

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**



**SISTEMA INTELIGENTE PARA IDENTIFICAR ADECUADAMENTE  
EL MANGO KENT NO EXPORTABLE EN EL ÁREA DE MUESTREO  
DE UNA EMPRESA AGROINDUSTRIAL DE LA REGIÓN  
LAMBAYEQUE**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**AUTOR**

**ELMER ANTONIO RAMOS ADANAQUE**

**ASESOR**

**MARLON EUGENIO VILCHEZ RIVAS**

<https://orcid.org/0000-0003-2979-0731>

**Chiclayo, 2021**

**SISTEMA INTELIGENTE PARA IDENTIFICAR  
ADECUADAMENTE EL MANGO KENT NO EXPORTABLE  
EN EL ÁREA DE MUESTREO DE UNA EMPRESA  
AGROINDUSTRIAL DE LA REGIÓN LAMBAYEQUE**

PRESENTADA POR:

**ELMER ANTONIO RAMOS ADANAQUE**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

APROBADA POR:

Zuñe Bispo Luis Augusto  
PRESIDENTE

Leon Tenorio Gregorio Manuel  
SECRETARIO

Marlon Eugenio Vélchez Rivas  
VOCAL

## **DEDICATORIA**

A progenitores Elmer y Rosario, por estar siempre apoyándome incondicionalmente en todo mi proceso de formación, tanto personal como profesional.

A mis abuelos Jacinto y Yolanda por ser el motivo de mi inspiración y ser siempre mi fortaleza frente a cualquier obstáculo que se presente.

A mi esposa Ruth Santos por motivarme siempre a no rendirme y por el amor infinito que me brinda día a día.

A mi hija Margarita Rosario por ser la razón que me motiva a salir adelante y hacer las cosas bien para que en un futuro le sirvan de ejemplo para su formación.

A toda la familia Ramos en especial a la Ramos Suyón por ser siempre mi respaldo cuando menos me lo espero.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo realizar un sistema inteligente que permita identificar adecuadamente los mangos Kent no exportables en el área de muestreo de una empresa agroindustrial de la región de Lambayeque. Esto se dio gracias a la problemática que se logró encontrar en la empresa estudiada. Para llevar a cabo la solución, se plantearon tres objetivos específicos, estos son: implementar un algoritmo para el preprocesamiento de imágenes de entrada, implementar una red neuronal artificial para una identificación adecuada de los mangos no exportables y obtener la valoración de usabilidad de la solución de acuerdo con la percepción del usuario. Para poner en marcha todo esto, se plantearon dos metodologías a seguir. Estas fueron: La metodología de Machine Learning y la Programming extreme, una fue para crear el modelo computacional y la otra para el sistema web. Los resultados obtenidos por esta solución lograron satisfacer las necesidades planteadas por la entidad. Logrando así un 85% de asertividad al momento de pronosticar las imágenes cargadas.

**Palabras claves:** Redes neuronales, reconocimiento de imágenes, agroindustrias.

## ABSTRACT

The present research work aims to carry out an intelligent system that allows the proper identification of non-exportable Kent mangoes in the sampling area of an agro-industrial company in the Lambayeque region. This was due to the problems that were found in the company studied. To carry out the solution, three specific objectives were proposed, these are: to implement an algorithm for the preprocessing of input images, to implement an artificial neural network for an adequate identification of the non-exportable handles and to obtain the usability assessment of the solution. according to the user's perception. To start all this, two methodologies were proposed to follow. These were: The Machine Learning methodology and Extreme Programming, one was to create the computational model and the other for the web system. The results obtained by this solution were able to satisfy the needs raised by the entity. Thus achieving 85% assertiveness when forecasting the loaded images.

**Keywords:** Neural networks, image recognition, agro-industries.

## ÍNDICE

<b>I.</b>	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>II.</b>	<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA .....</b>	<b>18</b>
2.1.	ANTECEDENTES .....	18
2.1.1.	ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	18
2.1.2.	ANTECEDENTES NACIONALES.....	19
2.1.3.	ANTECEDENTES LOCALES.....	19
2.2.	BASES TEÓRICO - CIENTÍFICAS .....	20
2.2.1.	INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA).....	20
2.2.1.1.	Machine learning.....	21
2.2.1.1.1.	Metodología general de machine learning .....	22
2.2.1.2.	Deep Learning.....	23
2.2.1.2.1.	Redes Neuronales Artificiales (RNA) .....	23
2.2.1.2.1.1.	Características de una RNA.....	24
2.2.1.2.1.2.	Arquitectura de las RNA.....	24
2.2.2.	MANGO KENT.....	27
2.2.2.1.	Características de los mangos KENT exportables.....	27
2.2.2.2.	Estándares de calidad de mangos exportables.....	27
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>32</b>
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.2.	MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN .....	32
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	33
3.4.	PROCEDIMIENTOS .....	33
3.4.1.	METODOLOGÍA DE DESARROLLO .....	33
3.4.1.1.	METODOLOGÍA GENERAL DE MACHINE LEARNING.....	33
3.4.1.2.	METODOLOGÍA ÁGIL EXTREME PROGRAMMING(XP) .....	34
3.4.2.	PRODUCTO ACREDITABLE .....	35
3.4.3.	MANUAL DE USUARIO.....	36
3.5.	MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	37
3.6.	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	39

<b>IV.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.</b>	<b>EN BASE A LA METODOLOGÍA UTILIZADA .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>PROCESO GENERAL DE MACHINE LEARNING .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1.1.1.</b>	<b>ITERACIÓN #1: DEFINIR EL OBJETO .....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.1.2.</b>	<b>ITERACIÓN #3: RECOLECCIÓN DE DATOS.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1.1.3.</b>	<b>ITERACIÓN #3: PREPARAR LA DATA .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1.1.4.</b>	<b>ITERACIÓN #4: ELECCIÓN DEL ALGORITMO .....</b>	<b>43</b>
<b>4.1.1.5.</b>	<b>ITERACIÓN #5: ENTRENAR EL ALGORITMO .....</b>	<b>49</b>
<b>4.1.1.6.</b>	<b>ITERACIÓN #6: VALIDACIÓN .....</b>	<b>52</b>
<b>4.1.1.7.</b>	<b>ITERACIÓN #7: PREDICCIÓN.....</b>	<b>53</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>METODOLOGÍA EXTREME PROGRAMMING (XP).....</b>	<b>54</b>
<b>4.1.2.1.</b>	<b>FASE #1 EXPLORACIÓN:.....</b>	<b>55</b>
•	<b>Descripción de la situación actual .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1.2.2.</b>	<b>FASE #2 PLANIFICACIÓN DE LA ENTREGA (RELEASE).....</b>	<b>57</b>
•	<b>Iteraciones .....</b>	<b>62</b>
<b>4.1.2.3.</b>	<b>FASE #3 DISEÑO.....</b>	<b>63</b>
<b>4.1.2.4.</b>	<b>FASE #3 PRUEBAS .....</b>	<b>73</b>
▪	<b>Pruebas de caja blanca.....</b>	<b>73</b>
▪	<b>Pruebas de caja negra .....</b>	<b>80</b>
<b>4.2.</b>	<b>EN BASE A LOS OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>82</b>
<b>4.2.1.</b>	<b>IMPLEMENTAR UN ALGORITMO PARA EL PREPROCESAMIENTO DE IMÁGENES DE ENTRADA. ....</b>	<b>82</b>
<b>4.2.2.</b>	<b>IMPLEMENTAR UNA RED NEURONAL ARTIFICIAL PARA UNA IDENTIFICACIÓN ADECUADA DE LOS MANGOS NO EXPORTABLES.....</b>	<b>82</b>
<b>4.2.3.</b>	<b>OBTENER LA VALORACIÓN DE LA USABILIDAD DE LA SOLUCIÓN DE ACUERDO CON LA PERCEPCIÓN DEL USUARIO.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.</b>	<b>IMPACTOS ESPERADOS .....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.1.</b>	<b>IMPACTOS ECONÓMICOS.....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.2.</b>	<b>IMPACTOS SOCIO - ECONÓMICO .....</b>	<b>83</b>
<b>4.3.3.</b>	<b>IMPACTOS EN TECNOLOGÍA .....</b>	<b>83</b>
<b>V.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>85</b>
<b>VI.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>86</b>

<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>87</b>
<b>VIII. ANEXOS.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO N.º 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO</b>	
<b>ACREDITABLE.....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO N.º 02. ENTREVISTA .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXO N.º 03. ARCHIVOS DEL ENCARGADO DE CALIDAD.....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO N.º 04. MANUAL DE USUARIO .....</b>	<b>95</b>
<b>ANEXO N.º 05. CARTA DE ACEPTACIÓN.....</b>	<b>102</b>
<b>ANEXO N.º 06. INFORME DE TURNITIN.....</b>	<b>103</b>

**LISTA DE TABLAS**

TABLA I.....	27
TABLA II .....	31
TABLA III.....	32
TABLA IV.....	33
TABLA V .....	37
TABLA VI.....	43
TABLA VII .....	44
TABLA VIII.....	55
TABLA IX.....	56
TABLA X .....	56
TABLA XI.....	56
TABLA XII .....	56
TABLA XIII.....	57
TABLA XIV.....	57
TABLA XV .....	58
TABLA XVI.....	58
TABLA XVII.....	58
TABLA XVIII .....	59
TABLA XIX.....	59
TABLA XX .....	59
TABLA XXI.....	59
TABLA XXII.....	60
TABLA XXIII .....	60
TABLA XXIV .....	61
TABLA XXV .....	61
TABLA XXVI.....	61
TABLA XXVII.....	62
TABLA XXVIII .....	63
TABLA XXIX .....	63
TABLA XXX .....	73
TABLA XXXI.....	75
TABLA XXXII.....	75
TABLA XXXIII .....	78

TABLA XXXIV ..... 78  
TABLA XXXV ..... 80  
TABLA XXXVI ..... 81  
TABLA XXXVII..... 82

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA. 1. “REDES NEURONALES MONOCAPA” [19] .....	25
FIGURA. 2. “REDES NEURONALES MULTICAPA” [19].....	25
FIGURA. 3. “REDES NEURONALES RECURRENTES” [19].....	26
FIGURA. 4. “MANGO EXTRA” [21].....	29
FIGURA. 5. “MANGO CON MÍNIMA ALTERACIÓN EN LA CÁSCARA” [21] .....	29
FIGURA. 6. “MANGO CON MÍNIMA ALTERACIÓN EN LA CÁSCARA” [21]. .....	29
FIGURA. 7. “MANGOS CON DEFECTOS LEVES DE FORMA” [21].....	30
FIGURA. 8. “MANGO CON ALTERACIÓN EN LA CÁSCARA POR ROZADURAS DEL VIENTO” [21]. .....	30
FIGURA. 9. “MANGO CON LENTICELAS OSCURAS” [21].....	30
FIGURA. 10. “MANGO CON LENTICELAS ROJIZAS ESPARCIDAS” [21].....	31
FIGURA. 11. “MANGO CON AMARILLAMIENTO DEBIDO A LA EXPOSICIÓN DIRECTA DEL SOL” [21]. .....	31
FIGURA. 12. “TOTAL DE IMÁGENES RECOLECTADAS” .....	41
FIGURA. 13. “DATA PROCESADA” .....	42
FIGURA. 14. “DATA DE ENTRENAMIENTO (80%)” .....	42
FIGURA. 15. “DATA DE ENTRENAMIENTO (20%)” .....	43
FIGURA. 16. “FUNCIONAMIENTO DE LAS CNN’S” [24]. .....	45
FIGURA. 17. “EJEMPLO DE REDIMENSIONAR” [24].....	46
FIGURA. 18. “EJEMPLO DE REDIMENSIONAR” [24].....	46
FIGURA. 19. “EJEMPLO DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS CONVOLUCIONES INTERNAMENTE” [24]. .....	47
FIGURA. 20. “EJEMPLO DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS CONVOLUCIONES REPRESENTATIVAMENTE” [24]. .....	47
FIGURA. 21. “EJEMPLO DEL FUNCIONAMIENTO DEL MAX POOLING” [24]. .....	48
FIGURA. 22. “EJEMPLO DEL FUNCIONAMIENTO DEL MAX FLATTEN” [24]. .....	48
FIGURA. 23. “EJEMPLO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SOFTMAX” [24] .....	49
FIGURA. 24. “CÓDIGO DE LECTURA DE DATA” .....	49
FIGURA. 25. “ALGORITMO DE PREPROCESAMIENTO” .....	50
FIGURA. 26. “MODELO SECUENCIAL”.....	51
FIGURA. 27. “RESULTADOS DEL ENTRENAMIENTO” .....	51
FIGURA. 28. “PARTE UNO DE LA VALIDACIÓN” .....	52
FIGURA. 29. “PARTE DOS DE LA VALIDACIÓN” .....	52
FIGURA. 30. “PARTE TRES DE LA VALIDACIÓN” .....	53
FIGURA. 31. “PREDICCIÓN” .....	54

FIGURA. 32. ARQUITECTURA LÓGICA DEL SISTEMA A IMPLEMENTAR .....	64
FIGURA. 33. BASE DE DATOS .....	65
FIGURA. 34. LOGIN .....	66
FIGURA. 35. MENÚ PRINCIPAL .....	67
FIGURA. 36. INTERFAZ “GESTIONAR PROVEEDOR” .....	67
FIGURA. 37. INTERFAZ “GESTIONAR USUARIO” .....	68
FIGURA. 38. INTERFAZ “GESTIONAR DATOS DEL PROVEEDOR” .....	68
FIGURA. 39. INTERFAZ “GESTIONAR MATERIA PRIMA” .....	69
FIGURA. 40. INTERFAZ “GESTIONAR MATERIA PRIMA” .....	69
FIGURA. 41. INTERFAZ “REGISTROS DE MATERIA PRIMA” .....	70
FIGURA. 42. INTERFAZ “REPORTE DE LOS 10 MEJORES PROVEEDORES DEL AÑO” .....	71
FIGURA. 43. INTERFAZ “COMPARACIÓN DE LA MATERIA PRIMA” .....	72
FIGURA. 44. INTERFAZ “REGISTROS DE MATERIA PRIMA” .....	72
FIGURA. 45. “CÓDIGO DE REGISTRO DE IMÁGENES” .....	73
FIGURA. 46. “CÓDIGO SEÑALADO 1” .....	74
FIGURA. 47. “PRIMER GRAFO DE FLUJO” .....	75
FIGURA. 48. “CÓDIGO DE VALIDAR CONEXIÓN DE SISTEMA A MODELO” .....	76
FIGURA. 49. “CÓDIGO SEÑALADO 2” .....	77
FIGURA. 50. “SEGUNDO GRAFO DE FLUJO” .....	77
FIGURA. 51. “CÓDIGO DE VALIDACIÓN DE RESPUESTAS” .....	79
FIGURA. 52. “CÓDIGO SEÑALADO 3” .....	79
FIGURA. 53. “TERCER GRAFO DE FLUJO” .....	80
FIGURA. 54. “INTERFAZ DE DIAGNÓSTICO” .....	80
FIGURA. 55. “INTERFAZ DE REGISTROS REALIZADOS” .....	81
FIGURA. 56. “RESUMEN DE INGRESO DE MATERIA PRIMA” .....	94
FIGURA. 57. INTERFAZ “PANTALLA DE INICIO DE SESIÓN” .....	95
FIGURA. 58. INTERFAZ “PANTALLA DE MENÚ PRINCIPAL DE UN ADMINISTRADOR” .....	95
FIGURA. 59. INTERFAZ “PANTALLA DE INICIO DE SESIÓN DE UN COLABORADOR” .....	96
FIGURA. 60. INTERFAZ “PANTALLA DE GESTIONAR PROVEEDORES” .....	96
FIGURA. 61. INTERFAZ “PANTALLA DE REGISTRO DE PROVEEDOR” .....	96
FIGURA. 62. INTERFAZ “PANTALLA DE GESTIONAR REGISTROS DE MATERIA PRIMA” .....	97
FIGURA. 63. INTERFAZ “PANTALLA DE GESTIONAR REGISTROS DE MATERIA PRIMA / REGISTRAR DATOS DEL PROVEEDOR Y CANTIDAD DE MATERIA” .....	97
FIGURA. 64. INTERFAZ “PANTALLA DE REGISTRO DE MATERIA PRIMA / ANALIZAR FOTOS” .....	98
FIGURA. 65. INTERFAZ “PANTALLA PARA SUBIR LAS IMÁGENES” .....	98

FIGURA. 66. INTERFAZ “PANTALLA DE IMÁGENES CARGADAS AL SISTEMA” .....	99
FIGURA. 67. INTERFAZ “PANTALLA DE IMÁGENES CARGADAS A LA BASE DE DATOS”.....	99
FIGURA. 68. INTERFAZ “PANTALLA DE CON IMÁGENES ANALIZADAS” .....	99
FIGURA. 69. INTERFAZ “PANTALLA GENERAL DE REGISTROS” .....	100
FIGURA. 70. INTERFAZ “PANTALLA DEL PRIMER REPORTE” .....	100
FIGURA. 71. INTERFAZ “PANTALLA DEL SEGUNDO REPORTE”.....	101
FIGURA. 72. INTERFAZ “PANTALLA DEL TERCER REPORTE” .....	101
FIGURA. 73. INTERFAZ “PANTALLA DEL CUARTO REPORTE”.....	101

## I. INTRODUCCIÓN

Las exportaciones son bienes y servicios que se desarrollan en un determinado lugar y son enviados a otros entornos, con la finalidad de satisfacer una necesidad de uso o de consumo. Las exportaciones internacionales se llevan a cabo entre países reproductores y uno o más países receptores, generando que la exportación sea considerada como uno de los procesos más importantes en el desarrollo de un país [1].

