



# Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación CITIC 2018



CITIC

29, 30 y 31  
octubre 2018

Manta – Manabí  
Sede: ULEAM

# DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA POR VISIÓN ARTIFICIAL Y DESPULPADORA DE CACAO



**MIGUEL EDUARDO ALBARRACÍN MACÍAS**  
*BACHILLER “QUÍMICO - BIÓLOGO”*  
*EGRESADO EN INGENIERÍA MECÁNICA*

## **CERTÁMENES ACADÉMICOS:**

*PARTICIPACIÓN EN LA PRIMERA JORNADA CIENTÍFICA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA*  
*“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”*  
*TEMA: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MÁQUINA CLASIFICADORA POR VISIÓN ARTIFICIAL Y*  
*DESPULPADORA DE CACAO*

# DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA POR VISIÓN ARTIFICIAL Y DESPULPADORA DE CACAO



## **KELVIN DIEGO MOPOSITA ORTEGA**

*MAESTRO DE TALLER ARTESANAL “MECÁNICO AUTOMOTRIZ”*

*BACHILLER - TÉCNICO INDUSTRIAL “ELECTROMECAÁNICA AUTOMOTRIZ”*

*LICENCIA Y CERTIFICACIÓN EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES “SENESCYT”*

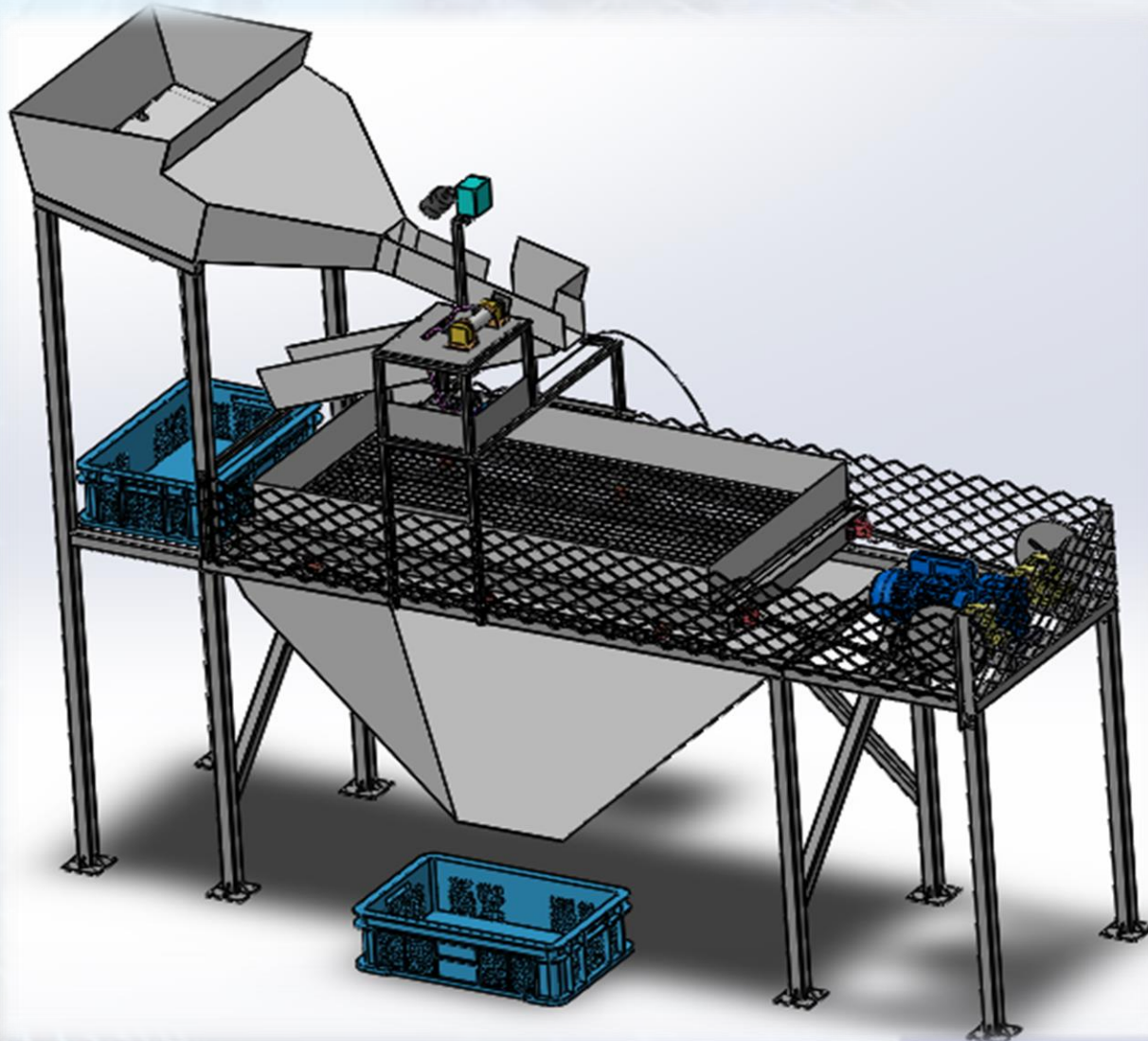
*EGRESADO EN INGENIERÍA MECÁNICA*

## **CERTÁMENES ACADÉMICOS:**

*PARTICIPACIÓN EN LA PRIMERA JORNADA CIENTÍFICA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA  
“UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI”*

*TEMA: DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN MÁQUINA CLASIFICADORA POR VISIÓN ARTIFICIAL Y  
DESPULPADORA DE CACAO*

DISEÑAR UN PROTOTIPO DE UNA MÁQUINA CLASIFICADORA MEDIANTE VISIÓN ARTIFICIAL Y DESPULPADORA DE CACAO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD Y EFICIENCIA EN LA PRODUCCION DE ESTE PRODUCTO.



# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN



DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

MÉTODO ANALÍTICO



## 1. Definir el problema



## 2. Búsqueda de alternativas

### MÉTODO TRADICIONAL



Peso de la muestra sin despulpar	32 kg
Cantidad de trabajadores	2
Tiempo de despulpe de la muestra	8 min
Peso de la muestra luego del despulpe	25 kg

### MÉTODO POR ZARANDA



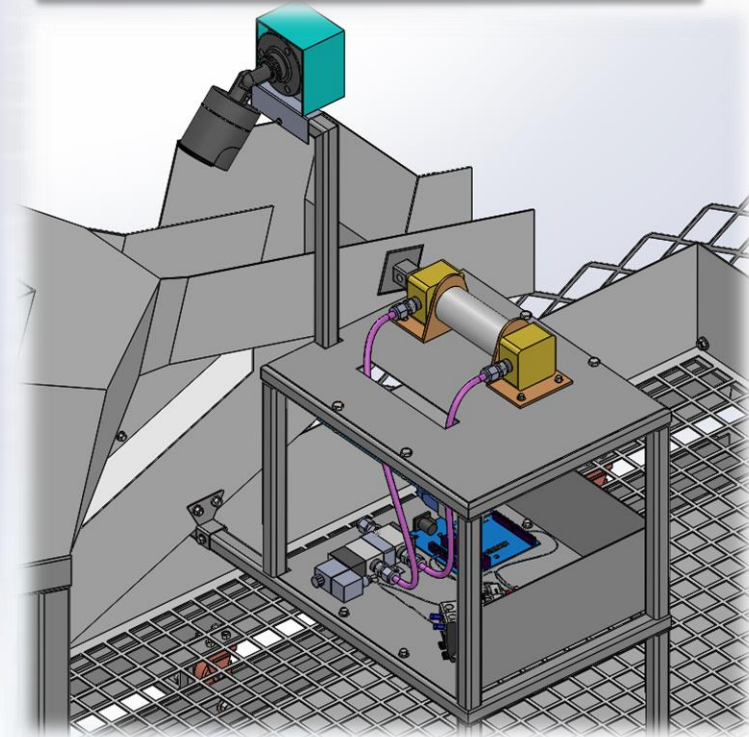
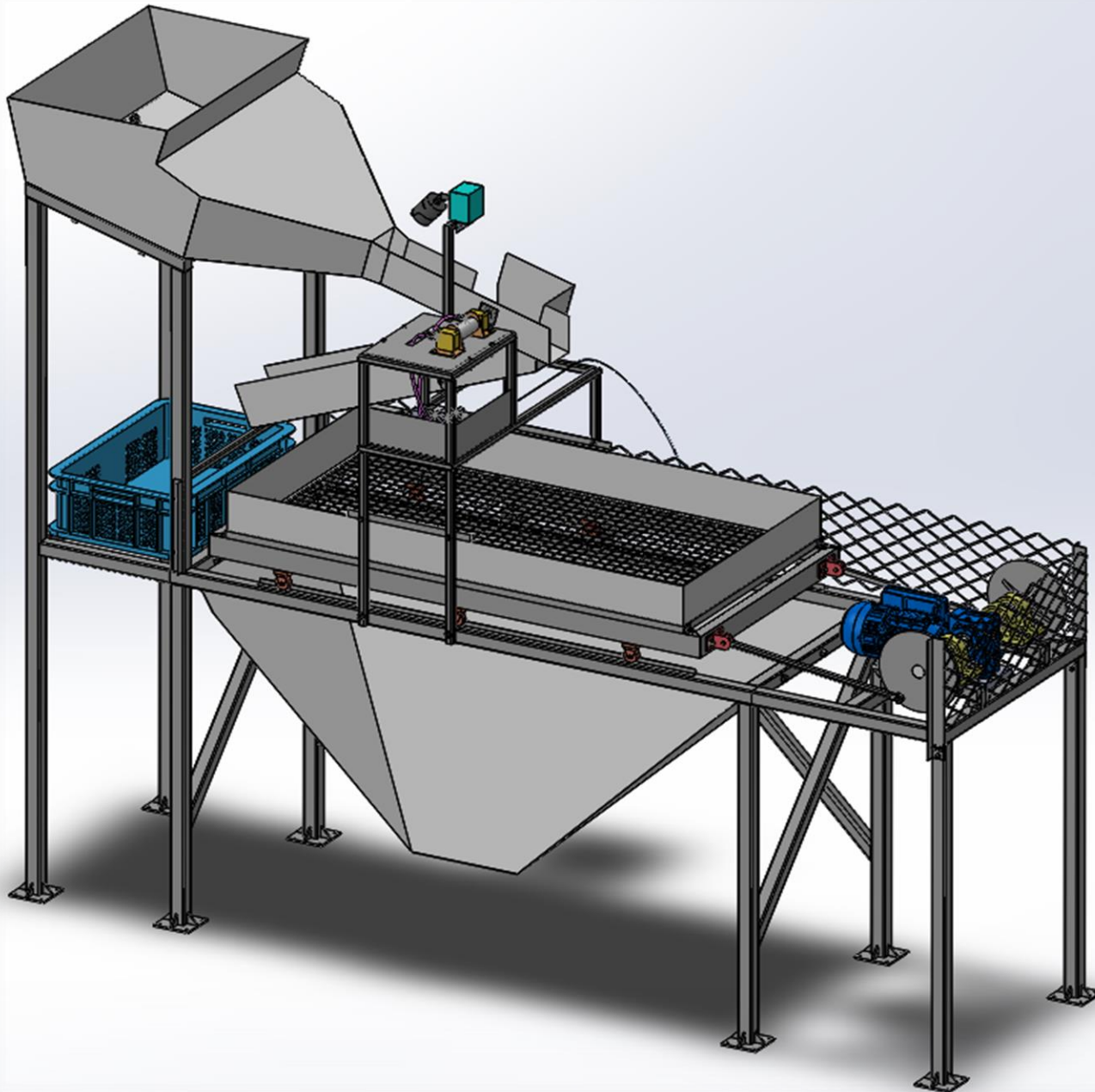
Peso de la muestra sin despulpar	32 kg
Cantidad de trabajadores	2
Tiempo de despulpe de la muestra	29 seg
Peso de la muestra luego del despulpe	25 kg

