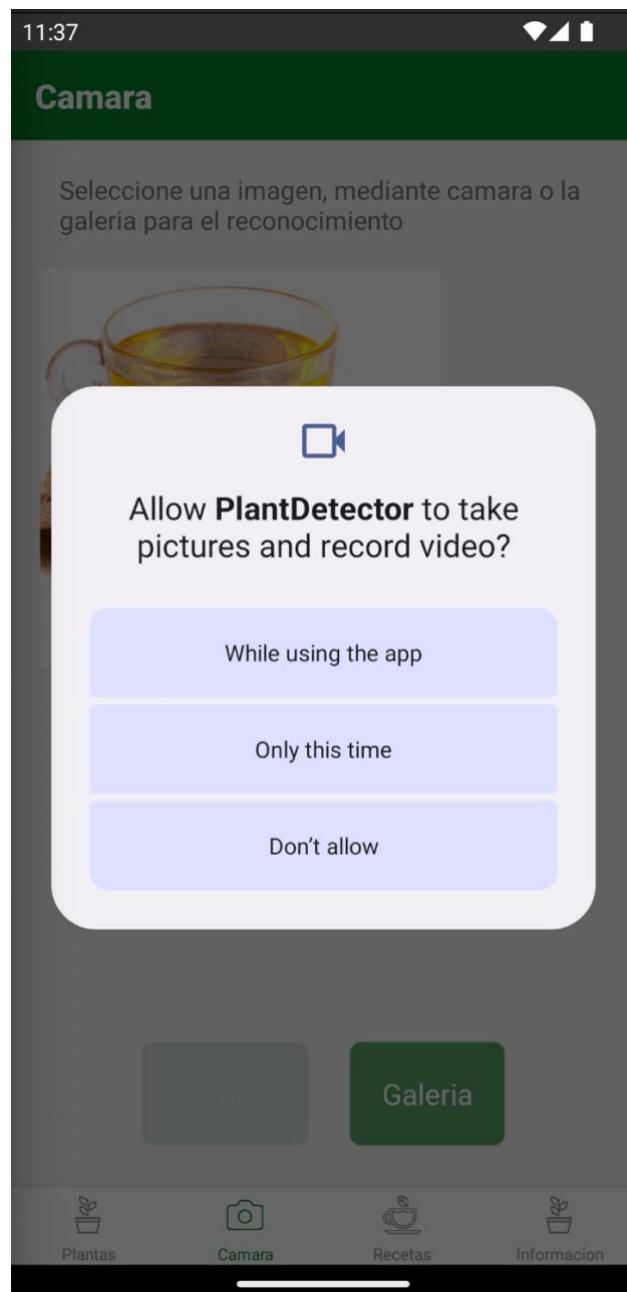


Figura B.5 Información de una Receta
Fuente: Elaboración propia

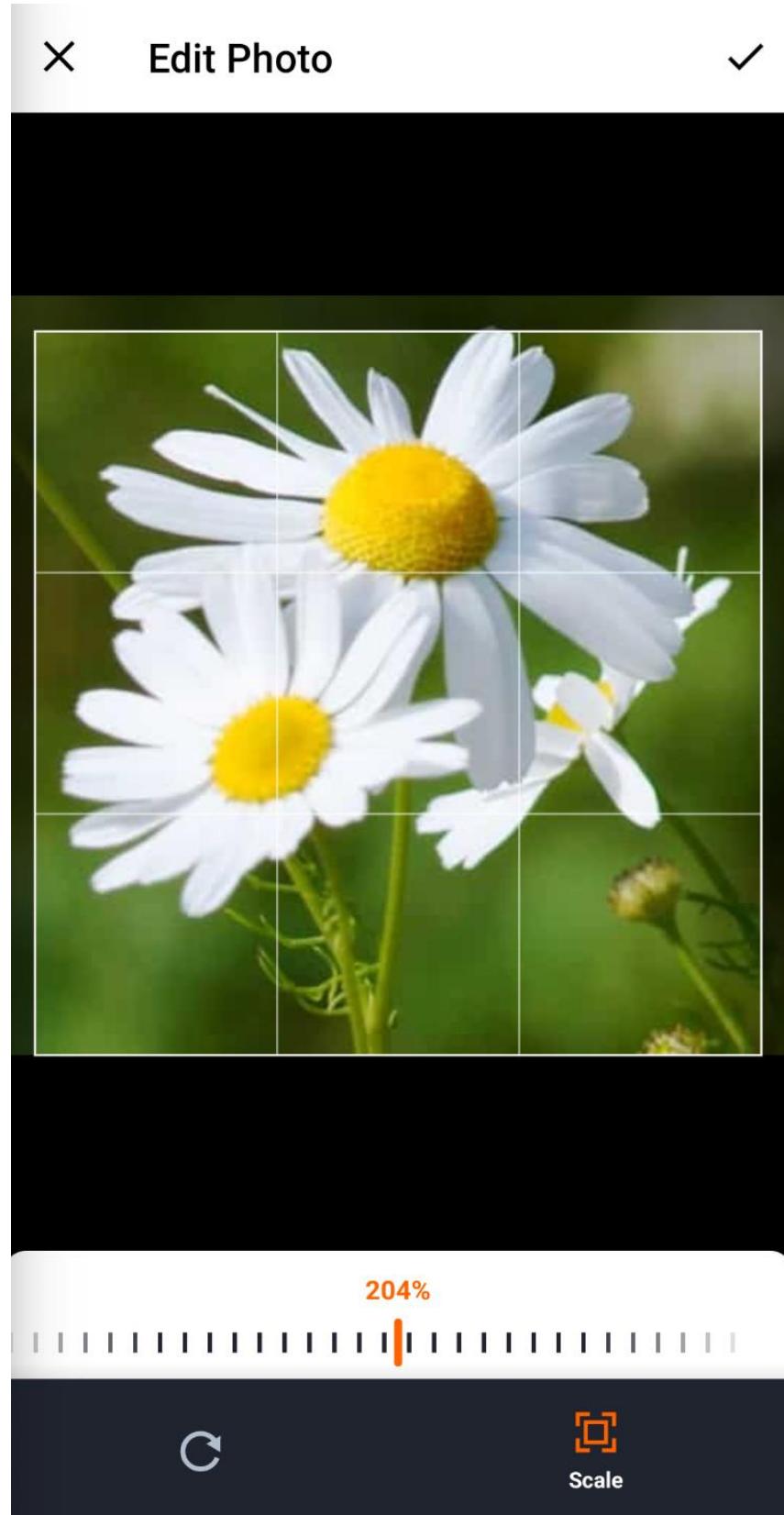


Figura B.6 Recorte de imagen para el reconocimiento
Fuente: Elaboración propia

B.4. RECONOCIMIENTO DE UNA PLANTA MEDIANTE GALERÍA

Al seleccionar la pestaña de la cámara, se encuentra una opción alternativa de “Galería” como se muestra en la Figura B.7. Al momento de presionar sobre ella, la aplicación redirigirá al usuario hacia la galería de imágenes en el dispositivo móvil, en este punto, será posible seleccionar una imagen previamente capturada en el equipo disparando la pantalla de: “Recorte de imagen”, que nos permitirá delimitar el área de la planta que se desea reconocer para finalmente revelar información detallada del espécimen correspondiente; así como se muestra en la Figura B.8.