En el 2018 el banco mundial (BM) quién es la organización encargada de las finanzas multinacionales identificó a los países con mayor exportación a nivel mundial. Dentro de sus hallazgos, se encontró a China como país líder con 2,157.000 millones de dólares de las cuales solo el 1.1% es generado por productos alimenticios. En segundo lugar, se encuentra Estados Unidos con un total de 1,900.000 millones de dólares de las cuales solo un 3.2% es generado por productos alimenticios; En tercer lugar, Alemania con un total de 1,401.000 millones de dólares de las cuales el 3.1% es generado por productos alimenticios [2].

En el Perú en marzo del 2020 el Instituto Nacional de Estadística e informática (INEI) junto con la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) reportó que el monto total por exportación fue de 2 537.6 millones de dólares, concluyendo que hubo una variación negativa de 23,7% con respecto a las exportaciones del mes de marzo del 2019, esto se debe a la crisis sanitaria que se está viviendo por consecuencia del virus denominado COVID – 19. En lo que son las exportaciones por sectores tenemos que la exportación del sector agropecuario tiene una variación positiva del 18.1% con respecto al año anterior, siendo la palta, la fruta con mayor exportación con un total de 104,2 millones de dólares con una diferenciación positiva de 259.6% con relación al año pasado. Los países que más consumieron esta fruta fueron los países bajos con 24.1 millones de dólares y España con 67.7 millones de dólares, sin embargo, cabe mencionar que otras de las frutas que tuvieron mayor exportación fueron el mango y los mangostanes con un total de 59.9 millones de dólares, teniendo una alteración positiva de 6.1% con respecto al año anterior. Los principales países

consumidores fueron los Países Bajos con 25.5 millones de dólares y Estados Unidos con 11.7 millones de dólares [3].

El Perú se sitúa como el tercer país con mayor exportación de mangos a nivel mundial, exportando el 60% se envía como fruta fresca, el 20% como congelado, 5% como pulpa y por último el 5% en jugo, todo esto alcanza un total de 350 000 toneladas en la campaña 2017 – 2018 en las variedades de Kent, Edwad, Ataulfo, Haden, Keitt [4].

En abril del 2020 SUNAT hizo un reporte de las exportaciones según las regiones de origen, en donde se devela que las principales exportaciones de cultivos de mangos provienen de las regiones de Piura y Lambayeque con de 142.6 y 30.8 millones de dólares que representa el 70% y 15% de las exportaciones agropecuarias peruanas [5]. Dentro de la región de Lambayeque los principales productores de mangos se encuentran ubicados en Chóchope, Motupe, Olmos, Jayanca, Salas, entre otros [6].

EXOTIC'S PRODUCERS & PACKERS S.A.C es una agroindustrial enfocada en la producción, empaque y comercialización de productos agrícolas como son Palta y Mango, fue fundada en el año 2016 por cuatro productores agrícolas que unieron fuerzas con un mismo fin que es “La exportación sin intermediación”. La fábrica se encuentra ubicada en el centro poblado la viña, a la altura del panamericano norte en el kilómetro 38 en el distrito de Jayanca que pertenece al departamento de Lambayeque. Esta fábrica empacadora tiene la capacidad de procesar 200 toneladas por día ya que cuenta un alto nivel tecnológico y sobre todo un novedoso proceso que se encarga del control fitosanitario de hongos como Antracnosis (pruebas de infección) y Stem End Rot (podredumbre), esto ha hecho que se logre integrar la calidad desde el campo hasta el mercado.

Para que el mango sea debidamente exportado debe cumplir con una serie de estándares de calidad como son CODEX Satna 184-1993, Global G.A.P, HACCP y la norma Mundial de Inocuidad Alimentaria (BRC), además de contar con la aprobación de otras entidades encargados de velar por la calidad alimenticia como las certificaciones SMETA [7].

En la agroindustria analizada, el diagnóstico de mangos exportables y no exportables se realizan de manera manual en dos diferentes áreas durante todo el proceso, estas son: área de muestreo, área de selección. En el área de muestreo donde por medio de un lote mangos evaluados se tiene una perspectiva a futuro sobre las cantidades de mangos de descarte. Los resultados que se dan aquí no son eficientes y mucho menos eficaces debido a que existe una demora en obtener el diagnóstico y lo impreciso que puede resultar el pronóstico.

En efecto, de acuerdo con lo descrito anteriormente, se puede formular el problema como ¿de qué manera se puede contribuir para identificar los mangos KENT no exportables en el área de muestreo de una empresa agroindustrial de la región Lambayeque? Teniendo en cuenta esto, se ha definido como objetivo general: Desarrollar un Sistema inteligente para identificar adecuadamente el mango Kent no exportable en el área de muestreo de una empresa agroindustrial de la región de Lambayeque. Para que se lleve a cabo esto, se plantearon tres objetivos específicos que sirvan de sostén en el desarrollo de este. Los objetivos específicos que se plantearon fueron: Implementar un algoritmo para el preprocesamiento de imágenes de entrada, implementar una red neuronal artificial para una identificación adecuada de los mangos no exportables y obtener la valoración de la usabilidad de la solución de acuerdo con la percepción del usuario.

La presente investigación se encuentra justificada de manera científica dado que los sistemas inteligentes son los más adecuados para ayudar a reducir el costo y margen de error en el área de selección de mangos en la empresa exportadora Exotic's Producers & Packers en el distrito de Jayanca. Estos poseen un conjunto de información en donde se puede sacar conclusiones y acciones mediante el motor de inferencia, el cual está basado en redes neuronales o algoritmos predictivos, la cual permite combinar parámetros para predecir un cierto resultado. La búsqueda de soluciones genera nuevos conocimientos y por lo tanto surgen distintas alternativas de solución a los problemas específicos. Por lo tanto, podemos decir que este sistema inteligente propuesto se representa como una

nueva opción que juntan ciencia y tecnología contribuyendo con el avance de la informática.

Asimismo, se encuentra justificada de manera financiera/económica al contar con un sistema inteligente que realice el correcto seleccionado de mangos exportables nos dará buenos beneficios para la empresa, de esta manera se podrá reducir un costo de producción durante el periodo de la exportación. Este sistema será creado con el objetivo de ayudar en el área de selección puesto que sabemos que la visión humana es engañosa y está propensa a cometer errores que posteriormente se reflejados en pérdidas económicas. Ante la implementación del presente proyecto, se podrían reducir los costos sustanciales en las fábricas procesadoras de todo el país. Por otro lado, en cuanto a la computadora que utilizará el encargado de calidad será brindada por medio del gerente de la empresa, por lo tanto, el costo por parte del encargado es de cero.

Es lamentable ver la cantidad de mangos descartados erróneamente sólo porque no se hizo la clasificación adecuada. Es por tal razón, que se implementará dicho sistema. Este se encuentra debidamente justificado, dado que ayudará al encargado de calidad a detectar la correcta distinción.

Para finalizar, las nuevas tecnologías ayudan a la automatización de fábricas en su proceso de empaclado, tanto para reducir costos y para elevar rentabilidad, basándose en las diferentes metodologías usadas como: Buchanan, además de contar con algoritmos predictivos, entre otras herramientas de la inteligencia artificial que ayudan a la programación ser más eficiente en su desarrollo de la solución al problema. Las computadoras personales y el internet son herramientas fundamentales para poder almacenar información en grandes volúmenes, a las cuales estamos incluyendo dos términos de suma importancia como es el Big data y la minería de datos, esto ayudará en el procesado de datos, convirtiendo en información útil para la empresa; de esta manera se puede deducir que la presente investigación se encuentra justificada tecnológicamente.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA

### 2.1. Antecedentes

En este apartado se realizó una búsqueda sistemática de la literatura con el fin de buscar los más recientes antecedentes que tengan no más de cinco años de antigüedad, de todo lo recolectado los antecedentes seleccionados fueron los siguientes:

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Romero, Marín y Jiménez [8], nos muestran la necesidad de crear un sistema de clasificación por visión artificial de mangos Tommy. Esto se debe a que el proceso de selección es realizado de manera manual, y así mismo existe una gran dificultad por parte de los seleccionadores para la identificación adecuada del mango. Para la solución, emplearon un modelo de Red de Decisión, y para el entrenamiento de la red se ingresaron parámetros como el color y el tamaño del mango, así mismo para el procesamiento de la imagen se utilizaron los métodos de dilatación y erosión para una adecuada segmentación de la imagen. Finalmente, los autores culminaron la investigación de manera correcta.

Asencio y Chuquimarca [9], hablan sobre la problemática que se vive a nivel nacional de Ecuador acerca de la clasificación de los mangos en las empresas Agriproduct y Refin, ambas empresas de sociedad anónima. Este proceso se realiza de manera manual o en algunos casos mecánicos, hecho que la conlleva a realizar esta investigación con la finalidad de innovar dicho proceso, por lo que su investigación la denominó Diseño e implementación de un sistema gestión, monitoreo y digitalización para el proceso de selección de mangos en función de su color, enfocada a la industria 4.0 para optimizar el rendimiento de la producción. Para desarrollar este proyecto se aplicó visión artificial para el procesamiento de imágenes en tiempo real mediante un Raspberry Pi 3 con su respectiva cámara para la captación de los colores de la fruta. Finalmente, el autor al implementó el sistema de visión artificial con Python y OpenCV lo que le permitió obtener buenos resultados en la clasificación de los mangos.

Medina, Santana y Leo [10], nos hablan sobre el gran negocio complejo que se ha convertido la producción agrícola y, sobre todo, la poca accesibilidad a la información para la toma de decisiones. La solución que plantean es el uso de los sistemas expertos, ya que lo consideran un instrumento poderoso con gran potencial para esta actividad. Los cultivos que se estudiaron en esta investigación fueron el arroz, tabaco, tomate, pimiento, maíz, pepino y frijol. Para el desarrollo de esta investigación se hizo el uso de SWI-Prolog de tal manera que esto ayudó en la creación de la base de conocimientos. Esto permite que el sistema se base en reglas de producción y por lo tanto generé un diagnóstico eficiente y eficaz en su diagnóstico.

Sandoval, Sandoval y Castillo [11], en su investigación nos comentan acerca del gran reto que tienen los agricultores y floricultores en el tema del diagnóstico de plagas y enfermedades en plantas ornamentales. Esta investigación tuvo como objetivo ayudar a personas no expertas en el tema. Como solución plantearon el uso de los sistemas expertos que se apoyan en las herramientas de ATOM, así como también el uso de código PHP y HTML. Todo se respaldó en el gestor de base de datos MySQL.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Urteaga [12], describe el aumento de interés que han tomado los sistemas inteligentes (SI) en estos últimos años. El sector que eligió para su investigación fue el Agroindustrial la cual considera que existen variedad de posibilidades y diversas formas de utilizar los sistemas inteligentes en las diferentes áreas como cosechas, sembríos y la detección de plagas que presentan los cultivos. La tecnología utilizada por el autor fue el uso del software SWI-Prolog-Editor.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Piscoya [13], muestra la necesidad de implementar un sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de sandía ya que agricultores sembradores de sandía de la provincia de Ferreñafe cuenta con un problema en el reconocimiento de

las plagas del cultivo mencionado. Para llevar a cabo el desarrollo de dicha investigación se hizo una aplicación móvil que hace uso de algoritmos de la inteligencia artificial. Finalmente, el autor concluyó que, con la implementación de este sistema, logró obtener la información que el agricultor necesita en un tiempo aproximadamente de 4 segundos de respuesta, así mismo se logró aumentar su nivel de información en un 54.7%.

## **2.2. Bases Teórico - Científicas**

### **2.2.1. Inteligencia Artificial (IA)**

Nilsson [14], define a la Inteligencia Artificial (IA) como una de las grandes ramas de la informática, ya que es una tecnología encargada de imitar la inteligencia humana aplicada al computador. Así mismo, tiene la capacidad de simular los procesos de inteligencia humana por parte de las máquinas. Los procesos de aprendizaje para esta tecnología se dan por la recolección de datos, el procesamiento y la autocorrección. Las aplicaciones particulares de la inteligencia artificial están dentro de los sistemas expertos, reconocimiento de voz y visión artificial.

#### **Categorías de la Inteligencia Artificial**

Ruseell y Norving [15], en su libro Inteligencia Artificial Un enfoque Moderno podemos ver que organiza en cuatro categorías a la inteligencia artificial.

##### **- Sistemas que piensan como humanos**

En esta categoría se puede observar la existencia de programas de cómputo que tratan de imitar el pensamiento humano, por lo cual el proceso de información que realizan las redes neuronales artificiales (RNA) se relaciona con los procesos que se realizan a diario tanto en la toma de decisiones como en la solución de problemas de cualquier campo de la ciencia.

##### **- Sistemas que piensan racionalmente**

En esta categoría se llega a un grado mayor, ya que no solo se trata de imitar el pensamiento humano si no de pretender alcanzar el razonamiento humano como en algunos sistemas expertos se da al momento que adquieren los datos para luego ser procesados racionalmente y por último dar una respuesta correcta.

- **Sistemas que actúan como humanos**

En esta categoría ya no se dan los programas de computación sino ahora más complejo como son las máquinas que intentan simular la acción del ser humano como la de realizar alguna actividad física que aún no reemplazaría al ser humano perfectamente.

- **Sistemas que actúan racionalmente**

En esta última categoría se busca tratar de imitar la acción física del ser humano, como ejemplo tenemos a los agentes inteligentes y los robots.

### **2.2.1.1. Machine learning**

Harrington [16], nos habla que el tema del aprendizaje automático se aplica principalmente en la informática, hay otras disciplinas que aplican este tema como son las geociencias. Esta herramienta hace uso de la estadística enfocada a dar soluciones factibles a ciertos problemas a raíz de la interpretación y la actuación de los datos obtenidos, mediante técnicas de aprendizaje.

La mayoría de las personas tienen un conocimiento erróneo de la estadística ya que creen que es una ciencia incomprensible y que solo se usa en empresas para fines como mentir sobre la calidad de sus productos. El resto de la gente piensa que la estadística sirve de gran ayuda para la solución de problemas, cabe resaltar que no todos los problemas son resueltos por la estadística. Un ejemplo de la aplicación de estadística tenemos a la motivación de los humanos ya que es muy difícil de modelar. El tener más del 50% correcto en las ciencias sociales es una investigación exitosa. Un ejemplo que nos brinda es sobre los problemas que no se pueden modelar de una manera adecuada y completa es el estudio de la felicidad humana la cual no se puede pronosticar de diferentes eventos, esto se debe a que la felicidad varía de persona a persona y cabe resaltar que cada persona es diferente en su forma de actuar. Por lo tanto, se concluye que la felicidad humana es difícil de modelar y es aquí donde la estadística se utiliza.

### 2.2.1.1.1. Metodología general de machine learning

Para el desarrollo de la metodología machine learning se requiere de un proceso o etapas que tienen como finalidad llegar a la meta establecida, estas etapas serán mencionaremos a continuación Castillo [17]:

#### ▪ **Etapa 1: Definir el objetivo**

Esta primera etapa consiste en entender el problema a resolver y tener los datos que se van a necesitar posteriormente para el entrenamiento. Para ello se realiza unas preguntas como:

- ¿Qué exactamente deseamos hacer?
- ¿Cómo podremos hacerlo?
- ¿Es posible realizarlo con los datos que tengo?

#### ▪ **Etapa 2: Recolección de los datos**

En esta etapa se lleva a cabo la recolección de los datos que van a hacer posteriormente utilizado por el algoritmo de machine learning.

#### ▪ **Etapa 3: Preparar los datos**

Esta etapa se realiza lo que es el procesamiento de los datos, aquí se convierten los datos en formas productivas. Por ejemplo, tenemos que eliminar o inferir los datos perdidos, categorizar los valores de las variables para que puedan ser comparables.

#### ▪ **Etapa 4: Elección del algoritmo**

Aquí en esta etapa se logra identificar el algoritmo que más se adecuada al problema. Para seleccionar el algoritmo primero se debe de reconocer en que grupo se entra el problema a resolver de las cuales son:

- Aprendizaje supervisado
- Aprendizaje sin supervisión
- Aprendizaje por refuerzo

**▪ Etapa 5: Entrenar el modelo**

En esta etapa se tiene que entrenar al algoritmo con los datos obtenidos, en este caso son las fotos de los mangos de las cuales solo se van a utilizar el 70% de esa data.

**▪ Etapa 6: Validación del modelo**

En esta etapa se realiza la validación de nuestro modelo con la data restante, en este caso será el 30% de toda la data obtenida. Esta data servirá de prueba para correr el algoritmo para que posteriormente se evalúen los resultados obtenidos.

**▪ Etapa 7: Predicción**

Esta es la última etapa de la metodología de machine learning, es aquí donde el modelo ha superado el problema de aprendizaje automático (overfitting), por consiguiente, se pasa a realizar la predicción con nuevos datos.

**2.2.1.2. Deep Learning**

Deep Learning como también conocido como el aprendizaje profundo es una de las ramas de machine learning, está compuesto por las distintas estructuras de redes neuronales que son utilizadas para realizar el aprendizaje de sucesivas capas de representaciones que son cada vez más significativas de los datos. Deep Learning hace referencia a la gran cantidad de capas representativas que se utilizan para el modelo, por lo general suelen utilizar decenas e incluso cientos con tal que aprenda automáticamente a medida que el modelo este entrenado con los datos.

**2.2.1.2.1. Redes Neuronales Artificiales (RNA)**

Ruseell y Norving [15], puntualizan que el cerebro humano es un sistema demasiado complejo que está conformado por millones de neuronas que se encargan de recoger, procesar y emitir señales eléctricas, por lo tanto, las redes neuronales artificiales están inspiradas en las neuronas biológicas del cerebro humano que intentan asemejar la estructura hardware del cerebro para crear

sus características computacionales. Estos sistemas son capaces de aprender por medio de la experiencia y los datos recolectados por el entorno, ya que estos mismos son procesados por algoritmos y son clasificados ya sean paralelos, distribuidos y adaptivos

#### **2.2.1.2.1.1. Características de una RNA**

Una Red Neuronal Artificial está conformada por neuronas artificiales que se encargan del procesamiento de la data que a partir de un vector de entrada hace que produzca una respuesta única.