### MÉTODO POR MESA



Peso de la muestra sin despulpar	32 kg
Cantidad de trabajadores	2
Tiempo de despulpe de la muestra	5 min
Peso de la muestra luego del despulpe	25 kg

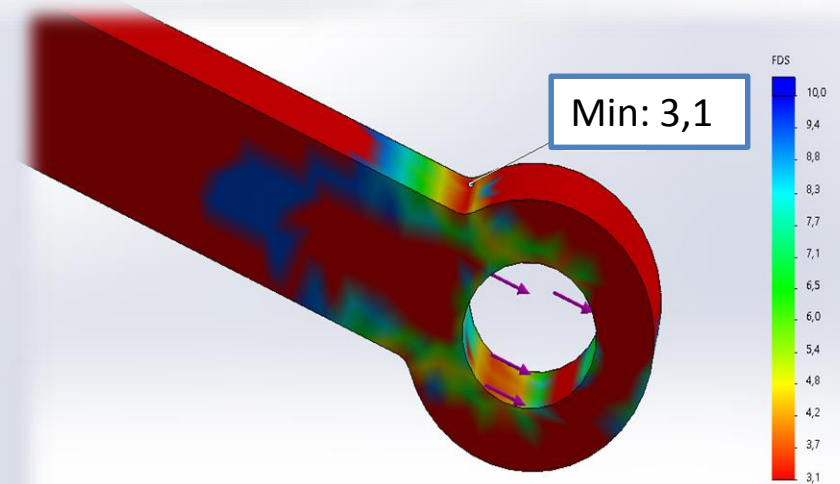
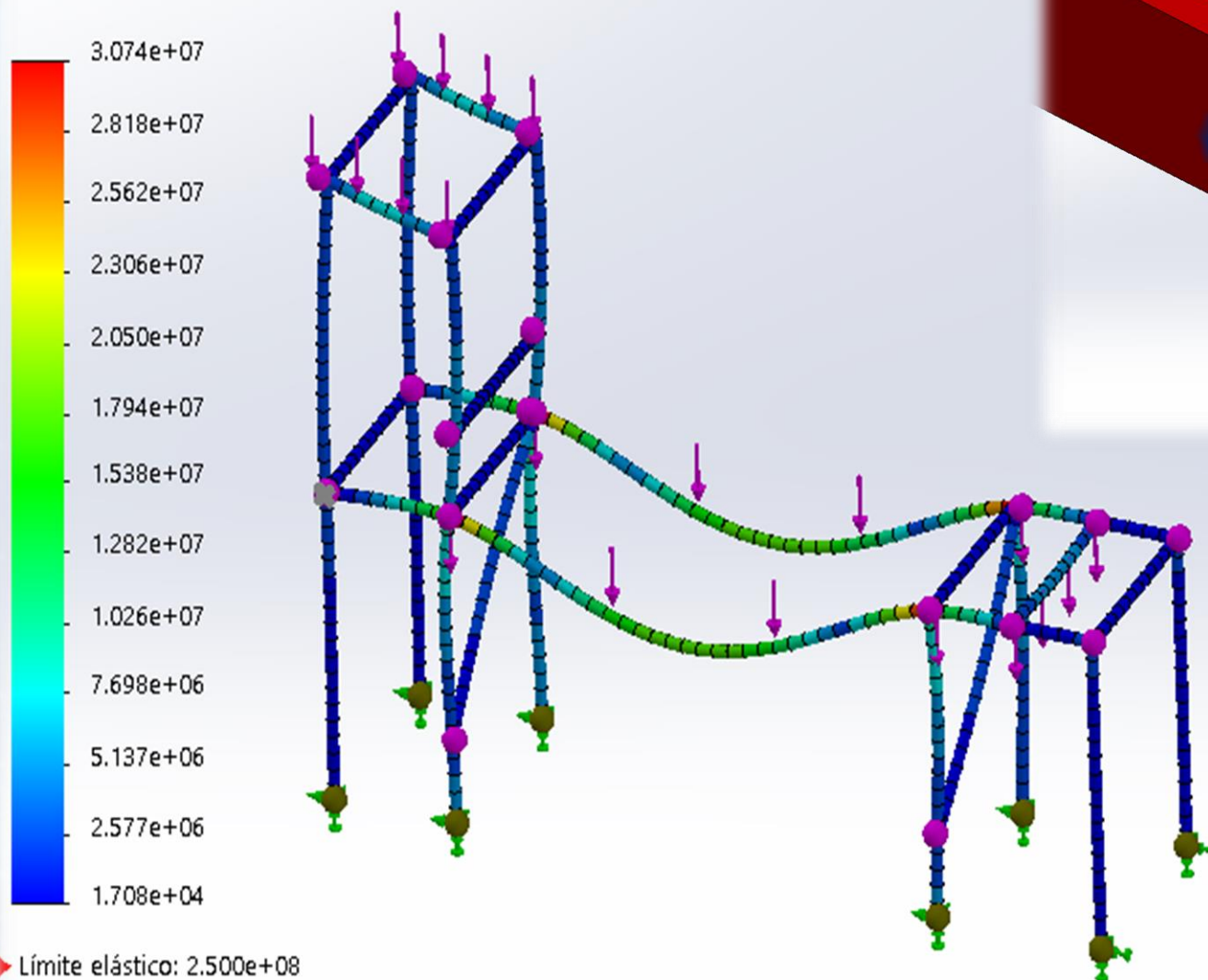
3. Diseño de la máquina