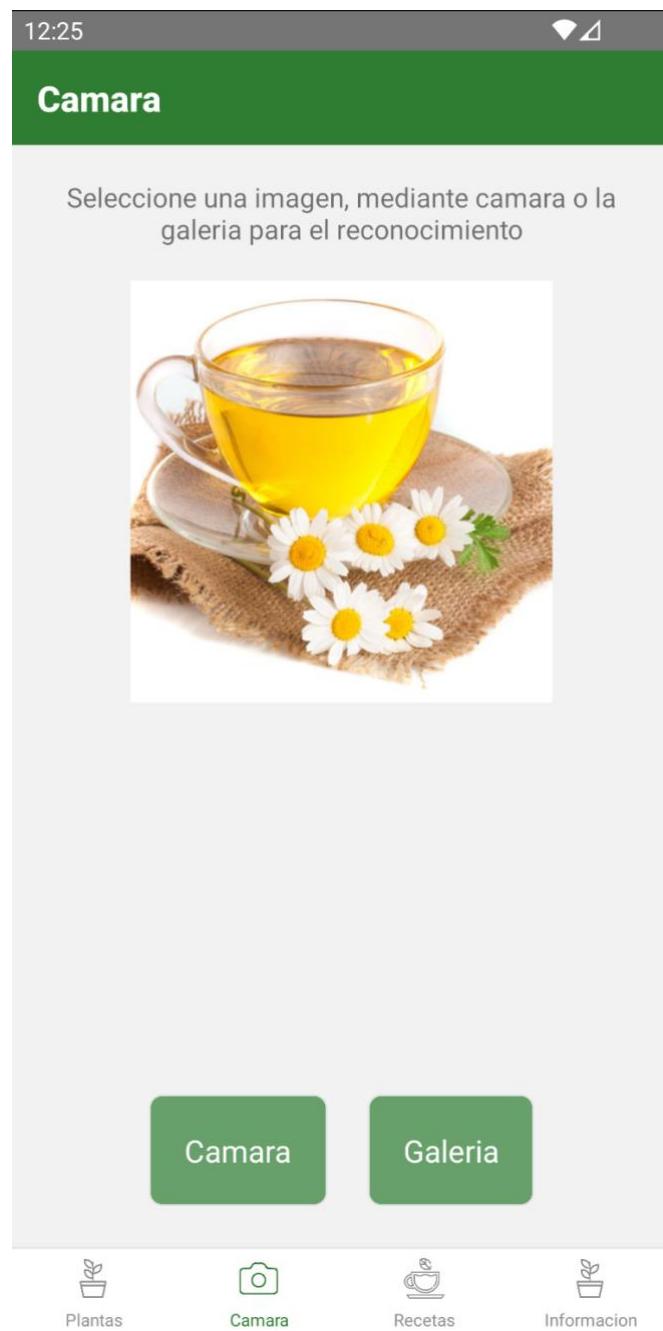


Figura B.7 Pantalla para el reconocimiento de imagen
Fuente: Elaboración propia

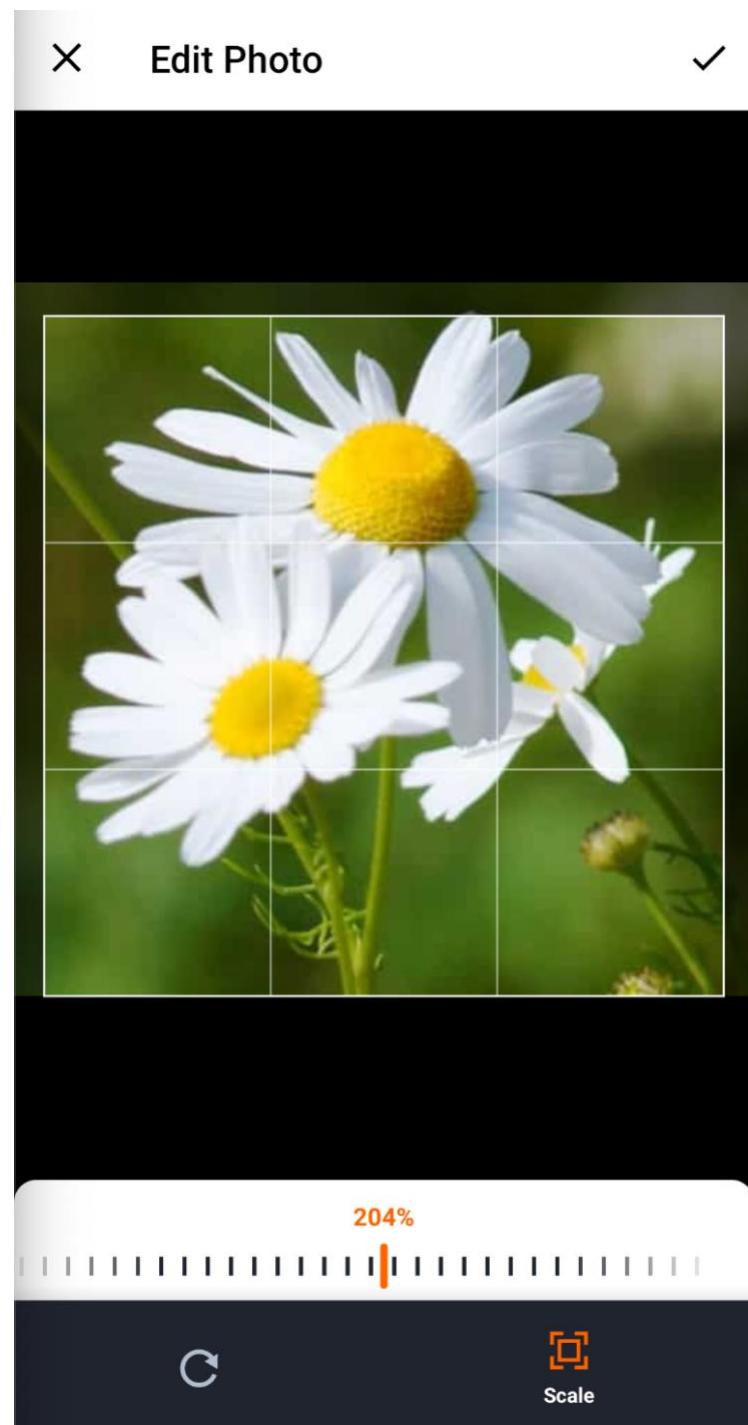


Figura B.8 Pantalla para el reconocimiento de imagen
Fuente: Elaboración propia