Castillo [17], nos menciona que existen tres tipos de neuronas artificiales:

- **Neuronas de entrada:** Estas neuronas son las encargadas de recibir las señales del entorno a través de sensores o cualquier otro sistema.
- **Neuronas de salida:** Estas neuronas son las encargadas de enviar as señales fuera del sistema cuando ya se ha culminado el procesamiento de la información.
- **Neuronas ocultas:** Estas neuronas son las únicas que no tienen contacto con el exterior, por lo tanto, son ellas las encargadas del procesamiento de la data.

#### **2.2.1.2.1.2. Arquitectura de las RNA**

Serrano, Soria y Martín [18], nos menciona que las estructuras neuronales son clasificados de acuerdo con los siguientes criterios:

##### **❖ Según el número de capas**

- **Redes neuronales monocapa:** Esta red también es llamada como Perceptrón simple, ya que se caracteriza por ser una sencilla red neuronal. Posee una única capa de neuronas donde se proyectan las entradas a una capa de salida en donde se realizan los diferentes cálculos.

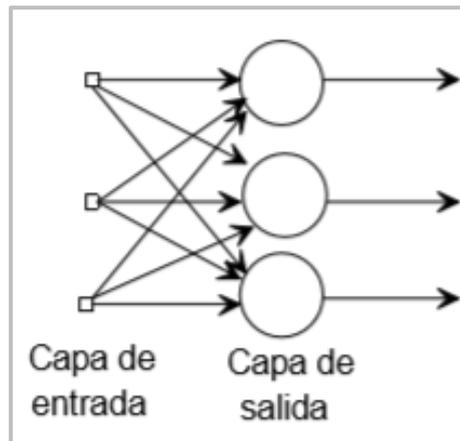


Figura. 1. "Redes neuronales Monocapa" [19]

### ▪ Redes neuronales multicapa

Esta Red Neuronal se caracteriza por tener un conjunto de capas ocultas que están ubicadas en entre la capa de entrada y salida.

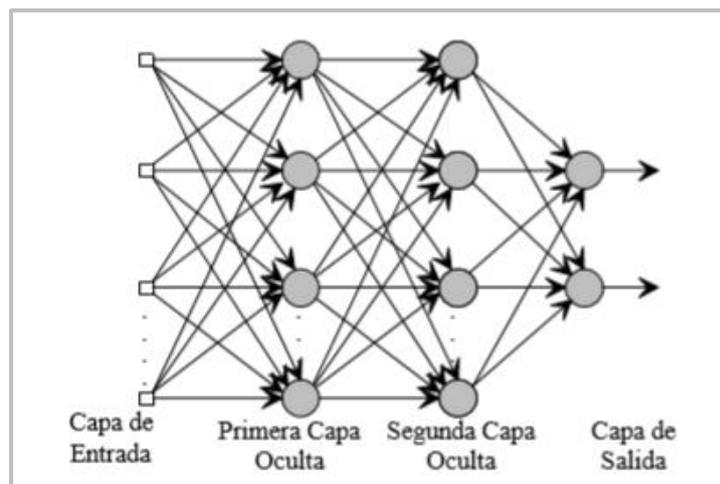


Figura. 2. "Redes neuronales Multicapa" [19]

### ▪ Redes neuronales convolucionales (CNN):

Las redes neuronales convolucionales son un tipo de red neuronal con aprendizaje supervisado que utiliza el reconocimiento y procesamiento de imágenes la cual esta específicamente diseñada para procesar datos de píxeles. Este tipo de red está compuesta por varias capas ocultas especializadas y con jerarquía, cuya finalidad es que las primeras capas puedan detectar las líneas y curvas de las cuales se van especializando hasta que llegan a las capas más

profundas que reconocen formas complejas como un rostro o la silueta de un animal.

#### ❖ Según el tipo de conexiones

- **Redes neuronales no recurrentes:** Esta red se conoce por que se propaga en un solo sentido, por lo que no existe ninguna posibilidad de retroalimentación ya que su estructura lógica no tiene memoria.

- **Redes neuronales recurrentes:** Esta red se conoce por tener lazos, esto le permite que tenga una retroalimentación entre neuronas de distintas capas. Su estructura lógica se considera la más acorde para el estudio de la dinámica de sistemas no lineales.

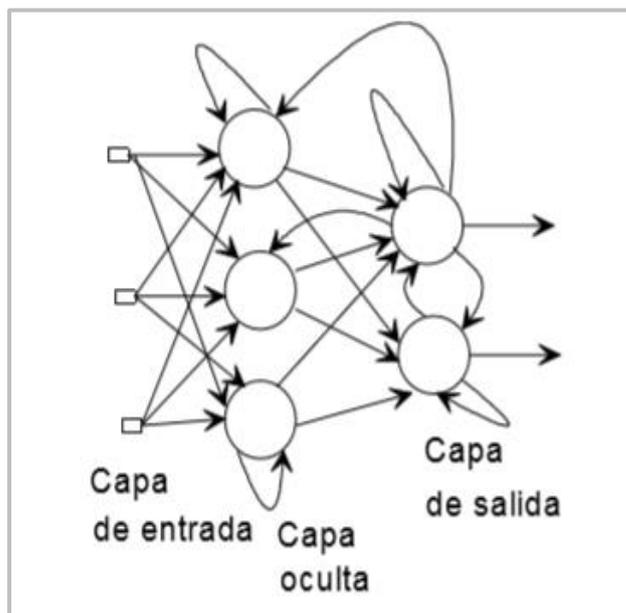


Figura. 3. "Redes neuronales Recurrentes" [19]

#### ❖ Según el grado de conexión

- **Redes neuronales totalmente conectadas:**

En este caso la red crea una relación con todas las neuronas de una capa de red no recurrente y con las recurrentes también.

- **Redes parcialmente conectadas:**

En este tipo de red no existe ninguna conexión entre las diferentes capas.

## 2.2.2. Mango KENT

### 2.2.2.1. Características de los mangos KENT exportables

Hidalgo y Estrella [20], en el Perú se cultivan dos tipos de mangos como son los mangos injertados y los mangos no injertados de las cuales el tipo que se llega a exportar son los injertados, dentro de ellos tenemos a las variedades de Haden, Kent, Tommy Atkins y Edward.

TABLA I  
TIPOS Y CARACTERÍSTICAS DE MANGOS EXPORTABLES

Tipo	Tamaño	Color	Forma	Sabor	Cosecha
Kent	500 a 800 g	Amarillo anaranjado o con chapa rojiza a la madurez	Ovalada orbicular	Agradable, jugoso, poca fibrosidad y alto contenido de azúcares	Variedad semi tardía
Haden	380 – 700 g	Color rojo – amarillo, con chapa rojiza	Ovalada	Agradable, pulpa firme	Variedad de media estación
Tommy y Atkins	600 g	Rojo intenso	Oblonga, oval	No agradable y no tiene aroma	Variación tardía

### 2.2.2.2. Estándares de calidad de mangos exportables

Para que el mango pueda ser exportados a distintos países del mundo debe cumplir una serie de normas, en este caso se le llama los estándares de calidad las cuales se especifican en las normas CODEX STAN 184 – 1993 y la Norma Técnica Peruana NTP011.010 2002.

En este caso para que el mango sea de tipo exportable de cumplir con:

#### a) Los requisitos mínimos:

Los requerimientos mínimos que exigen al momento de transportan los mangos son:

1. Los mangos deben estar enteros
2. Tener una consistencia firme
3. Tener un aspecto que sea fresco
4. Estar debidamente sanos
5. Estar totalmente limpios y libres de cualquier materia extraña visible.
6. Estar libre de la secreción del látex.

7. No tener manchas necróticas.
8. No tener ninguna quemadura por el latex
9. No tener quemaduras por los rayos del sol
10. No tener alteraciones en la cáscara por las rozaduras del viento.
11. No tener magulladuras profundas
12. No debe tener daños producidas por plagas
13. No debe contener daños por las temperaturas bajas
14. Estar libre de la humedad anormal que se da en el exterior
15. Estar libres de cualquier olor o sabor extraño a lo normal.
16. Estar adecuadamente desarrollados y presentar el correcto grado de madurez.
17. Tener forma respectiva de la variedad (no malformados)
18. Mostrar el pedúnculo no menor a 0.5 cm de longitud con un corte transversal.
19. Acatar las especificaciones fitosanitarias establecidas.

**b) Clasificación:**

Los mangos se clasifican en tres categorías: Categoría extra, Categoría I y Categoría II.

▪ **En la categoría de extra:**

se exige que el mango a exportar esté libre de cualquier daño ya sea por quemaduras del sol o quemaduras producidas por el látex. aquí se permite mínimamente las alteraciones que afectan a la calidad del mango entre ellas esta las lesiones mecánicas que se dan en la cosecha, cultivo o en el transporte.



Figura. 4. "Mango Extra" [21]



Figura. 5. "Mango con mínima alteración en la cáscara" [21]

- **Categoría I:**

En esta categoría los mangos de deben estar en buena calidad, se permite alteraciones mínimas con las rozaduras debido al viento.

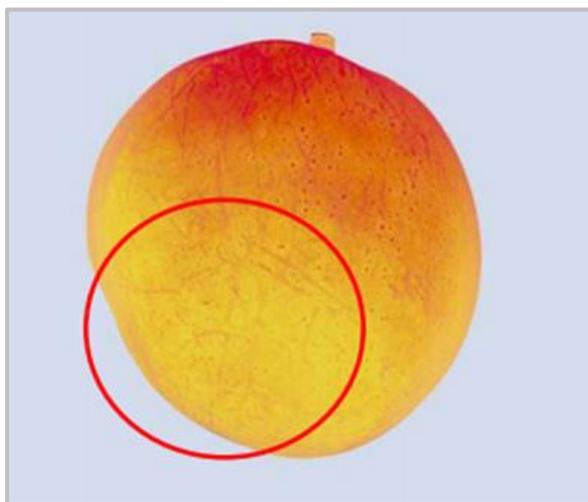


Figura. 6. "Mango con mínima alteración en la cáscara" [21].

- **Categoría II:**

En esta categoría se ve al mango que cumplen los requisitos mínimos pero que no son de gran calidad que digamos.



Figura. 7. “Mangos con defectos leves de forma” [21]



Figura. 8. “Mango con alteración en la cáscara por rozaduras del viento” [21].



Figura. 9. “Mango con lenticelas oscuras” [21].

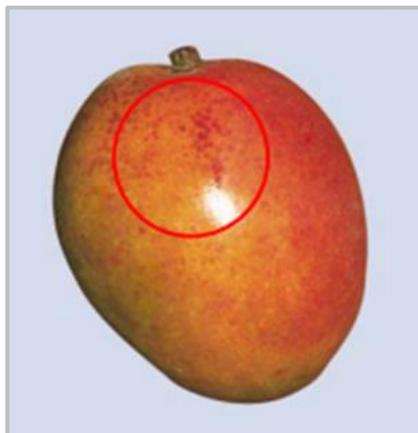


Figura. 10. “Mango con lenticelas rojizas esparcidas” [21].



Figura. 11. “Mango con amarillamiento debido a la exposición directa del sol” [21].

Cabe resaltar que en ninguna de las categorías mencionadas se permite la alteración interna del mango.

### c) Clasificación según los calibres

Aquí es donde el calibre es determinado por el peso de la fruta.

TABLA II  
CLASIFICACIÓN DEL MANGO SEGÚN SU PESO

Código de calibre	Peso
6	630 – 720 gr
7	555 - 620 gr
8	488 – 555 gr
9	425 – 488 gr
10	380 – 425 gr
12	320 – 380 gr
14	280 – 320 gr

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo de investigación

Con lo mencionado por Murillo [22], en su investigación sobre los métodos de investigación de enfoque experimental se puede relacionar que esta investigación es de tipo experimental, debido a que se manipulará al menos una de las variables de estudio llamada independiente que sufre un cambio intencionalmente y qué los efectos se observan en la variable llamada dependiente. El diseño de la investigación más adecuado que se optó por desarrollar es  $G O_1 X O_2$ . Teniendo en cuenta que:

##### **G: Grupo de sujetos**

En este caso el área de muestreo de la empresa agroindustrial de la región de Lambayeque.

##### **O<sub>1</sub>: Observación Previa**

Son los resultados del muestreo natural que realizan los del área.

##### **X: Tratamiento.**

Es el Sistema Inteligente, que viene siendo la solución al problema.

##### **O<sub>2</sub>: Observación posteriores**

Son los resultados que se tienen después de implementar el sistema inteligente.

#### 3.2. Métodos de investigación

Shong [23], en su investigación documental que realizó sobre los métodos y técnicas de la investigación, ayudó a comprender bien en qué consistía cada uno de ellos, una vez obtenidos estos conocimientos, se logró elegir los métodos más adecuados para esta investigación.

TABLA III  
MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Método	Descripción
Análítico	Estudiar y analizar los procesos de producción que tiene la empresa agroindustrial de Lambayeque para encontrar la problemática.
Deductivo	Se estableció una estrategia de solución al problema encontrado
Revisión de la literatura	Se hizo una revisión de la literatura para ver que tanto se investigó en temas similares.
Implementación	Se implementó una red neuronal artificial de tipo convolucional para obtener un modelo computacional que permita diagnosticar imágenes

### 3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En este apartado se escriben las técnicas y sus instrumentos a utilizar. Para una mejor visualización se creó la siguiente tabla.

TABLA IV  
TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Técnicas	Instrumento	Elementos de la población	Propósito
Entrevista	Guía de entrevista y preguntas abiertas. (ver Anexo 02)	Personal encargado de hacer el muestreo	Conocer la problemática según sus diagnósticos realizados.
Observación	Guía de observación	Mangos	Conocer la forma morfológica del mango
Análisis de documentos	Estudio de archivos del encargado de calidad. (ver Anexo 03)	Archivos del encargado de calidad	Poder transformar los datos en variables a utilizar para el proyecto
Redes neuronales	Python y librerías	Imágenes de mangos	Crear un modelo computacional con aplicación de escritorio para detectar los mangos Kent no exportables

### 3.4. Procedimientos

#### 3.4.1. Metodología de desarrollo

En esta etapa podemos apreciar las diferentes iteraciones que tienen cada una de las metodologías realizadas, como son: la Metodología General de Machine Learning y la Extreme Programming (XP).

##### 3.4.1.1. Metodología General de Machine Learning

###### 1. Iteración #1: Definir el objeto

Aquí vamos a llevar a cabo una iteración la cual es la:

- ✓ Definición de los requerimientos funcionales y no funcionales.

###### 2. Iteración #2: Recolección de los datos

Aquí vamos a llevar a cabo una iteración la cual es la:

- ✓ Recolección de fotos de mangos para usar en el modelo.

###### 3. Iteración #3: Preparar los datos de entrada

Aquí vamos a llevar a cabo dos iteraciones de las cuales son:

- ✓ Procesamiento de las imágenes de mangos.
- ✓ Clasificar los datos que se van a utilizar en el entrenamiento y validación.

###### 4. Iteración #4: Elección del algoritmo

Aquí vamos a llevar a cabo una iteración la cual es la:

- ✓ Se selecciona el modelo más adecuado para la solución del problema.

#### **5. Iteración #5: Entrenar el modelo**

Aquí vamos a llevar a cabo una iteración la cual es la:

- ✓ Se ejecuta el modelo con los datos de entrenamiento.

#### **6. Iteración #6: Implementación y Prueba**

Aquí vamos a llevar a cabo una iteración la cual es la:

- ✓ Se realizan las pruebas de validación.

#### **7. Iteración #7: Predicción**

Aquí vamos a llevar a cabo dos iteraciones de las cuales son:

- ✓ Se ejecuta el modelo en tiempo real.
- ✓ Se implementa la aplicación de escritorio con el modelo entrenado para detectar los mangos no exportables.

### **3.4.1.2. Metodología ágil Extreme Programming(XP)**

#### **1. Iteración #1: Fase de exploración**

Aquí vamos a llevar a cabo tres iteraciones de las cuales son:

- ✓ Se reúne toda la información que pueda existir sobre el tema a tratar.
- ✓ Se evalúa la situación actual.
- ✓ Se realiza una gestión de los posibles riesgos.

#### **2. Iteración #2: Fase de Planificación**

Aquí vamos a llevar a cabo cuatro iteraciones de las cuales son:

- ✓ Se realizan las historias de usuarios.
- ✓ Se establecen las prioridades según los requerimientos.
- ✓ Se definen las iteraciones.
- ✓ Se asignan parejas

#### **3. Iteración #3: Fase de Planificación**

Aquí vamos a llevar a cabo cuatro iteraciones de las cuales son:

- ✓ Se realizan el diseño de la arquitectura del sistema.
- ✓ Se realizan el diseño de la infraestructura del sistema.
- ✓ Se realiza el diseño de la base de datos.
- ✓ Se diseñan las interfaces.

#### **4. Iteración #4: Fase de Codificación**

Aquí vamos a llevar a cabo dos iteraciones de las cuales son:

- ✓ Se van a definir y desarrollar las tareas de iteraciones.
- ✓ Se van a realizar las tarjetas Clase – Responsabilidad – Colaboración (CRC).

#### **5. Iteración #5: Fase de Prueba**

Aquí vamos a llevar a cabo dos iteraciones de las cuales son:

- ✓ Realizar las pruebas de caja negra
- ✓ Realizar las pruebas de caja blanca

### **3.4.2. Producto acreditable**

#### **1. Arquitectura**

Se diseñó una arquitectura adecuada para el buen funcionamiento del sistema inteligente, esto se puede ver reflejado en el ítem 4.1.2.3.