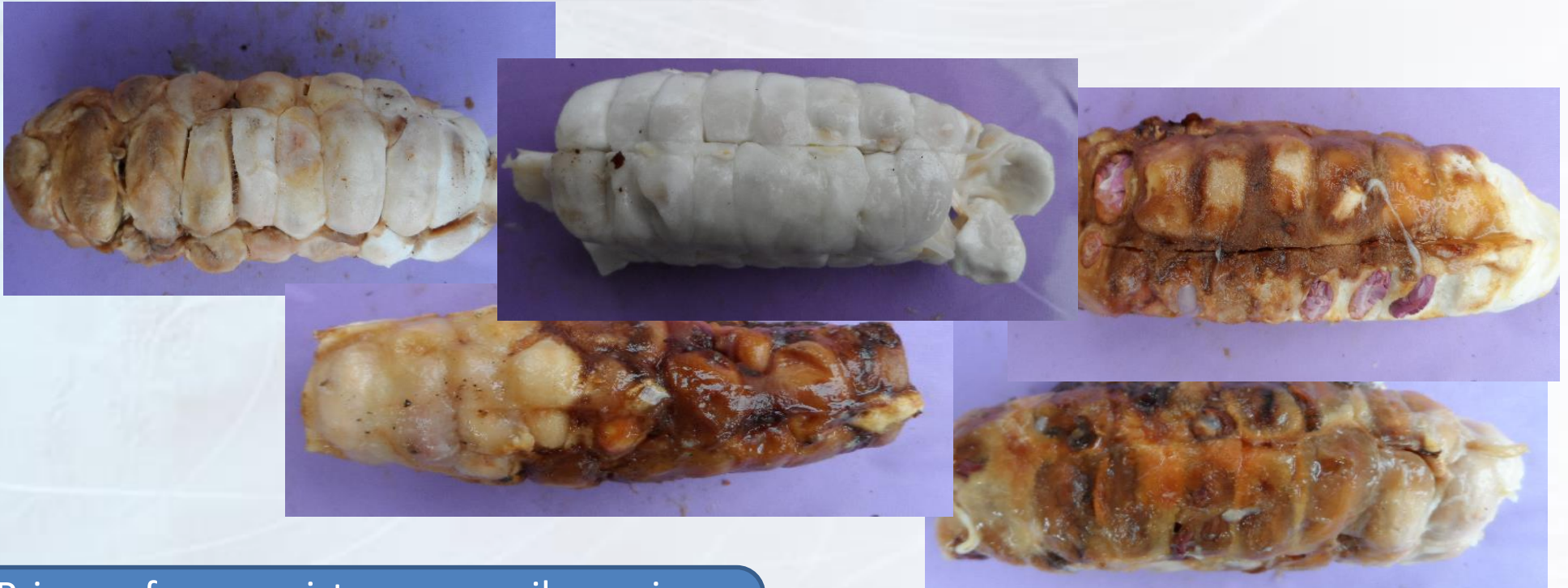


## 4. Simulación de partes y componentes principales de la máquina

Tensión axial y de flexión en el límite superior (N/m<sup>2</sup>)



## 5. Entrenamiento del algoritmo clasificador



Primera fase consiste en recopilar varias imágenes en las dos categorías del producto que son excelente y mala calidad

```

clc;
clear all;
close all;

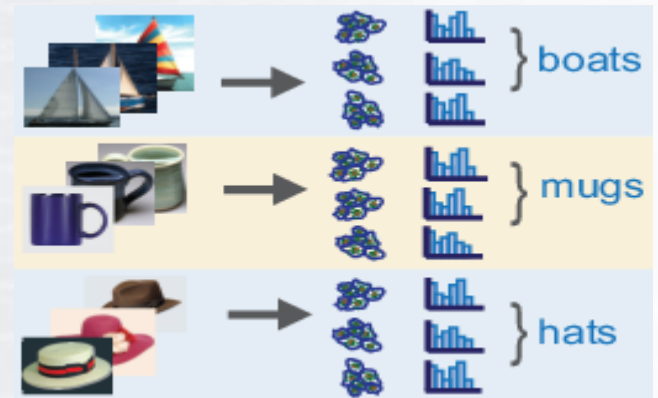
%% Comienzo del algoritmo de reconocimiento de clasificacion del cacao
% Cargar datos de imagen

imds = imageDatastore('E:\RESPALDO INFORMACION\DOCUMENTOS\EXPERIMENTAR CODIGO\p2',...
    'IncludeSubfolders',true,'LabelSource','foldernames')
    
```

## 6. Extracción de Características

```

%% Extracción de Características de imágenes
tic
bag = bagOfFeatures(imds, ...
    'VocabularySize', 500, 'PointSelection', 'Detector');
scenedata = double(encode(bag, imds));
toc
    
```



Se utiliza la herramienta *bag of features* la cual nos permite extraer las características más primordiales de todas las imágenes en todas las categorías.

### Command Window

New to MATLAB? See resources for [Getting Started](#).

```

* Extracting features from 263 images...>> |
done. Extracted 132917 features.

* Keeping 80 percent of the strongest features from each category.

* Balancing the number of features across all image categories to improve clustering.
** Image category 1 has the least number of strongest features: 18546.
** Using the strongest 18546 features from each of the other image categories.

* Using K-Means clustering to create a 500 word visual vocabulary.
* Number of features           : 37092
* Number of clusters (K)       : 500

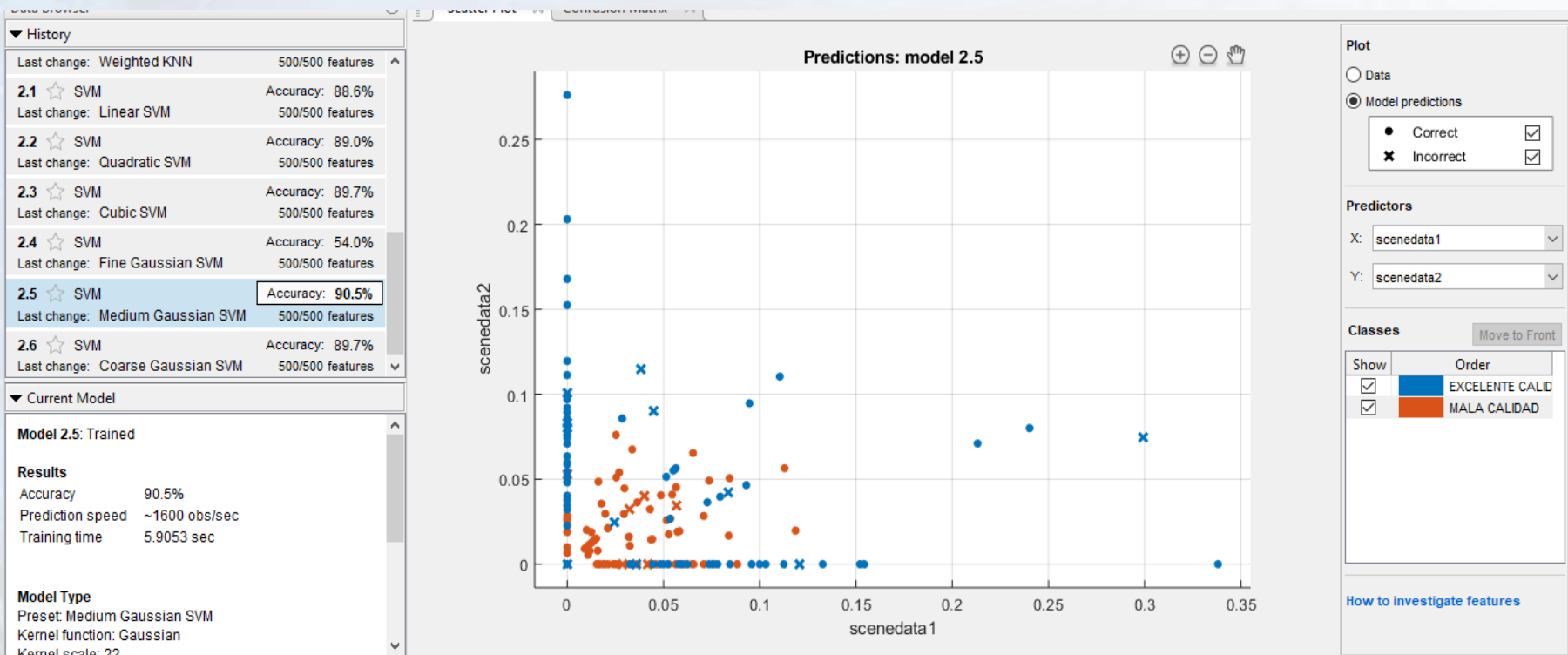
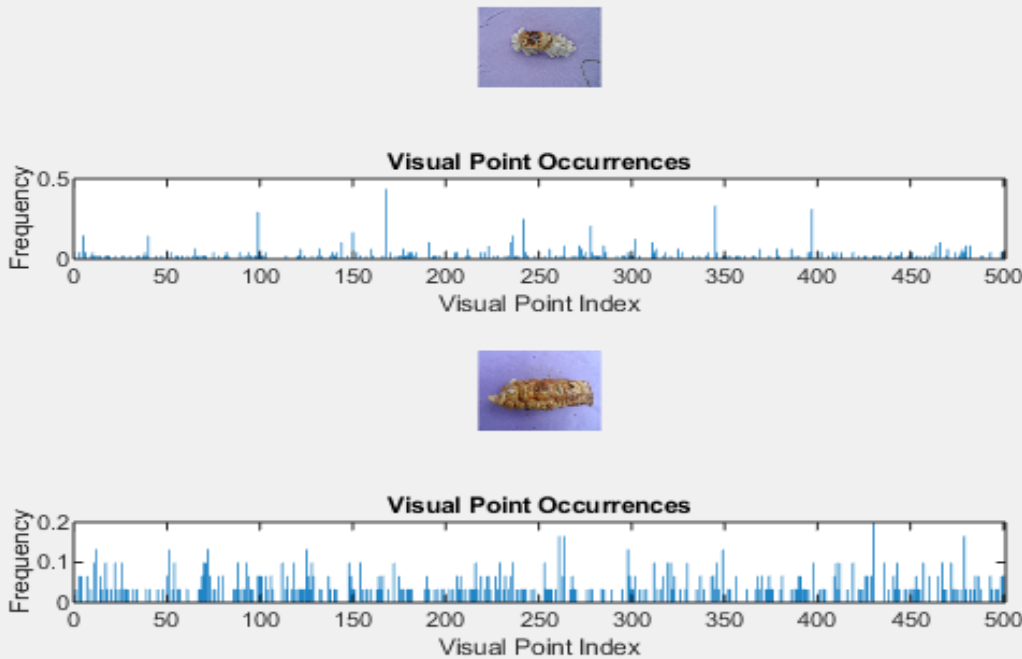
* Initializing cluster centers...100.00%.
* Clustering...completed 32/100 iterations (~0.26 seconds/iteration)...converged in 32 iterations.
    
```