#### **2. Infraestructura tecnológica**

Teniendo en cuenta la arquitectura ya definida se procese a definir las características de cada uno de sus componentes en el ítem 4.1.2.3. en la fase #3 de Diseño.

#### **3. Interfaces**

Las interfaces del sistema a utilizar se construyeron con el propósito de ayudar al proceso de muestreo de la empresa agroindustrial de la región de Lambayeque. Esto se llevó a cabo

con la ayuda del código fuente PHP, las mismas que se muestran en el ítem 4.1.2.3. Iteración #3: Diseño, sección Diseño de interfaces.

### **3.4.3. Manual de usuario**

Se realizó un manual de usuario para que sirva de ayuda al encargado de la calidad en el uso del manejo del sistema inteligente para el apoyo del diagnóstico de los mangos no exportables en la empresa agroindustrial de la región Lambayeque que se implementará. El *Anexo N.º 03* se mostrará más a detalle sobre este apartado.

### 3.5. Matriz de consistencia

TABLA V  
MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA		MÉTODOLÓGÍA DE INVESTIGACIÓN			
¿De qué manera se puede contribuir para identificar los mangos KENT no exportables en el área de muestreo de una empresa agroindustrial de la región Lambayeque?		TIPO DE INVESTIGACIÓN			
		Experimental			
OBJETIVO GENERAL	MÉTODO	DESCRIPCIÓN			
Desarrollar un Sistema inteligente para identificar adecuadamente el mango Kent no exportable en el área de muestreo de una empresa agroindustrial de la región de Lambayeque	Analítico	Estudiar y analizar los procesos de producción que tiene la empresa agroindustrial de Lambayeque para encontrar la problemática.			
	Deductivo	Se estableció una estrategia de solución al problema encontrado			
	Revisión de la literatura	Se hizo una revisión de la literatura para ver que tanto se investigó en temas similares.			
	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	ELEMENTOS DE LA POBLACIÓN	PROPÓSITO	
	Entrevista	Guía de entrevista y preguntas abiertas.	Personal encargado de hacer el muestreo.		Conocer la problemática según sus diagnósticos realizados.
Observación	Guía de observación	Mangos		Conocer la forma morfológica del mango.	
Análisis de documentos	Estudio de archivos del encargado de calidad	Archivos del encargado de calidad		Poder transformar los datos en variables a utilizar para el proyecto	
Redes neuronales	Python y librerías	Imágenes de mangos		Crear un modelo computacional con aplicación de escritorio para detectar los mangos Kent no exportables	
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	DESCRIPCIÓN DEL LOGRO DE LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS	INDICADORES			
✓ Implementar un algoritmo para el preprocesamiento de imágenes de entrada.	Conocer a profundidad el modelo morfológico del mango. Identificar los atributos que contiene el mango y tener la cantidad de los mangos dependiendo de su calidad (exportables y no exportables).	Porcentajes de asertividad en el reconocimiento del modelo morfológico del mango.			

---

✓ Implementar una red neuronal artificial para una identificación adecuada de los mangos no exportables.	Clasificar a los mangos dependiendo de los atributos de calidad que presenten Se obtendrá un cálculo aproximado de los mangos no exportables según su lugar de origen	Cantidad de mangos no exportables mal detectados.
✓ Obtener la valoración de la usabilidad de la solución de acuerdo con la percepción del usuario.	Aplicar el modelo de evaluación de software que tiene el área de sistemas de la empresa, con la finalidad de tener una valoración del sistema inteligente.	Nivel de desarrollo del sistema.

---

### **3.6. Consideraciones éticas**

Las consideraciones éticas que se tuvieron en cuenta para esta investigación son las siguientes:

✓ **Protección, Resguardo y Secreto de la información:**

Esta investigación hace uso de imágenes de mangos que son exportados a diversos países del mundo. Estas imágenes son utilizadas para el entrenamiento del algoritmo computacional que utiliza el sistema inteligente. Por lo mencionado me comprometo a no divulgar ningún tipo de información a terceras personas.

✓ **Licencias de softwares:**

Para llevar a cabo esta investigación se hizo el uso de distintos softwares, las cuales nos sirvieron como apoyo para el desarrollo de esta. Cabe resaltar que cada aplicativo utilizado fue totalmente gratuito y fueron obtenidos desde la misma página principal de la empresa desarrolladora.

✓ **Recolección de datos**

Uno de los métodos de investigación fue realizar una encuesta al encargado del área afectada. Dicho esto, se procede a restringir el uso de las respuestas obtenidas por parte del representante de la empresa analizada.

✓ **Protección de contraseñas y datos registrados:**

Para contrarrestar la vulnerabilidad de los datos que se procesan en dicha empresa se desarrolló un inicio de sesión que cuenta la encriptación de contraseñas por parte de los usuarios. Al observarse que la empresa cuenta con otras medidas de seguridad cibernética se decidió acoplarse a esas medidas para que el sistema no se encuentre aislado de los demás servicios.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. En base a la metodología utilizada**

#### **4.1.1. Proceso general de Machine Learning**

Para la realización de la solución a la problemática se plantearon dos metodologías a seguir estas son: El Proceso General de Machine Learning y la Metodología Extreme Programming (XP).

#### 4.1.1.1. Iteración #1: Definir el Objeto

Se definieron los requerimientos funcionales y no funcionales.

##### - **Requerimientos funcionales:**

- Acceso al sistema.
- Registrar los administradores.
- Registrar los usuarios.
- Registrar los proveedores.
- Registrar la cantidad de materia prima ingresada.
- Realizar diagnósticos de las muestras.
- Resumen de los diagnósticos realizados por año.
- Resumen de los diagnósticos realizados por proveedor en un determinado año.
- Comparación de diagnósticos con según el tipo de mango en un año de un determinado proveedor.

##### - **Requerimientos no funcionales:**

- Será desarrollado para plataforma web y responsiva para una correcta visualización en las diferentes plataformas digitales.
- Se realizará un manual de usuario con el fin de apoyar en el uso del sistema desarrollado.
- El sistema debe ser sencillo de utilizar y agradable
- Tener alta seguridad con los datos de acceso de los administrador y usuarios.
- Obtener una disponibilidad total al ofrecer sus diagnósticos.

#### 4.1.1.2. Iteración #3: Recolección de datos

En esta parte se llevó a cabo la búsqueda de imágenes por medio de la web, en la empresa a implementar y otra empresa del mismo rubro. En la búsqueda de información (imágenes de mangos de la variedad Kent) se encontraron distintas realidades: La primera fue la poca data que se encontró en internet en este caso hablamos de un total de 15 fotos aproximadamente, se obtuvo el apoyo por parte de empresas externas en este se logró obtener un total de 100 fotos de las cuales ya se encontraban clasificadas, de tal manera que 64 fotos fueron de mangos no exportables y el resto de exportables. Se recibió el apoyo por parte de la empresa estudiada y se recolectó

un aproximado de 3200 fotos de las cuales se realizó un filtro que consistía en eliminar las fotos mal tomadas, fotos de baja calidad y fotos que con contenían mangos Kent, posteriormente a esto se obtuvo 2300 fotos. Cabe mencionar que no se encontraron más repositorios de imágenes de esta variedad de mangos. En la siguiente figura se puede apreciar la carpeta que contiene el total de las fotos recolectadas ya mencionadas anteriormente:



Figura. 12. “Total de imágenes recolectadas”

#### 4.1.1.3. Iteración #3: Preparar la data

En la presente iteración se realizó la preparación de la data de manera ordenada teniendo en cuenta los criterios de selección. Primero se seleccionaron las mejores fotos a procesar, no se tomaron en cuenta las imágenes de baja calidad esto es que los datos que se encuentran alojados en dichas imágenes no pueden ser procesados por su difícil extracción, asimismo no se tomaron en cuenta aquellas imágenes que contienen adhesivos. Después de haber realizado los respectivos filtros de selección de imágenes, se llegó a obtener un total de 1149 imágenes. Estas, se separaron en dos bloques, 575 para mangos exportables y el resto para los no exportables (figura 14). Por consiguiente, se determinó la creación de dos carpetas que fueron utilizadas para el entrenamiento y

validación del modelo. Finalmente, se asignó un 80% de imágenes al paquete de entrenamiento (figura 15) y un 20% al de validación (figura 16).



Figura. 13. "Data procesada"



Figura. 14. "Data de entrenamiento (80%)"



Figura. 15. “Data de entrenamiento (20%)”

#### 4.1.1.4. Iteración #4: Elección del algoritmo

En esta iteración se llevó a cabo la elección del algoritmo a utilizar, por lo tanto, se investigó sobre los algoritmos relacionados a Machine Learning de las cuales se desarrolló una tabla para conocer las diferencias que los caracterizan, con la finalidad de poder elegir uno e integrarlo al proyecto.

TABLA VI  
RESUMEN DE ALGORITMOS [24]

Modelo	Tipo de datos que procesa	Ejemplo
Regresión lineal	números	¿Cuál es la probabilidad de que llueva muy fuerte?
Regresión lógica	números	¿Va a llover?
Árboles de decisión.	texto	¿Debo aceptar una nueva oferta de trabajo?
Naive Bayes	texto	¿Cuál es la probabilidad de que la persona que tenga polo rojo sea Alicia?
Redes neuronales profundas	Voz, Imágenes	Clasificación de imágenes, Reconocimiento de voz.

Después de realizar una revisión de la literatura sobre los algoritmos más utilizados de Machine Learning se llegó a la conclusión que se utilizará el de las redes neuronales profundas de las cuáles se encontraron distintas variedades según el uso que se mostrarán en la siguiente tabla.

TABLA VII  
RESUMEN DE ALGORITMOS [24]

Redes neuronales profundas	Tipo de datos que procesa	Ejemplo
Redes neuronales recurrentes (CNN).	Sonido, texto, vídeo	Reconocimiento de la escritura a mano alzada, composición musical, reconocimiento de voz
Redes neuronales convolucionales (RNN).	Imágenes	Reconocimiento de patrones que conforman la imagen.

Se llegó a la conclusión que el algoritmo más adecuado para la implementación de este proyecto será el de redes neuronales convolucionales (CNN's) ya que es justamente lo que se necesita. Las redes neuronales convolucionales son un algoritmo de Deep Learning que tiene como finalidad imitar la funcionalidad del ojo humano al reconocer y clasificar imágenes por medio de reconocimiento de los patrones que éstas están conformadas.

Los resultados que éstas ofrecen son muy relevantes en las diferentes investigaciones que se vienen llevando a cabo como por ejemplo tenemos el desarrollo de “Una red neuronal convolucional ligera para detectar el COVID-19 a partir de tomografías computarizadas del tórax”, que consistió en reconocer por medio de las tomografías de los pacientes si este se encontraba sano, con neumonía o con el covid-19.

Los resultados que ofrecen estas CNN's no siempre son las adecuadas ya que son dependientes de diferentes factores, entre estos tenemos la cantidad de imágenes de entrenamiento, la calidad de las imágenes tanto para entrenar como las que se van a predecir, la forma de procesamiento de la imagen, entre otros.

Para llevar a cabo el desarrollo es necesarios saber su estructura la cual está conformada por cinco procesos como mínimo de las cuales se componen en diferentes capas como son: **Input, Convolución, Pooling, Flatten, Softmax**. La existencia de otras

capas es la consecuencia del nivel de dificultad del entrenamiento o también para mejorar la precisión del modelo, es necesario mencionar que no son capas diferentes, sino que son la repetición de algunos procesos y este caso filtros.

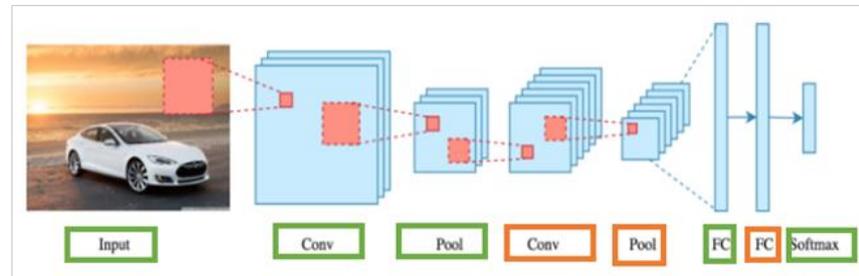


Figura. 16. "Funcionamiento de las CNN's" [24].

**INPUT:** Consiste en procesar la imagen de entrada, esto quiere decir que la imagen al ingresar se va a convertir en una matriz de píxeles, además de eso se va a tomar las dimensiones de la resolución que esta tenga. Si la resolución es muy alta, se le redimensionará para que el entrenamiento sea más eficiente. Esto no quiere decir que la imagen al ser redimensionada va a perder su calidad, sino que va a mantener su calidad y la vez permitirá obtener una mejor predicción. Como por ejemplo si tenemos como entrada a una imagen de  $720 \times 720$  eso será muy proceso muy lento por lo que lo recomendable es pasarlo a las dimensiones de  $150 \times 150$  ya que a menor tamaño más rápido será la predicción. Todo esto se realiza para las imágenes en un solo color (escalas de grises), pero no hay problema con las imágenes de color ya que si tenemos el caso solo agregaríamos 3 canales de colores que tiene cada imagen: RGB (Red, Green y Blue) que tienen valores de 0 a 255. La nueva fórmula sería  $150 \times 150 \times 3$ . Esto traerá como resultado 67 500 neuronas de entrada. Una vez teniendo las capas de entrada es necesario normalizar la data, es decir se transforma cada píxel en valores entre 0 y 1, para eso se divide cada píxel entre el valor más alto que estos tienen es decir 255.

A continuación, se muestra todo el proceso INPUT

- 1) Primero se realiza el proceso de redimensionar en donde la imagen de 720px es convertida a una de 150px esto con la finalidad que la predicción se realice de manera rápida sin

alterar la calidad de la imagen. Este proceso se muestra en la siguiente figura:

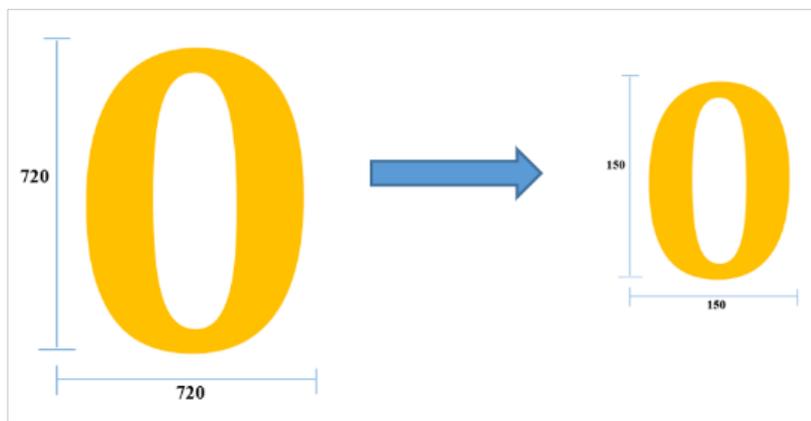


Figura. 17. “Ejemplo de redimensionar” [24]

- 2) Se pasa la imagen a una matriz, si la imagen es a color se pasa a RGB y se normaliza la data con valores que van desde 0 y 1 tal como se muestra en la figura 19.

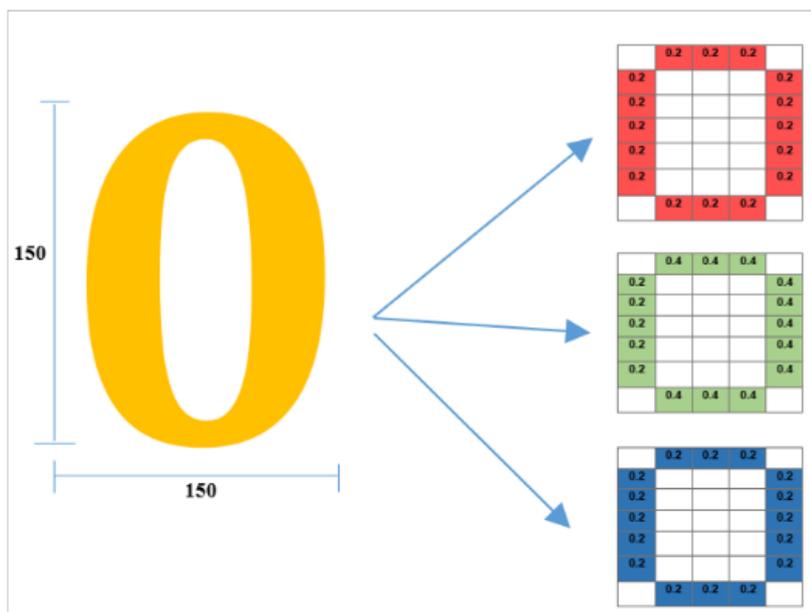


Figura. 18. “Ejemplo de redimensionar” [24]

- 3) Convolución: En esta parte las convoluciones consisten tomar una porción de píxeles de la imagen, para luego ser multiplicada por la matriz del Kernel, este proceso se hace de manera escalona hasta recorrer toda la imagen. Es aquí donde se obtiene como resultados otra matriz que contiene las propiedades más significativas que la imagen posee.

Ejemplos de las convoluciones:

a) Internamente el proceso en donde se realiza el proceso de conversión a una matriz la cual evalúa según los pesos y extrae aquellas que contienen menor peso.

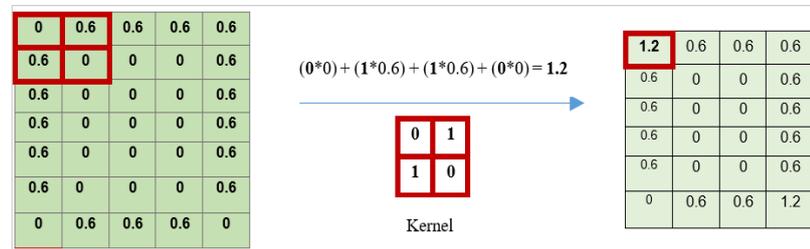


Figura. 19. “Ejemplo del funcionamiento de las convoluciones internamente” [24].

b) Forma representativa: En este proceso se establece si el algoritmo carece de convolución entonces tiende a ser menos eficaz y, si esta contiene demasiadas convoluciones, el diagnóstico se convierte en un proceso lento. En otras palabras, la convolución es aquella encargada de convertir la imagen en partículas para su posterior procesamiento en donde extrae características y las almacena.

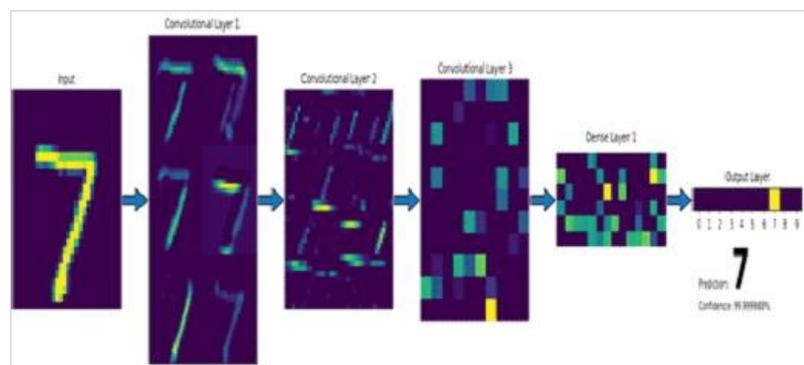


Figura. 20. “Ejemplo del funcionamiento de las convoluciones representativamente” [24].

4) Max Pooling: Es un proceso en el cual consiste agrupar y reducir la imagen aún más, pero no es reducir por querer, sino que se sigue un método en la cual se toma por grupo y se elige el de mayor peso tenga dentro de ese grupo y así sucesivamente se va formando la nueva matriz. Ejemplo:

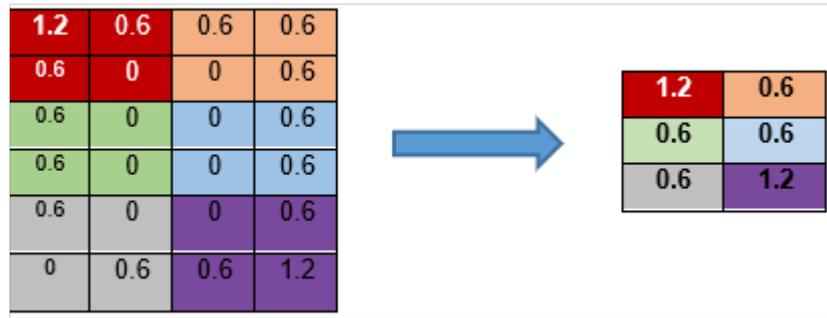


Figura. 21. "Ejemplo del funcionamiento del Max Pooling" [24].

- 5) Capa Flatten: esta etapa se encarga de poner a todos los elementos de la matriz en un vector, con la finalidad de tener una cantidad computacionalmente viable de elementos para que posteriormente sean insertados en la red neuronal.

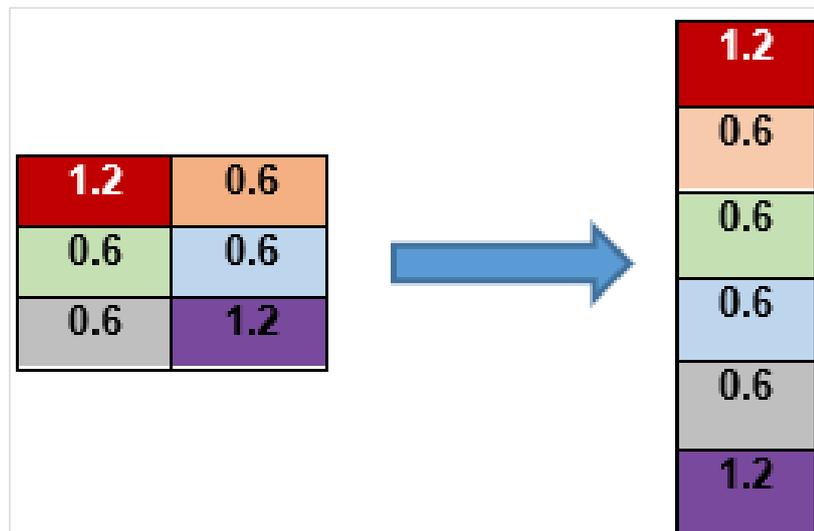


Figura. 22. "Ejemplo del funcionamiento del Max Flatten" [24].

- 6) Softmax: Es la etapa encargada de conectar la capa de salida final (contiene la cantidad de neuronas correspondientes) con la de las clases que estamos clasificando. Por ejemplo, si clasificamos un conejo y un zorro, tendremos 2 neuronas. Pero si le agregamos un león aumentara el total de neuronas a 3, y así sucesivamente con los tipos de entradas que desees.

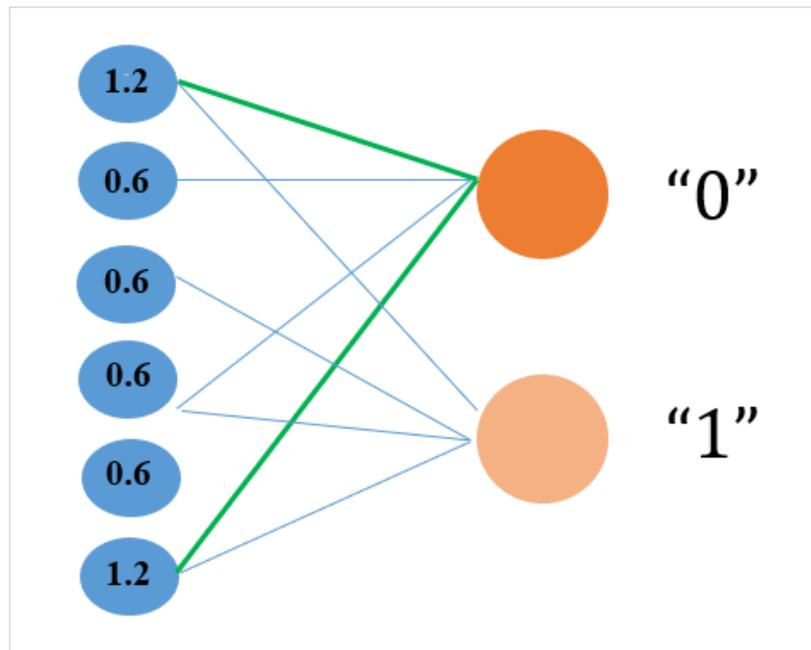


Figura. 23. “Ejemplo del funcionamiento del Softmax” [24]

- 7) Las salidas que obtenemos del entrenamiento recibirán un formato conocido como “ONE-HOT.ENCODING” que asignará para el número cero y uno. Las respuestas de [1,0] y [0,1] pero en el caso que se agregue una consonante “N” sería [1,0,0]; [0,1,0]; [0,0,1].

#### 4.1.1.5. Iteración #5: Entrenar el algoritmo

En esta etapa de la metodología se ha llevado a cabo la ejecución del algoritmo ya determinado. Para que esto se desarrolle se plasmó una secuencia de pasos a seguir que se muestran a continuación:

1. Se procede a leer la data de entrenamiento (imágenes de mangos recolectadas). En este apartado se designa la dirección de origen de las imágenes a procesar. A continuación, se muestra el código de lectura de la data:

```
data_entrenamiento = \
'/content/drive/My Drive/Colab Notebooks/Data Elmer/Entrenamiento'
data_validacion = \
'/content/drive/My Drive/Colab Notebooks/Data Elmer/Validacion'
```

Figura. 24. “Código de lectura de data”

2. Se realiza el Pre-Procesamiento de las imágenes que consiste en: redimensionar las imágenes, obtener su patrón en RGB, determinar sus clases y definir la cantidad que van a hacer para entrenamiento y la validación. Todo esto se ve reflejado en la siguiente imagen:

```
longitud, altura = 150, 150
clases = 2
entrenamiento_datagen = ImageDataGenerator(
    rescale=1. / 255,
    horizontal_flip=True)

test_datagen = ImageDataGenerator(rescale=1. / 255)

entrenamiento_generador = entrenamiento_datagen.flow_from_directory(
    data_entrenamiento,
    target_size=(altura, longitud),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical')

validacion_generador = test_datagen.flow_from_directory(
    data_validacion,
    target_size=(altura, longitud),
    batch_size=batch_size,
    class_mode='categorical')
print(entrenamiento_generador.class_indices)
print(validacion_generador.class_indices)
```

Figura. 25. "Algoritmo de preprocesamiento"

3. Determinar el modelo secuencial que se desarrolló con cinco capas de convolución y cuatro de Max Pooling. A continuación, se mostrará el proceso interno:

```
Model: "sequential_1"
```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d_5 (Conv2D)	(None, 150, 150, 64)	832
max_pooling2d_4 (MaxPooling2D)	(None, 75, 75, 64)	0
conv2d_6 (Conv2D)	(None, 75, 75, 64)	16448
max_pooling2d_5 (MaxPooling2D)	(None, 37, 37, 64)	0
conv2d_7 (Conv2D)	(None, 37, 37, 64)	16448
max_pooling2d_6 (MaxPooling2D)	(None, 18, 18, 64)	0
conv2d_8 (Conv2D)	(None, 18, 18, 64)	16448
max_pooling2d_7 (MaxPooling2D)	(None, 9, 9, 64)	0
conv2d_9 (Conv2D)	(None, 9, 9, 64)	16448
flatten_1 (Flatten)	(None, 5184)	0
dense_2 (Dense)	(None, 64)	331840
dense_3 (Dense)	(None, 2)	130

```

Total params: 398,594
Trainable params: 398,594
Non-trainable params: 0

```

Figura. 26. "Modelo Secuencial"

4. El modelo en ejecución nos muestra los siguientes resultados la cual se ven muy productivos ya que si la predicción se aproxima a uno es un modelo de buenas expectativas.

```

Epoch 1/10
18/18 [=====] - ETA: 0s - loss: 0.5813 - categorical_accuracy: 0.6818WARNING:te
18/18 [=====] - 42s 2s/step - loss: 0.5813 - categorical_accuracy: 0.6818 - val
Epoch 2/10
18/18 [=====] - 35s 2s/step - loss: 0.2440 - categorical_accuracy: 0.9126
Epoch 3/10
18/18 [=====] - 35s 2s/step - loss: 0.1286 - categorical_accuracy: 0.9563
Epoch 4/10
18/18 [=====] - 35s 2s/step - loss: 0.0450 - categorical_accuracy: 0.9895
Epoch 5/10
18/18 [=====] - 39s 2s/step - loss: 0.0198 - categorical_accuracy: 0.9930
Epoch 6/10
18/18 [=====] - 35s 2s/step - loss: 0.0070 - categorical_accuracy: 0.9983
Epoch 7/10
18/18 [=====] - 36s 2s/step - loss: 0.0011 - categorical_accuracy: 1.0000
Epoch 8/10
18/18 [=====] - 35s 2s/step - loss: 7.5071e-04 - categorical_accuracy: 1.0000
Epoch 9/10
18/18 [=====] - 35s 2s/step - loss: 2.6286e-04 - categorical_accuracy: 1.0000
Epoch 10/10
18/18 [=====] - 36s 2s/step - loss: 2.0194e-04 - categorical_accuracy: 1.0000

```

Figura. 27. "Resultados del entrenamiento"

#### 4.1.1.6. Iteración #6: Validación

Para la validación del modelo se seleccionó una carpeta con veinte imágenes de mangos, de la cuales han sido utilizadas para las pruebas correspondientes. Se obtuvo como respuesta que diecisiete imágenes fueron acertadas y tres fueron confundidas, es así donde se saca su proporcional de los resultados, siendo el 85% asertivo y un 15% de margen de error. Esto se puede apreciar en las imágenes evaluadas:

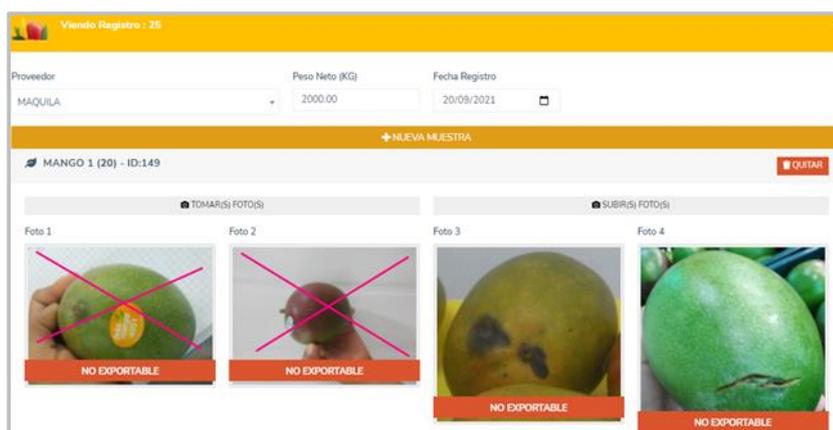


Figura. 28. “Parte uno de la validación”

Como se puede apreciar en la foto uno y dos, la respuesta es errónea ya que es un mango exportable, pero sin embargo no da una respuesta errónea, esto se debe a que el modelo computación fue entrenado con imágenes de mangos sin stiker y sin manos sosteniendo.

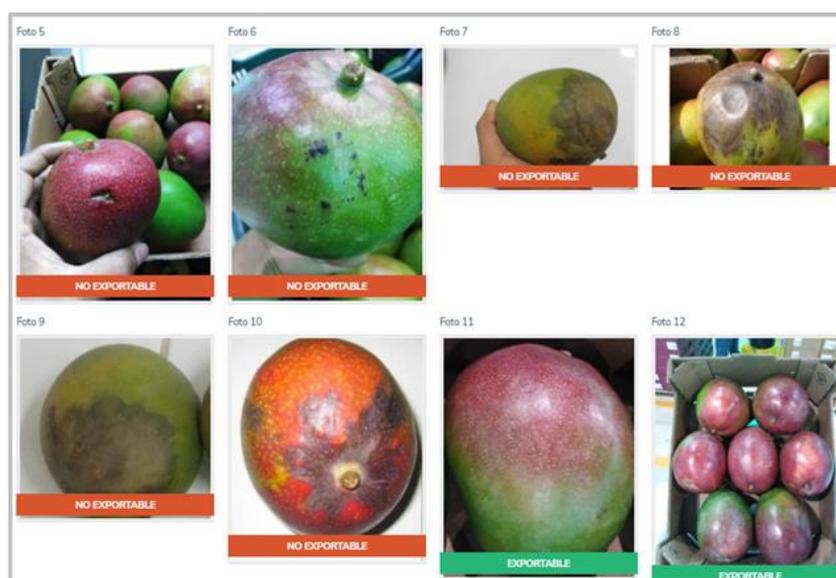


Figura. 29. “Parte dos de la validación”

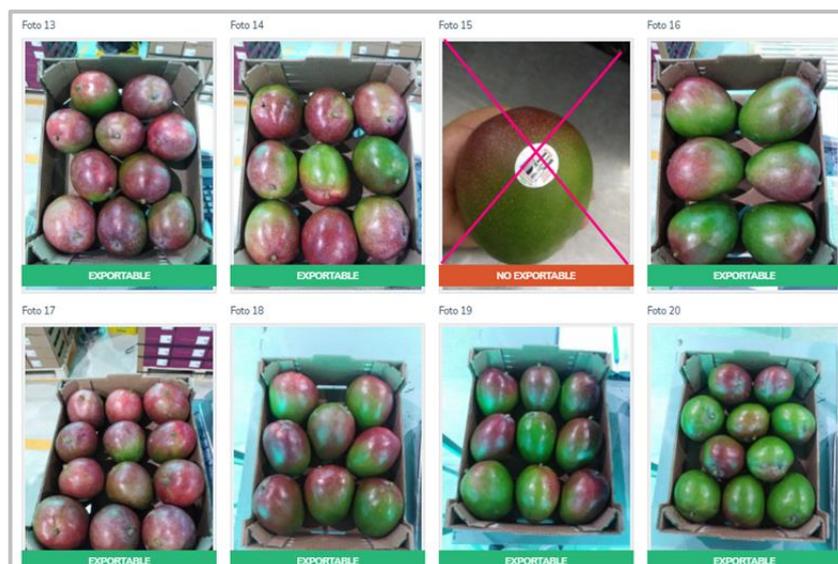


Figura. 30. “Parte tres de la validación”

Como se puede apreciar en la foto número quince, la respuesta es errónea ya que es un mango exportable.

#### 4.1.1.7. Iteración #7: Predicción

En la presente iteración se mostró el sistema ya en ejecución obteniéndose un alto índice de 85% de asertividad, mientras que un 15% se obtuvieron fallas cuya solución se basa en la calidad de las fotos e ingresando mayor cantidad de estas para su respectivo análisis. De esta manera se puede afirmar que, a pesar de no haber generado un 100% en su primer resultado, tiende a mejorar con el entrenamiento de una cantidad mayor de fotos. Ante todo, se llegó a demostrar que el producto implementado sí llega a realizar el proceso de predicción y el reconocimiento de imágenes.



Figura. 31. "Predicción"

#### 4.1.2. Metodología Extreme Programming (XP).

Es considerada la metodología ágil más destacada en la ingeniería de software. Su mayor entorno de trabajo se centra potencial las relaciones interpersonales en los grupos de trabajo, priorizando así el aprendizaje de los programadores y brindando un buen clima laboral. Se eligió esta metodología por el mismo hecho que nos permite tener una retroalimentación constante de ambas. Esta metodología está formada por un conjunto de seis fases en su desarrollo: Exploración, Planificación de la entrega (Release), Iteraciones, Producción, Mantenimiento y Muerte del proyecto.