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

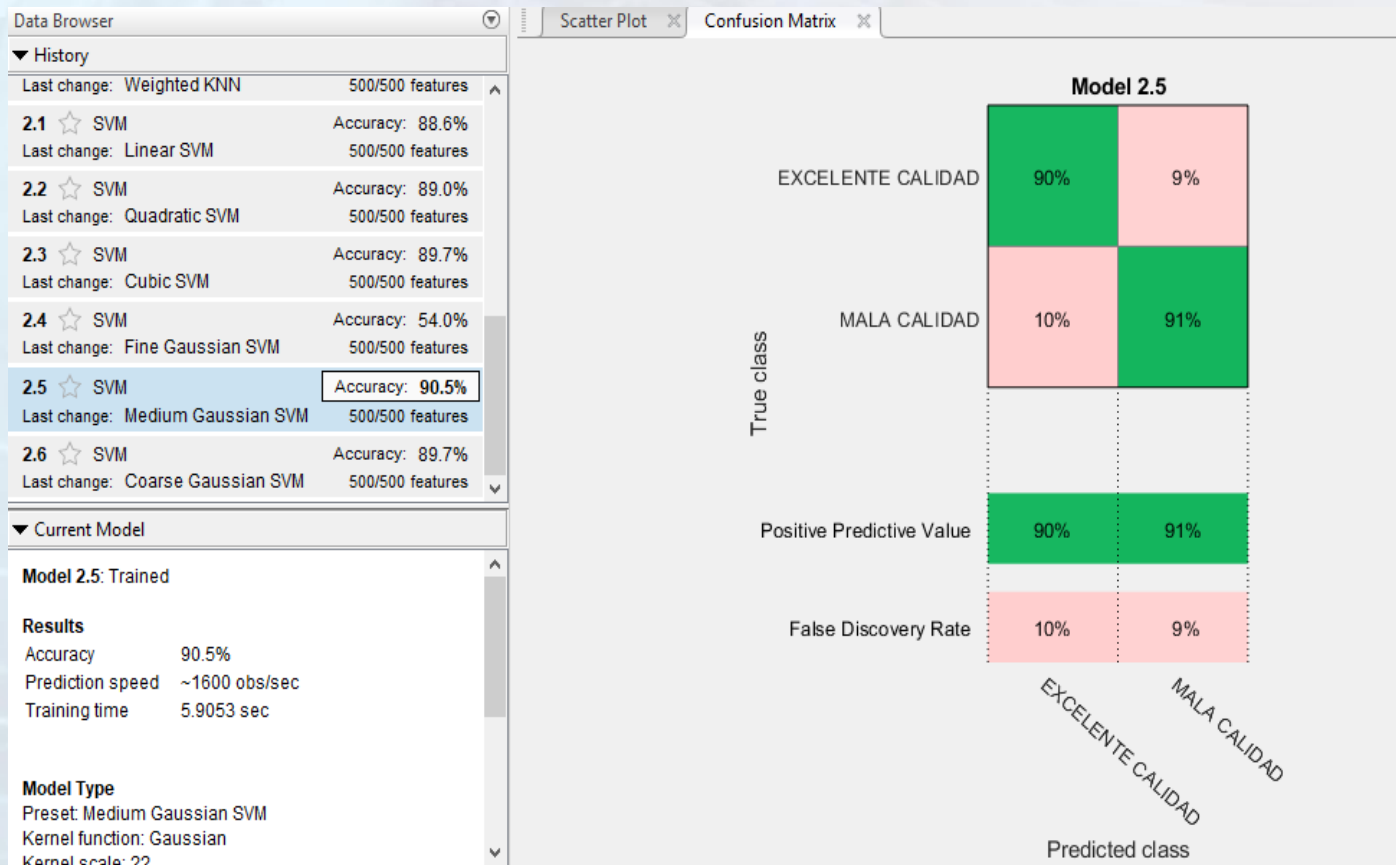
## 7. Entrenamiento de modelos

Con la información obtenida se procede a entrenar el algoritmo para la clasificación del cacao. Utilizando el Toolbox de Matlab.

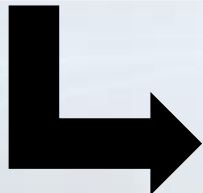
```
%% Entrenador del clasificador  
classificationLearner
```



Se procede a seleccionar el modelo que presente mayor porcentaje, correspondiente a 90.5% SVM (Support Vector Machines) Medium Gaussian. El cual es un conjunto de algoritmos de aprendizaje supervisado empleados para la clasificación y la regresión.



Se utiliza para comprender como se desempeña el clasificador seleccionado actualmente en cada clase.



```
yfit = trainedModeluteq.predictFcn(SceneImageData)
```

## 8. Comprobación del algoritmo

Se procede a suministrar imágenes de prueba para la verificación de la correcta clasificación en las dos categorías.

```
%% Inicio del algoritmo de clasificacion

imds = imageDatastore('E:\RESPALDO INFORMACION\DOCUMENTOS\EXPERIMENTAR CODIGO\prueba',...
    'IncludeSubfolders',true,'LabelSource','foldernames')
```



```
tic
bag = bagOfFeatures(imds,...
    'VocabularySize',500,'PointSelection','Detector');
scenedata = double(encode(bag, imds));
toc
```

Al terminar el proceso de entrenamiento se exporta dicho modelo que nos da como resultado una estructura de programación que se puede utilizar para realizar predicciones con nuevos datos.

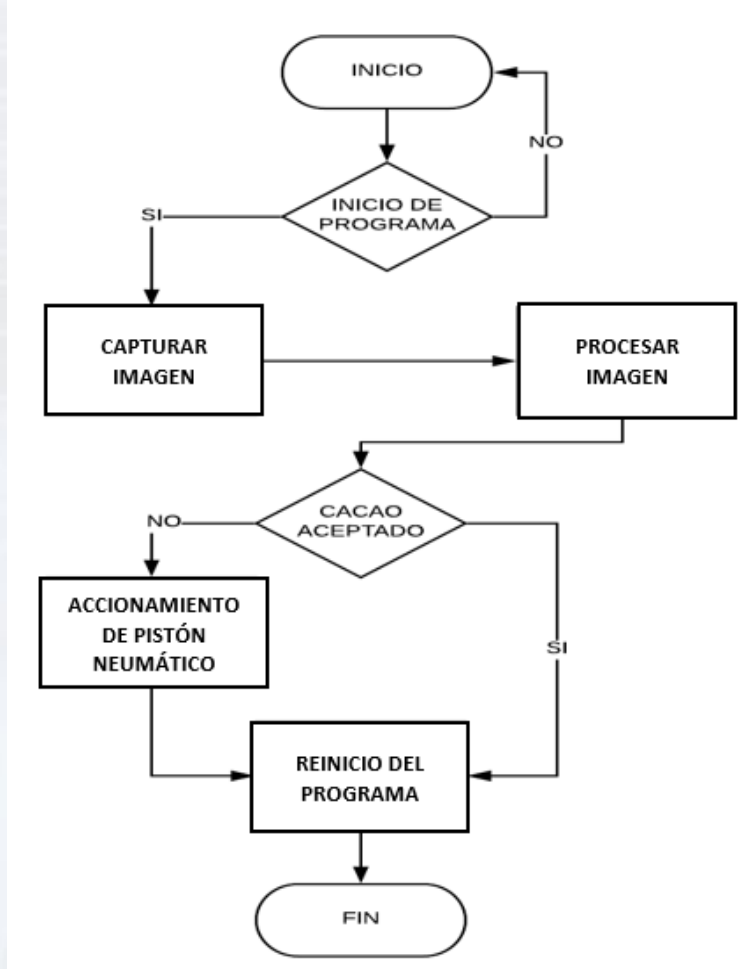
```
yfit = trainedModeluteq.predictFcn(SceneImageData)

% CONVERTIR VALORES CATEGORICAL A NUMERICOS
n = grp2idx(yfit)
```

Las imágenes que se realizan las pruebas fueron obtenidas mediante la investigación de campo en las fincas productoras de cacao. Cabe recalcar que son diferentes a las suministradas en el proceso de entrenamiento

# METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

IMAGEN DE PRUEBA	RANGO	RESPUESTA DEL ALGORITMO
	BUENA CALIDAD	-- CACAO ACEPTADO -- <input type="button" value="OK"/>
	MALA CALIDAD	-- CACAO RECHAZADO -- <input type="button" value="OK"/>
	BUENA CALIDAD	-- CACAO ACEPTADO -- <input type="button" value="OK"/>
	MALA CALIDAD	-- CACAO RECHAZADO -- <input type="button" value="OK"/>
	BUENA CALIDAD	-- CACAO RECHAZADO -- <input type="button" value="OK"/>