#### 4.1.2.1. Fase #1 Exploración:

Como funciones de la primera fase tenemos a la recolección de datos, y el planteamiento de los posibles riesgos que se puedan desarrollar a lo largo del desarrollo del proyecto.

- **Descripción de la situación actual**

En este apartado de la primera fase se hizo la recolección de datos de la empresa agroindustrias de la región Lambayeque, la única finalidad es poder saber el funcionamiento la empresa, para esto se programó una prueba dirigida especialmente al encargado de realizar esta labor (“Encargado de calidad”).

- **Gestión de posibles riesgos**

Como segunda actividad de esta primera fase, se determinó los riesgos más propensos que puedan suceder en el camino al desarrollo del sistema. Esta actividad se divide en 3 procesos más: la identificación, Su estimación y el plan de riesgos.

TABLA VIII  
LA IDENTIFICACIÓN DEL RIESGO

ID	Descripción	Consecuencias
R1	Data limitada	Entrenamiento pobre
R2	Mala elección del modelo computacional	Estimación de los tiempos
R3	Flexibilidad del diseño	No se adapta a cualquier entorno

- **Estimación:**

La estimación de va a desarrollar por medio de dos apartados, uno va a consistir en la probabilidad y el otro en impacto que estos repercuten durante el desarrollo del sistema.

- Probabilidad

Este apartado tiene como finalidad analizar y medir los riesgos que se han identificado anteriormente, para esto se ha determinado usar una tabla de frecuencia:

TABLA IX  
PROBABILIDAD DE RIESGO

Categoría	Valor	Descripción
Bajo	1	Este tipo de probabilidad tiene un rango de ocurrencia que abarca desde 1% a 33%.
Medio	2	Este tipo de probabilidad tiene un rango de ocurrencia que abarca desde 33.1% a 66%.
Alto	3	Este tipo de probabilidad tiene un rango de ocurrencia que abarca desde 66.1% a 100%.

○ Impacto

TABLA X  
IMPACTO DE RIESGO

Categoría	Valor	Descripción
Menor	1	Este tipo de riesgo tiende a causar daños pocos significativos.
Moderado	2	El impacto de este riesgo es un poco más significativo que el anterior ya que nos podría hacer variar nuestro cronograma.
Mayor	3	El impacto que causa este tipo de riesgo si es preocupante ya que va a afectar directamente en la investigación

- Plan de riesgos

Se consideró realizar un plan para identificar los riesgos más propensos que puedan suceder posteriormente.

TABLA XI  
RIESGOS DEL PROYECTO

ID	Descripción de riesgo	Descripción de impacto	Probabilidad	Impacto	Nivel
R1	Data limitada	Entrenamiento pobre	2	2	4
R2	Mala elección del modelo computacional	Estimación de los tiempos	2	3	6
R3	Flexibilidad del diseño	No se adapta a cualquier entorno	1	1	1

Como implementación de la gestión de riesgo, se optó por realizar una hoja de gestión de riesgo por cada uno, para tener un mejor panorama de lo que ocurre.

TABLA XII  
HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO N.º 1

HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO
Riesgo N.º 1: Data limitada

Probabilidad: Medio	Impacto: Moderado	Nivel: Medio
	Valor: 2	Valor:4
Causas: No existen data en la empresa colaboradora.		
Consecuencias: Mal entrenamiento del modelo computacional.		

TABLA XIII  
HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO N.º 2

HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO		
Riesgo N.º 2: Mala elección del modelo computacional		
Probabilidad: Medio	Impacto: Mayor	Nivel: Alto
	Valor: 3	Valor:6
Causas: Poca investigación, Falta de asesoría.		
Consecuencias: Retrasos en el desarrollo		

TABLA XIV  
HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO N.º 3

HOJA DE GESTIÓN DE RIESGO		
Riesgo N.º 3: Flexibilidad del diseño		
Probabilidad: Baja	Impacto: Menor	Nivel: Bajo
	Valor: 1	Valor: 1
Causas: Falta de investigación de código		
Consecuencias: Uso limitado en variedad de equipos		

#### 4.1.2.2. Fase #2 Planificación de la entrega (Release).

En la siguiente fase, se realizarán las historias de usuario, la prioridad de los requerimientos, las iteraciones y el asignar parejas.

- **Historia de usuario**

La historia de usuario se lleva a cabo por medio de los requisitos que se plantearon al inicio del proyecto:

1. Acceso al sistema
2. Registrar los administradores.
3. Registrar los usuarios
4. Registrar los proveedores.
5. Registrar la cantidad de materia prima ingresada.
6. Realizar diagnósticos de las muestras.

7. Resumen de los diagnósticos realizados por año.
8. Resumen de los diagnósticos realizados por proveedor en un determinado año.
9. Comparación de diagnósticos con según el tipo de mango en un año de un determinado proveedor.

Luego de hacer una retroalimentación de los requerimientos planteados pasaremos a realizar su historia de usuario con cada uno de ellos.

TABLA XV  
HISTORIA DE USUARIO N.º 1

Historia de usuario
Número: 1
Usuario: jefe de planta o personal administrativo
Nombre de historia: Acceso al sistema
Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque
Descripción: Aquí se les dará acceso a todos los usuarios previamente registrados.
Observaciones: Ninguno

TABLA XVI  
HISTORIA DE USUARIO N.º 2

Historia de usuario
Número: 2
Usuario: jefe de planta o personal administrativo
Nombre de historia: Registrar los administradores
Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque
Descripción: Aquí se registran a los administradores del sistema.
Observaciones: Existirán privilegios de modo que solo el administrador podrá gestionar los usuarios

TABLA XVII  
HISTORIA DE USUARIO N.º 3

Historia de usuario
Número: 3
Usuario: Administrador
Nombre de historia: registrar usuarios / administradores

---

Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque

---

Descripción: Aquí se registran a los usuarios del sistema.

---

Observaciones: No se presentan observaciones.

---

TABLA XVIII  
HISTORIA DE USUARIO N.º 4

---

Historia de usuario

---

Número: 4

---

Usuario: Encargado de calidad

---

Nombre de historia: Registro de los proveedores.

---

Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque

---

Descripción: Aquí se registran a los proveedores de mangos de la empresa.

---

Observaciones: Sin observaciones.

---

TABLA XIX  
HISTORIA DE USUARIO N.º 5

---

Historia de usuario

---

Número: 5

---

Usuario: encargado de calidad

---

Nombre de historia: Registrar la cantidad de materia prima ingresada.

---

Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque

---

Descripción: Aquí se registran a la materia prima (cantidad de mangos) que los proveedores van a aportar.

---

Observaciones: Sin observaciones.

---

TABLA XX  
HISTORIA DE USUARIO N.º 6

---

Historia de usuario

---

Número: 6

---

Usuario: encargado de calidad

---

Nombre de historia: Realizar diagnóstico de las muestras.

---

Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque

---

Descripción: Aquí el encargado podrá obtener el resultado de las fotos que fueron diagnosticadas.

---

Observaciones: Sin observaciones.

---

TABLA XXI  
HISTORIA DE USUARIO N.º 7

---

Historia de usuario

---

Número: 7

---

---

Usuario: Encargado de la calidad

---

Nombre de historia: Resumen de los diagnósticos realizados por año

---

Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque

---

Descripción: Aquí el encargado podrá obtener el resultado de las fotos que fueron diagnosticadas según el rango de fechas.

---

Observaciones: Sin observaciones.

TABLA XXII  
HISTORIA DE USUARIO N.º 8

---

Historia de usuario

---

Número: 8

---

Usuario: Encargado de la calidad

---

Nombre de historia: Resumen de los diagnósticos realizados por proveedor en un determinado año

---

Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque

---

Descripción: Aquí el encargado podrá obtener el resultado de las fotos que fueron diagnosticadas según su proveedor.

---

Observaciones: Sin observaciones.

TABLA XXIII  
HISTORIA DE USUARIO N.º 9

---

Historia de usuario

---

Número: 9

---

Usuario: Encargado de la calidad

---

Nombre de historia: Resumen de los diagnósticos según el tipo de mango, en un año de un determinado proveedor.

---

Desarrollador responsable: Elmer Antonio Ramos Adanaque

---

Descripción: Aquí el encargado podrá obtener el resultado de las fotos que fueron diagnosticadas según su proveedor y el año a buscar.

---

Observaciones: Sin observaciones.

---

- **Prioridad de requerimientos**

Después de la definición de requerimientos en el apartado anterior se va a priorizar cada uno de ellos, para eso se hará uso de una tabla de referencia de prioridades.

TABLA XXIV  
RANGO DE PRIORIDADES

Prioridad	Valor
- Alta	1
- Medio	2
- Baja	3

Teniendo nuestra tabla de prioridades, se procede a usarla en las historias de usuario (HU).

TABLA XXV  
HISTORIAS DE USUARIO

ID	Requerimiento	Prioridad
HU1	Acceso al sistema	1
HU2	Registrar los administradores.	1
HU3	Registrar los usuarios	1
HU4	Registrar los proveedores.	1
HU5	Registrar la cantidad de materia prima ingresada.	1
HU6	Realizar diagnósticos de las muestras.	1
HU7	Resumen de los diagnósticos realizados por año.	1
HU8	Resumen de los diagnósticos realizados por proveedor en un determinado año.	1
HU9	Comparación de diagnósticos según el tipo de mango en un año de un determinado proveedor.	1

Ya asignada la priorización de cada requerimiento se va a realizar un cronograma de entrega.

TABLA XXVI  
HISTORIAS DE USUARIO

Historia de usuario	valor	Fecha Inicio	Fecha Fin
Acceso al sistema	1	5/11/20	6/11/20

Registrar los administradores.	1	6/11/20	7/11/20
Registrar los usuarios	1	7/11/20	8/11/20
Registrar los proveedores.	1	8/11/20	9/11/20
Registrar la cantidad de materia prima ingresada.	1	9/11/20	10/11/20
Realizar diagnósticos de las muestras.	1	11/11/20	12/11/20
Resumen de los diagnósticos realizados por año.	1	13/11/20	14/11/20
Resumen de los diagnósticos realizados por proveedor en un determinado año.	1	14/11/20	15/11/20
Comparación de diagnósticos según el tipo de mango en un año de un determinado proveedor.	1	15/11/20	16/11/20

- **Iteraciones**

En la etapa de las iteraciones se ha decidido agrupar en 3 iteraciones a los requerimientos. Primero empezamos por lo que son mantenimientos (Registro del administrador, usuario, proveedor, materia prima), Luego el proceso de diagnóstico en el cual se aplica el modelo computacional a las imágenes de muestra y Por último el proceso de reportes donde se van a mostrar los resultados según el formato que quiera el usuario.

Para que se entienda mejor lo mencionado se creó una tabla por cada iteración:

Primera iteración: Mantenimientos

TABLA XXVII  
HISTORIAS DE USUARIO: MANTENIMIENTOS

Historias de usuario	
ID	Requerimiento
1	Acceso al sistema

2	Registrar los administradores.
3	Registrar los usuarios
4	Registrar los proveedores.
5	Registrar la cantidad de materia prima ingresada.

Segunda iteración: Diagnostico

TABLA XXVIII  
HISTORIAS DE USUARIO: DIAGNÓSTICO

Historias de usuario	
ID	Requerimiento
1	Realizar diagnósticos de las muestras.

Tercera iteración: Reportes:

TABLA XXIX  
HISTORIAS DE USUARIO: REPORTES

Historias de usuario	
ID	Requerimiento
1	Resumen de los diagnósticos realizados por año.
2	Resumen de los diagnósticos realizados por proveedor en un determinado año.
3	Comparación de diagnósticos con según el tipo de mango en un año de un determinado proveedor.

Asignar parejas:

Esta metodología tiene la ventaja de asignar las tareas en parejas para hacer más eficiente su proceso de desarrollo, pero en este caso sólo existe una persona encargada de todo el proyecto, por lo que aquí no se va a aplicar.

#### 4.1.2.3. Fase #3 Diseño

En la fase de diseño se decidió estructurarla en tres partes: la arquitectura del sistema, la base de datos y el diseño de las interfaces.

La arquitectura que se considerará en la implementación del producto acreditable es la siguiente:

## ▪ La arquitectura del sistema

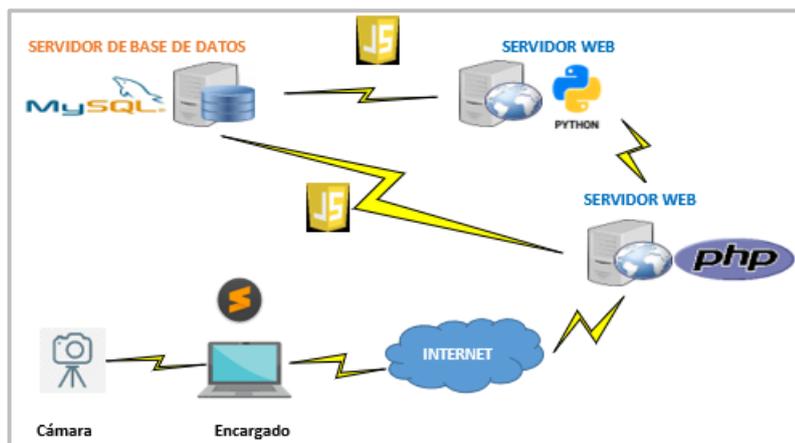


Figura. 32. Arquitectura lógica del sistema a implementar

- **Servidor** = Servirá para almacenar las fotos registradas en el sistema, como también los reportes obtenidos.
- **Internet** = Para obtener acceso al servidor de base de datos MySQL.
- **Servidor web PHP** = Permitirá almacenar el sistema en nube.
- **Servidor web Python** = Permitirá almacenar el modelo computacional en la nube.
- **Encargado de calidad** = Es el usuario que va a interactuar con el sistema.
- **Cámara** = Permitirá captar las imágenes de los mangos de muestra.

## ▪ Infraestructura

La infraestructura tecnología estará conformada por:

- ✓ **PC01 – Encargado de la calidad.**
  - ✓ **Procesador:** Core i5 de cuarta generación.
  - ✓ **Memoria RAM:** 8GB.
  - ✓ **Disco Duro:** 1tb en disco rígido / 256 GB en disco Sólido
  - ✓ **Monitor:** LG
  - ✓ **Cámara:** Cámara digital (Si utiliza laptop ya no sería necesario)
- ## ▪ Diseño de la base de datos

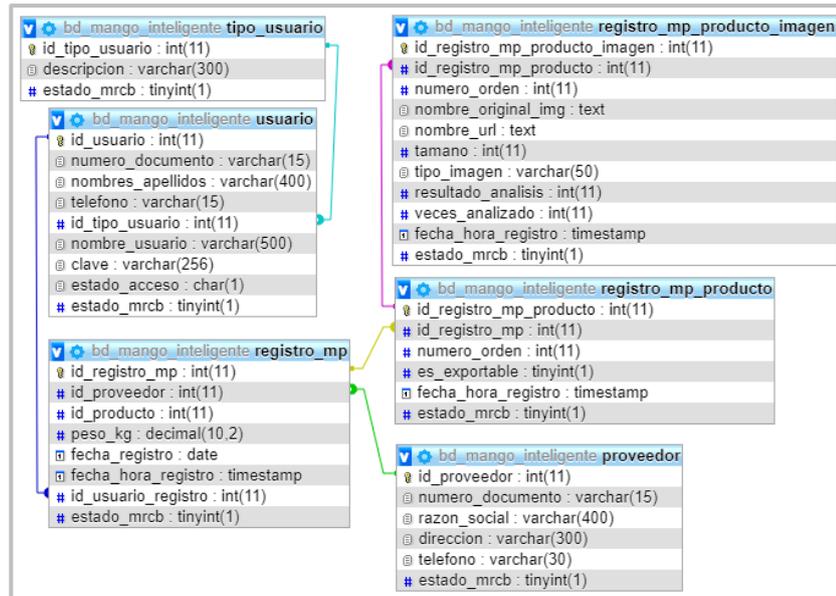


Figura. 33. Base de datos

## ▪ Diseño de las interfaces

Este apartado es donde se va a proceder el diseño de las interfaces del sistema.

### - Interfaz #1: Login:

La siguiente interfaz es el inicio de sesión de todo el sistema inteligente, es aquí donde se validan los datos para poder acceder al menú principal, de no coincidir los datos ingresados con la data que se tiene en el servidor, no se podrá avanzar.

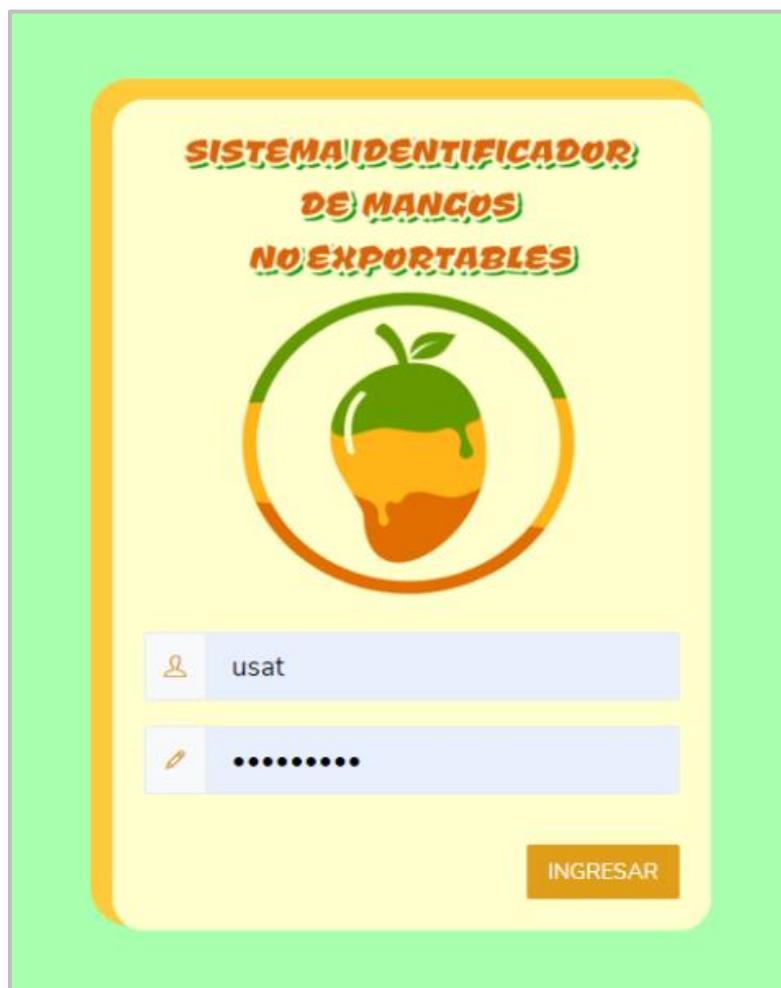


Figura. 34. Login

- **Interfaz #2: Menú principal:**

Una vez ya validada la data de usuarios, se muestra la pantalla de menú. Esta pantalla está conformada por: el menú de opciones, la imagen de bienvenida, datos de la empresa, y el nombre del desarrollador. El menú de opciones está conformado por siete ítems que son: proveedores, usuarios, registro de materia prima, reporte de registros, reporte 1, reporte 2, reporte 3. El primer ítem nos va a permitir almacenar los datos del proveedor, el segundo va a gestionar los datos de un usuario, el tercero registrará los datos de la materia prima y así mismo permitirá hacer el análisis de las fotos almacenadas, el resto de los ítems son destinados a mostrarnos un resumen de la data almacenada, ya sea por proveedor, año o materia prima.



Figura. 35. Menú principal

### - Interfaz #3: Gestionar Proveedor

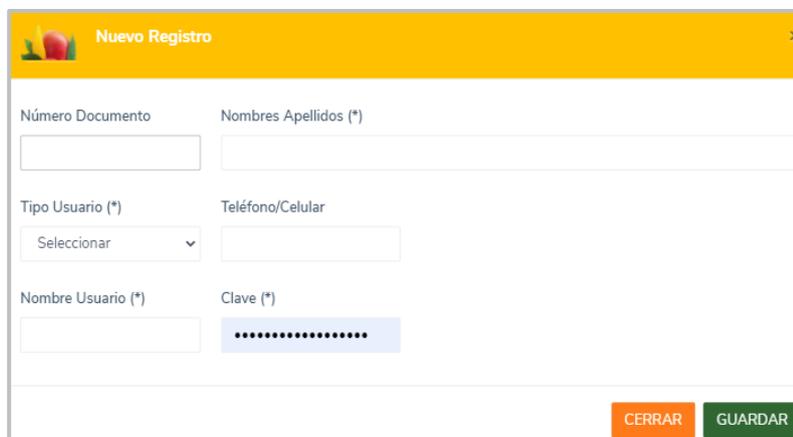
Como una de las primeras opciones del menú tenemos a gestionar proveedor, esta interfaz se encarga de almacenar los datos del proveedor por lo tanto nos va a pedir como requerimientos necesarios el número de documento, Razón Social o Nombre comercial, Dirección y Teléfono o Celular de contacto. A continuación, se muestran la imagen de referencia:

Figura. 36. Interfaz "Gestionar Proveedor"

### - Interfaz #4: Gestionar usuario y administrador

La siguiente interfaz es llamada por el menú usuario la cual es la encargada de registrar a los usuarios tanto los de categoría normal y los super usuarios (administradores). La siguiente imagen muestra los campos que se requieren para dicho

proceso. Estos son: número de documento, nombres y apellidos, tipo de usuario (usuario / administrador), teléfono / celular, nombre de usuario (es un sobrenombre para iniciar sesión), y por último la contraseña.



The screenshot shows a web form titled "Nuevo Registro" with a yellow header. The form contains the following fields:

- Número Documento: Text input field.
- Nombres Apellidos (\*): Text input field.
- Tipo Usuario (\*): Dropdown menu with "Seleccionar" selected.
- Teléfono/Celular: Text input field.
- Nombre Usuario (\*): Text input field.
- Clave (\*): Password input field with masked characters.

At the bottom right, there are two buttons: "CERRAR" (orange) and "GUARDAR" (green).

Figura. 37. Interfaz "Gestionar Usuario"

#### - Interfaz #5: Registro de Materia Prima

El tercer ítem del menú nos llevará a la siguiente interfaz la cual nos permitirá gestionar los datos de la materia prima a procesar. Esta se conforma en tres partes, una que es el registro de los datos del proveedor, el peso neto (kg) de la materia prima y la fecha respectiva del ingreso a planta.



The screenshot shows a web form titled "Nuevo Registro de Muestras" with a yellow header. The form contains the following fields:

- Proveedor: Dropdown menu with "Seleccionar" selected.
- Peso Neto (KG): Text input field.
- Fecha Registro: Date input field.

Figura. 38. Interfaz "Gestionar Datos del Proveedor"

La segunda que es para gestionar la muestra de la materia prima la cual consiste en seleccionar las fotos o tomarlas desde el mismo sistema y seguidamente subirlas al servidor.



Figura. 39. Interfaz “Gestionar Materia Prima”

La tercera parte consiste en realizar el diagnóstico de las fotos subidas a la base de datos. Cabe mencionar que el diagnóstico se debe realizar por cada foto.

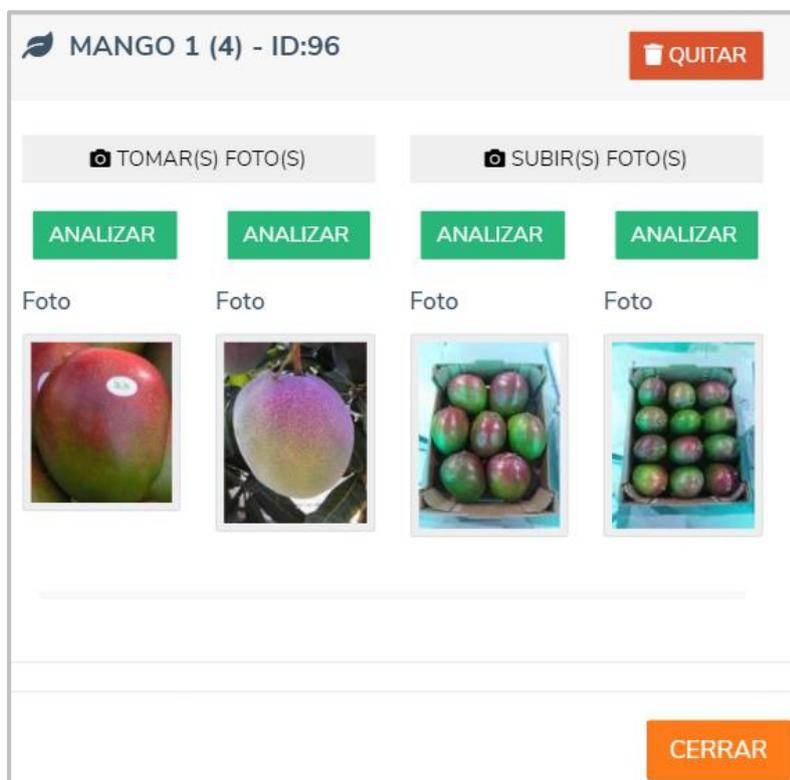


Figura. 40. Interfaz “Gestionar Materia Prima”

- **Interfaz #7: Reporte 1: Registros de materia prima**

En la etapa del registro de la materia prima se tiene un primer reporte en la cual consiste en ir mostrando la lista registro que se van realizando, así mismo, esta permite realizar un filtro de registros por un rango de fecha. Esto se considera con un primer reporte.

Lista de Registros

Fecha Inicio: 07/05/2020      Fecha Fin: 14/05/2021      **BUSCAR**      **+ NUEVO**

Mostrar: 10 registros      Buscar:

Opc.	ID Registro	Fecha Registro	Proveedor	Peso Neto	Nº Muestras	Resultado
	21	2021-05-12	██████████	1000.00 KG	1 (4)	-
	20	2021-04-20	██████████	1000.00 KG	1 (3)	-
	19	2021-04-20	██████████████████	500.00 KG	1 (5)	-
	18	2021-04-20	██████████	1000.00 KG	1 (4)	-
	17	2021-04-20	██████████	1000.00 KG	2 (20)	-
	16	2021-04-09	██████████████	500.00 KG	1 (2)	-
	15	2021-04-07	██████████████	1000.00 KG	10 (10)	-

Figura. 41. Interfaz “Registros de Materia Prima”

- **Interfaz #8: Reporte 2: Los diez mejores proveedores de un determinado año:**

Como segundo reporte tenemos a los diez mejores proveedores por un determinado año. Este reporte se encarga de filtrar a los mejores proveedores que hayan tenido mayor cantidad de mangos exportables durante un año determinado.

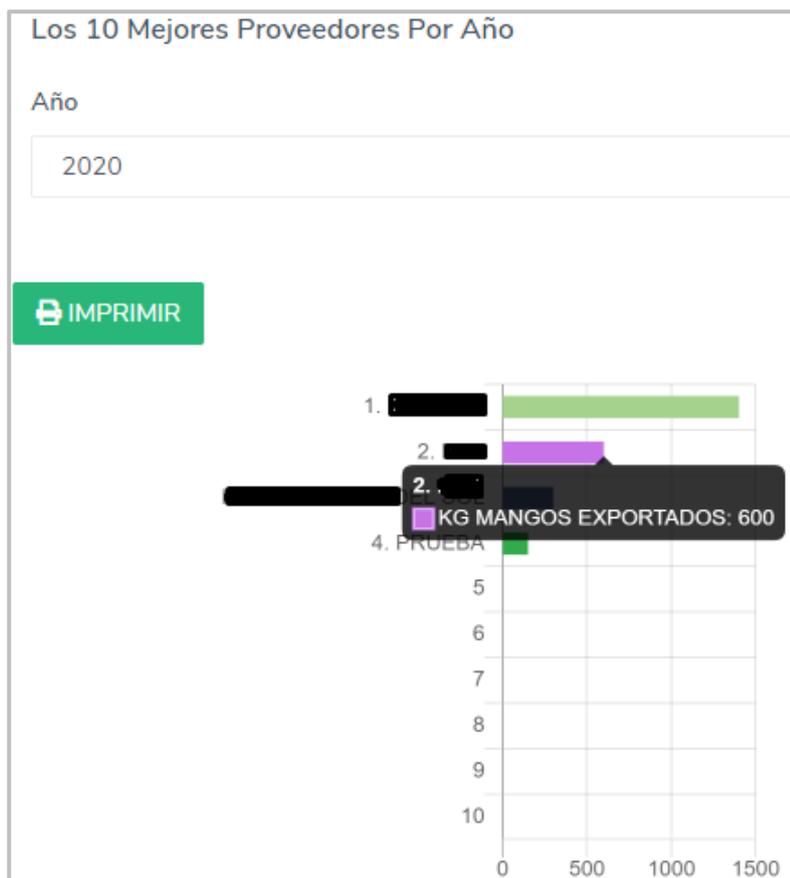


Figura. 42. Interfaz "Reporte de los 10 mejores proveedores del año"

- **Interfaz #9: Reporte 3: Comparación de la materia prima en un año determinado**

El tercer reporte se desarrolló con la finalidad de hacer una comparación de cantidades de materia prima que se tiene anual por cada proveedor. Aquí se ayudará a tener una mejor visualización de los resultados por campaña.



Figura. 43. Interfaz “Comparación de la materia prima”

- **Interfaz #10: Reporte 4: Comparación de materia prima en dos años diferentes.**

Como último reporte se consideró en realizar una comparación de la producción exportable en dos años diferentes con la finalidad de ver que tanto a sido su crecimiento o su descenso en el transcurso del tiempo



Figura. 44. Interfaz “Registros de Materia Prima”

#### 4.1.2.4. Fase #3 Pruebas

Esta es la última fase de la metodología, la cual tiene como finalidad corroborar que todas las funcionalidades de los requerimientos estén correctamente desarrolladas.

##### ▪ Pruebas de caja blanca

##### I. Prueba N°.1: Almacenar las imágenes de mango

TABLA XXX  
CASO DE PRUEBA N. °1.

Caso de prueba	
Tipo de prueba	Prueba Unitaria: Almacenar las imágenes
Objetivo:	Almacenar cada imagen de mango que suben los usuarios para posteriormente ser utilizadas en los reportes.
Caso N.º 1	
Descripción:	Es un método que consiste en almacenar las imágenes, para que posteriormente sean utilizada.
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre de proveedor</li> <li>• Total, de kilos (kg)</li> <li>• Imágenes de mango</li> <li>• Fecha</li> </ul>
Salida esperada:	Imagen almacenada

Con respecto a la programación del sistema, se puede verificar el registro de las imágenes almacenándose en una base de datos que previamente se ha inicializado para su respectiva conexión. Asimismo, después de haber realizado esta inserción, el sistema listó aquellas imágenes que se encontraban en la lista.

```

if ($this->id_registro_mp == NULL){
    $this->BD->insert("registro_mp", $campos_valores);
    $id_registro = $this->BD->getLastID();

    $numero_orden = $this->BD->consultarValor("SELECT COALESCE(MAX(numero_orden)+1, 1
    ) FROM registro_mp_producto WHERE id_registro_mp = :0", [$id_registro]);
    $campos_valores = [
        "id_registro_mp"=>$id_registro,
        "numero_orden"=>$numero_orden
    ];

    $this->BD->insert("registro_mp_producto", $campos_valores);
    $id_registro_numero = $this->BD->getLastID();

    $registro_nuevo = 1;
} else {
    $this->BD->update("registro_mp", $campos_valores, ["id_registro_mp"=>$this->
    id_registro_mp]);
    $registro_nuevo = 0;
    $id_registro = $this->id_registro_mp;
    $id_registro_numero = NULL;
}

$this->BD->commit();
return ["msj"=>"Registrado correctamente.", "registro_nuevo"=>$registro_nuevo, "
id_registro"=>$id_registro, "id_registro_numero"=>$id_registro_numero];
} catch (Exception $exc) {
    throw new Exception($exc->getMessage());
}
}

```

Figura. 45. "Código de registro de imágenes"

Para el registro de imágenes se establecieron cinco pasos. Primero, se procedió a insertar la data a la base de datos, en donde a través del método “insert”. Se otorgan los valores que se deben almacenar para que, finalmente a través de un mensaje flotante se determine el registro correcto y, para que todo el código no se vea afectado, es necesario la intervención de try – catch.

```

1  if ($this->id_registro_mp == NULL){
    $this->BD->insert("registro_mp", $campos_valores);
    $id_registro = $this->BD->getLastID();

    $numero_orden = $this->BD->consultarValor("SELECT COALESCE(MAX(numero_orden)+1, 1
    ) FROM registro_mp_producto WHERE id_registro_mp = :0", [$id_registro]);
    $campos_valores = [
        "id_registro_mp"=>$id_registro,
        "numero_orden"=>$numero_orden
    ];

2  $this->BD->insert("registro_mp_producto", $campos_valores);
    $id_registro_numero = $this->BD->getLastID();

3  $registro_nuevo = 1;
    else {
        $this->BD->update("registro_mp", $campos_valores, ["id_registro_mp"=>$this->
            id_registro_mp]);
        $registro_nuevo = 0;
        $id_registro = $this->id_registro_mp;
        $id_registro_numero = NULL;
    }

4  $this->BD->commit();
    return ["msj"=>"Registrado correctamente.", "registro_nuevo"=>$registro_nuevo, "
        id_registro"=>$id_registro, "id_registro_numero"=>$id_registro_numero];

5  } catch (Exception $exc) {
        throw new Exception($exc->getMessage());
    }
}

```

Figura. 46. “Código señalado 1”

Ante el código realizado anteriormente, se procedió a la organizar todos los caminos a recorrer. Esto se verá reflejado en el siguiente grafo que va acompañado de su cuadro resumen.

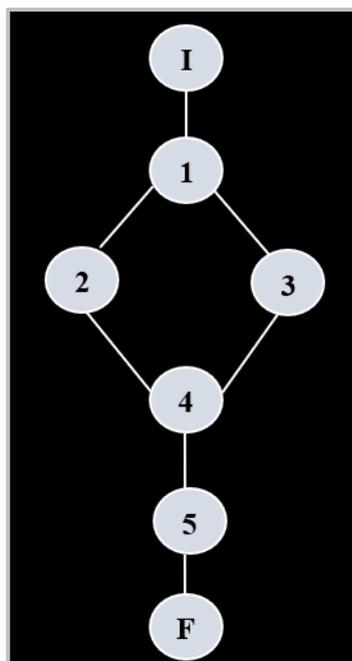


Figura. 47. "Primer Grafo de flujo"

$$V(G) = 2$$

TABLA XXXI  
RESUMEN DE LA PRUEBA N.º1.

Camino	Entrada	Salida
1,2,3,4,5, F	Nombre del proveedor Total, de kilogramos Fecha Imagen de mango	Datos registrados correctamente
1,3,4,5, F	Método: POST Archivo: image Image: "Otros"	Error de archivo

## II. Prueba N.º.2: Conexión con el modelo computacional:

TABLA XXXII  
CASO DE PRUEBA N.º.2

Caso de prueba	
Tipo de prueba:	Prueba Unitaria: Validar los datos recibidos
Objetivo:	Validar que el método sea de tipo POST, que el tipo de archivo sea imagen, y que la variable lleve el nombre de mango.
Caso N.º 1	
Descripción:	Es un método que consiste en validar los datos que recibe el modelo computacional
Entradas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• IP del servidor</li> <li>• Método POST</li> <li>• Imágenes de mango</li> </ul>
Salida esperada:	Valor (1 o 0).