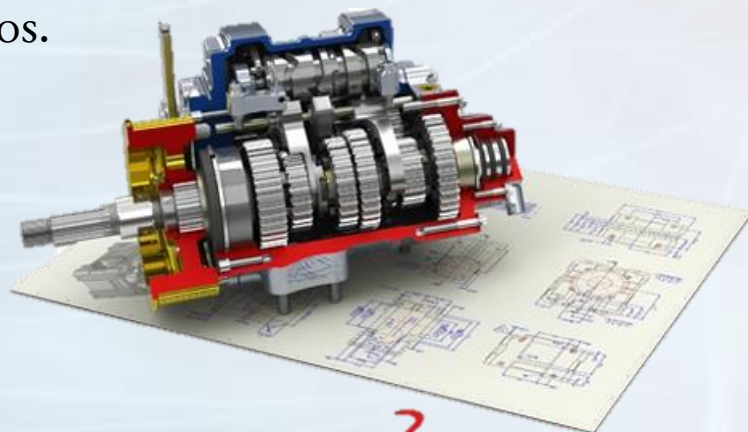


**DIAGRAMA DE FLUJO DEL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN**



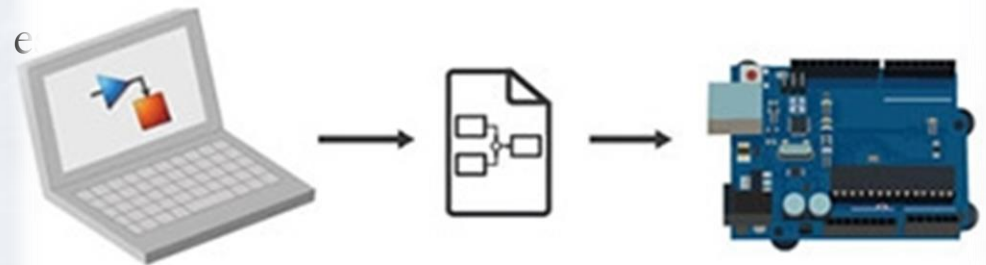
**COMPONENTES ELÉCTRICOS DEL SISTEMA**

Con la asistencia de la interfaz de análisis para diseño mecánico Solidworks se realizó el prototipo de la máquina despulpadora posteriormente se realizó la simulación por elementos finitos (FEA) de cada una de las partes principales que se encontraran expuestas a cargas y esfuerzos críticos. Permitiendo visualizar y analizar tensiones y deformaciones existentes así como el comportamiento de los mismos en condiciones de trabajo real. Del mismo modo se seleccionó materiales, elementos mecánicos y eléctricos que se encuentren disponibles en mercados locales evitando así el incremento de costos.




**SOLIDWORKS**


El algoritmo alcanza una excelente tasa de detección del producto con una exactitud de 90,5 % utilizando la herramienta *bag of features* a diferencia de otros algoritmos que utilizan información auxiliar como el color, textura entre otros. A su vez el software Matlab es una herramienta totalmente amigable con otros software como es el caso Arduino lo que permitió realizar un trabajo conjunto para la comunicación entre ambos para el rechazo del producto defectuoso mediante el pistón









Solidworks se aplica tanto al área Mecánica como Eléctrica donde permite realizar integración entre sistemas eléctricos tales como lista de cables, conexiones y modelos CAD trabajando en un entorno sincronizado donde se pueden realizar cambios al diseño y reduciendo significativamente el tiempo de desarrollo en el diseño de una nueva máquina.



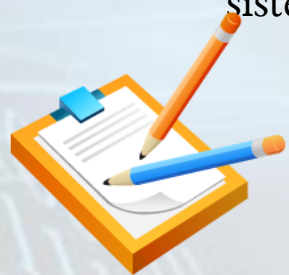
Mediante el método tradicional de Matlab para el reconocimiento de patrones no se puede aplicar directamente debido a que el cacao presenta diferentes tonalidades de color y características esenciales. Para el cual se hace uso de la herramienta de Inteligencia denominada Machine Learning adaptando a uno los sectores poco aplicados que es el sector agrícola.



Para obtener un mejor resultado en el proceso de entrenamiento para la clasificación del cacao mediante la aplicación de Machine Learning en el software Matlab, se debe suministrar mas información es decir mientras más imágenes se extrae mas características esenciales se obtiene para poder detectar y dar una correcta respuesta como resultado.



Existen varios extractores de características en Matlab pero dentro de ellos la herramienta *bag of features* presentó mejores resultados debido a que es una técnica adaptada a la visión por computador del mundo del procesamiento del lenguaje natural. Extrayendo las características mas representativas de cada categoría de la imagen para el posterior proceso de entrenamiento del sistema de clasificación del cacao.



1

⑩ Se diseñó la máquina despulpadora y clasificadora por visión artificial aplicando cálculos y criterios de diseño. Mediante esto se pudo generar un prototipo a través del software de diseño mecánico SolidWorks en el cual se elaboró cada una de las partes principales, así como la estructura de soporte para su posterior ensamble.

2

⑩ Se desarrolló el sistema de clasificación integrando la aplicación de Machine Learning que se encuentra implementada en el Toolbox de Matlab, el cual para la extracción de características de la base de datos suministradas al software se utiliza la herramienta *bag of features (bolsa de características)* obteniendo extraordinarios resultados tanto en la parte de entrenamiento como de prueba. El algoritmo alcanza una excelente tasa de detección del producto a diferencia de otros algoritmos que utilizan información auxiliar como el color, textura entre otros.

3

⑩ Mediante el análisis de costos de la máquina clasificadora por visión artificial y despulpadora de cacao, se detalló que el monto de inversión para la fabricación de la máquina es de \$4255. Del mismo modo se determinó que una empresa cacaotera cuya producción sea de 150 quintales de cacao despulpado anualmente, obtendrá una ganancia de \$1716,00 gracias a la reducción de mano de obra y tiempo de producción, de lo que se deduce que el período de recuperación de la inversión para la empresa será de 2.6 años.

# ANIMACIÓN DEL PROTOTIPO



# Congreso Internacional de Tecnologías de la Información y Computación CITIC 2018



CITIC

29, 30 y 31  
octubre 2018

Manta – Manabí  
Sede: ULEAM