Código: Con respecto a la programación del sistema, se puede verificar la conexión que existe entre el modelo computacional y el sistema. Para que se lleve a cabo este proceso se tiene que cumplir que el método a llamar debe ser de tipo “POST” y el nombre del archivo debe ser “mango”. De no cumplir con estos requerimientos el sistema nos retornará un mensaje de “Error” o “No se aceptan Get’s”. A continuación se muestra la imagen con el código escrito:

```
import predict as conexion
from flask import Flask, request
app = Flask(__name__)
@app.route('/prediccion', methods=['POST', 'GET'])
def inicio():
    if request.method=='POST':
        image=request.files['mango']
        if image:
            resp=conexion.predict(image)
            return{
                "response": int(resp)
            }
        else:
            return {
                "response": "Error"
            }
    if request.method=='GET':
        return "No se aceptan GET'S"
```

Figura. 48. “Código de validar conexión de sistema a modelo”

Identificación de camino: Para la validación de la conexión se establecieron nueve pasos. Los pasos del uno al cinco se encargan de validar si es un método “POST”, si el archivo a leer lleva el nombre de “mango”, si el archivo es de tipo “image”. Si todo esto se cumple entonces la respuesta será un valor de tipo “int”. De lo contrario el resto de los pasos que van del seis al nueve responderán cuando algo no cumpla, Las respuestas que nos mostrará serán “Error” o “No se aceptan GET’S”.

```

import predict as conexion
from flask import Flask, request
app = Flask(__name__)
@app.route('/prediccion', methods=['POST', 'GET'])
def inicio():
    1 if request.method=='POST':
        2 image=request.files['mango']
        3 if image:
            4 resp=conexion.predict(image)
            5 return{
                "response": int(resp)
            }
        6 else:
            7 return {
                "response": "Error"
            }
    8 if request.method=='GET':
        9 return "No se aceptan GET'S"

```

Figura. 49. "Código señalado 2"

Evaluación: Ante el código realizado anteriormente, se procedió a la organizar todos los caminos a recorrer. Esto se verá reflejado en el siguiente grafo que va acompañado de su cuadro resumen.

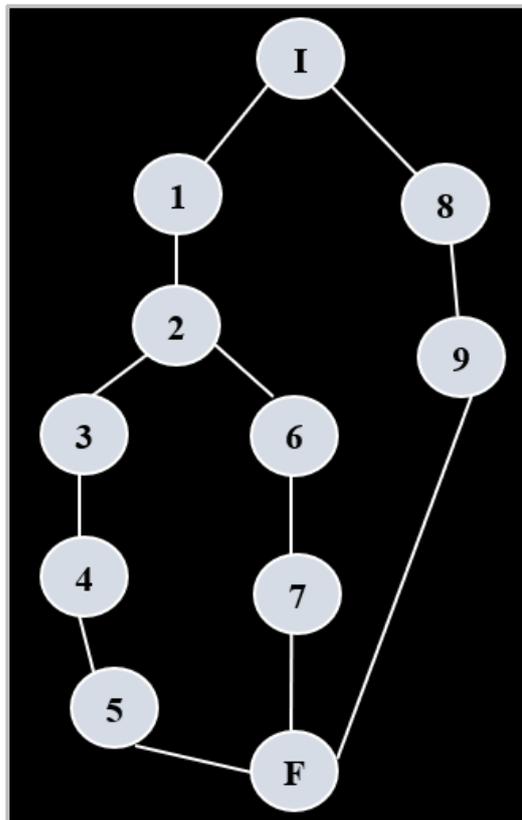


Figura. 50. "Segundo grafo de flujo"

$$V(G) = 3$$

TABLA XXXIII  
RESUMEN DE LA PRUEBA N.º 2.

Camino	Entrada	Salida
1,2,3,4,5, F	Método: POST Archivo: image Image: mango	Imagen analizada.
1,2,6,7, F	Método: POST Archivo: image Image: "Otros"	Error de archivo
8,9, F	Método: GET	No se aceptan Get's.

### III. Prueba N.º 3: Análisis de los resultados del modelo computacional

TABLA XXXIV  
CASO DE PRUEBA N.º 2

Caso de Prueba	
Tipo de prueba	Prueba Unitaria: Análisis de los resultados del modelo computacional.
Objetivo	Interpretar bien los datos que retorna el modelo computacional
Caso N.º 2	
Descripción	Es un método que nos permite interpretar los datos (0 o 1) que nos retorna el modelo computacional y mostrarlos como resultados.
Entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>Imagen de mango</li> </ul>
Salida esperada	Imagen diagnosticada

Código: Con respecto a la programación del sistema, se puede verificar las respuestas que el modelo computacional nos brinda al leer las imágenes de mango enviadas. El modelo fue entrenado y validado para que nos retorne dos respuestas de tipo "int" que posteriormente las interpretaremos así: Si la respuesta es igual a cero entonces el sistema lo interpretará como exportable, por otro lado, si la respuesta es igual a uno, entonces se interpretará que es un mango no exportable. A continuación se muestra la imagen con el código escrito:

```

if answer == 0:
    #print("pred: Mango Exportable")
    return answer
elif answer == 1:
    #print("pred: Mango No Exportable")
    return answer

#return answer

```

Figura. 51. "Código de validación de respuestas"

Identificación de camino: Para la validación de la conexión se establecieron cuatro pasos. El primer y tercer paso se encargará de validar si la respuesta del modelo es cero o uno, mientras el segundo y cuarto paso serán las respuestas a esas validaciones. En la siguiente figura se puede apreciar lo mencionado.

```

1 if answer == 0:
    #print("pred: Mango Exportable")
    return answer 2
3 elif answer == 1:
    #print("pred: Mango No Exportable")
4 return answer

#return answer

```

Figura. 52. "Código señalado 3"

Evaluación: Ante el código realizado anteriormente, se procedió a la organización de todos los caminos a recorrer. Esto se verá reflejado en el siguiente grafo que va acompañado de su cuadro resumen.

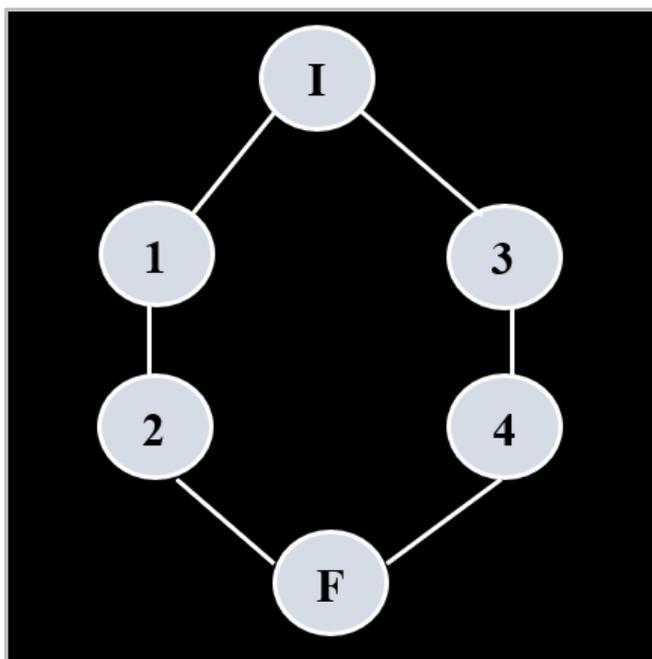


Figura. 53. "Tercer grafo de flujo"

$$V(G) = 2$$

 TABLA XXXV  
 RESUMEN DE LA PRUEBA N. °3.

Camino	Entrada	Salida
1,2, F	Imagen de mango	Exportable
3, 4, F	Imagen de mango	No Exportable

### ▪ Pruebas de caja negra

#### I. Prueba N. °1: Análisis de imágenes de mango

En esta fase se realizó la prueba correspondiente mostrando el proceso final en el cual se procede a realizar la predicción y la muestra de los resultados de cada foto que se ha hecho el análisis previo.

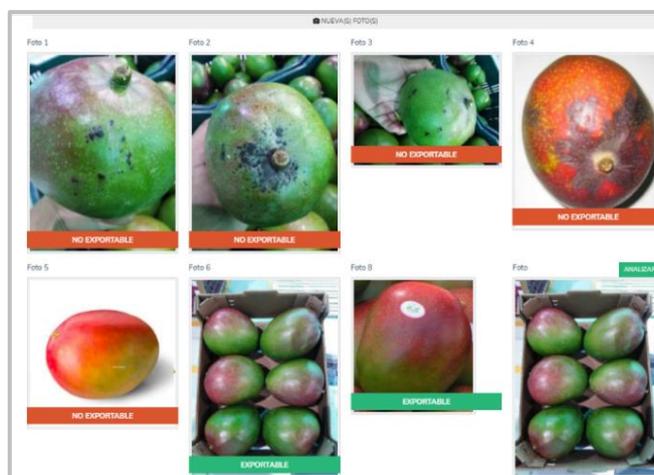


Figura. 54. "Interfaz de diagnóstico"

TABLA XXXVI  
CASOS DE PRUEBA DE CAJA BLANCA N. °1.

Realizar Análisis de imágenes de mango	CPCN01
Escenario: Prueba para estimar el funcionamiento de la predicción	
Responsable: Desarrollador Elmer Ramos	Fecha: 03/12/20
Pre-Condiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario ingresó al sistema</li> <li>• El usuario registro un nuevo ingreso de materia prima</li> </ul>
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imágenes de mangos Kent</li> </ul>
Descripción de pasos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir la interfaz de registro de materia prima.</li> <li>• Seleccionar botón nuevo</li> <li>• Seleccionar el proveedor</li> <li>• Ingresar la cantidad de materia prima</li> <li>• Seleccionar el botón guardar</li> <li>• Seleccionar botón nueva muestra</li> <li>• Seleccionar botón nuevas fotos</li> <li>• Seleccionar una o más imágenes</li> <li>• Seleccionar botón subir fotos</li> <li>• Ir al botón analizar de cada foto</li> <li>• Ir al botón cerrar</li> </ul>
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al analizar la foto se espera que el diagnóstico sea el correcto</li> </ul>
Resultado obtenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Imagen con su respectivo diagnóstico.</li> <li>• Porcentaje de mangos exportables</li> </ul>

## II. Prueba N.º. 2: Resultados de las imágenes de mango analizadas

En esta fase, se realizaron las pruebas correspondientes a los resultados del análisis realizado a las imágenes del ingreso de la materia prima, asimismo se encuentra la opción de filtro de registros determinado por un rango de fechas.

Lista de Registros

Fecha Inicio: 15/05/2020  Fecha Fin: 22/05/2021

Mostrar: 10 registros

Opc.	ID Registro	Fecha Registro	Proveedor	Peso Neto	N° Muestras	Resultado
	22	2021-05-15		500.00 KG	6 (54)	-
	21	2021-05-12		1000.00 KG	1 (4)	-
	20	2021-04-20		1000.00 KG	1 (3)	-
	19	2021-04-20		500.00 KG	1 (5)	-
	18	2021-04-20		1000.00 KG	1 (4)	-

Figura. 55. "Interfaz de registros realizados"

TABLA XXXVII  
CASOS DE PRUEBA DE CAJA BLANCA N. °2.

Realizar Análisis de imágenes de mango		CPCN02
Escenario: Prueba para estimar la veracidad de los resultados obtenidos		
Responsable: Desarrollador Elmer Ramos		Fecha: 03/12/20
Pre-Condiciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El usuario ingresó al sistema</li> <li>• Realizar al menos un análisis en una muestra</li> </ul>	
Datos de entrada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedor</li> <li>• Rango de fechas a filtrar</li> </ul>	
Descripción de pasos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abrir la interfaz de reportes de registros</li> <li>• Seleccionar el proveedor</li> <li>• Elegir un rango de fechas a la búsqueda</li> <li>• Seleccionar el botón buscar</li> </ul>	
Resultado esperado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los resultados mostrados son los correctos.</li> </ul>	
Resultado obtenido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tabla con resumen de los registros analizados.</li> </ul>	

## 4.2. En base a los objetivos de la investigación

### 4.2.1. Implementar un algoritmo para el preprocesamiento de imágenes de entrada.

Se estableció como primer objetivo realizar un algoritmo de preprocesamiento de las imágenes de entrada la cual se ve reflejado en la Figura N.º 26.

Esto se realizó con la finalidad de poder preparar las imágenes para los procesos de entrenamiento y validación. Como primer paso de este algoritmo es redimensionar las imágenes a un tamaño de 150 x 150 píxeles. Luego se le asignan variables según su tipo. En este caso si son mangos exportables o no exportable. Así mismo se realizó un conteo del total de la data que se va a leer tanto para el entrenamiento como la validación.

### 4.2.2. Implementar una red neuronal artificial para una identificación adecuada de los mangos no exportables.

Para este objetivo se evaluaron diversas opciones, de las cuales, la que más se acercaba a la solución fueron las redes neuronales artificiales convolucionales (CNN). Esto se ve reflejado en la Tabla VI y VII. Posteriormente se procedió a implementarlas. Esto se hizo con la aplicación de filtros, métodos y clases la cual se muestra en la Figura N.º. 27.

#### **4.2.3. Obtener la valoración de la usabilidad de la solución de acuerdo con la percepción del usuario.**

Finalmente se planteó obtener una valoración de la usabilidad del sistema, este objetivo se sustenta bajo la validación que realizó el área de sistemas por parte de la empresa estudiada, es así como se obtuvo una valoración aceptable por su parte. Lo mencionado se puede evidenciar en el Anexo N.º.1.

### **4.3. Impactos esperados**

#### **4.3.1. Impactos económicos**

- Incremento de la rentabilidad de la empresa  
Disminución de presupuesto en el proceso de la materia prima y aumento de las ganancias.
- Incremento de asertividad en la selección de mangos  
Se tendrá un margen de error mínimo a momento de hacer el muestreo de la materia prima.
- Mejoramientos de la calidad de pales en los contenedores  
La cantidad será mínima en la existencia de pales mal empacados.

#### **4.3.2. Impactos socio - económico**

- Sistema validado para la selección de mangos exportables  
El sistema está validado por el área de tecnología e información de la empresa para ser uso en la misma por el bien común.

#### **4.3.3. Impactos en tecnología**

- Transferencia de tecnologías a pequeñas empresas  
El sistema es considerado una tecnología de alta gama y será de mucha ayuda para los pequeños emprendedores que buscan competir con grandes agroindustrias.

En la presente investigación se realizó un sistema inteligente para identificar adecuadamente el mango Kent no exportable en el área de muestreo de una empresa agroindustrial de la región Lambayeque, esto debido a que la clasificación de este producto se realiza de forma manual. [9], nos muestran la necesidad de crear un sistema de clasificación por visión artificial de mangos Tommy empleándose una Red de Decisión; mientras que [14], ante la misma necesidad, lo realizó mediante algoritmos. En esta investigación se emplearon Redes Neuronales Convolucionales (CNN), obteniendo así, la extracción de datos y su respectiva clasificación. Para la creación de la base de conocimientos, [11] y [13] utilizaron SWI - Prolog, permitiendo de este modo que el sistema se encuentre basado en reglas. A diferencia de esta investigación que se encuentra basada en el aprendizaje supervisado (entrenamiento con imágenes de los dos tipos de mangos) lo que conlleva a obtener un modelo computacional inteligente capaz de identificar qué tipo de mango es el que se muestra en la foto almacenada.

Toda la información obtenida anteriormente debe almacenarse en una Base de Datos, el cual [12] respaldó al Gestor de Base de Datos MySQL que implica a tener los datos mejor estructurados. Ante ello, la presente investigación lo toma como referencia y se aplica para el almacenamiento de los datos obtenidos de las Redes Neuronales. Finalmente, [10] afirma que para la visualización de estos resultados es necesario la creación de un software basado en PHP, Python y Flask, los cuales la presente investigación también los toma como referencia y se aplica para que el usuario pueda tener un mejor acceso en la visualización de estos datos.

## V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que gracias a la revisión teórica y al apoyo de la empresa estudiada, se pudo obtener las características que necesitan las imágenes de mango que van a ser estudiadas. Gracias a esto, el algoritmo de entrenamiento creó un modelo computacional que permitirá procesar y clasificar posteriormente a las imágenes cargadas por el usuario.
2. El modelo computacional desarrollado para esta investigación está conformado por cinco capas de convolución y cuatro filtros de Max Pooling, esto hace que se genere un modelo de aproximadamente 4,62 Mb. Esto ayuda a una mejor lectura de data y a la velocidad en cuanto a lo que es el tiempo de respuesta.
3. El sistema junto con el modelo computacional se logró validar en la campaña de mango 2020-II por parte del área de sistemas de la empresa estudiada. La aprobación se llevó a cabo gracias al alto porcentaje de asertividad que se obtuvo en los resultados (85%). Estos resultados fueron obtenidos gracias al modelo computacional, que fue entrenado con 1149 imágenes, Así mismo se propone recabar imágenes de mejor calidad. Cabe mencionar que, a mayor sea la cantidad de imágenes para el entrenamiento, mejor serán los resultados. La obtención del porcentaje de asertividad se puede ver reflejado en la iteración #6.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.** Para el uso del sistema inteligente se recomienda utilizar un dispositivo capturador de imágenes con resolución de 150 píxeles como mínimo. Esto se debe a que mientras menos sea la calidad de la imagen mayor será el porcentaje de error en los diagnósticos.
- 2.** Se recomienda subir las fotos con un fondo blanco, de tamaño completo, que sea de tipo de imagen JPG y sobre todo que se foto de mangos de la variedad Kent.
- 3.** Para el reconocimiento de imágenes se recomienda usar dos salidas (dos tipos de variables), ya que a más variables el modelo computacional tiende a demorar más en su entrenamiento, no es eficiente en el diagnóstico, aumenta el porcentaje de error en la predicción y sobre todo se requiere de muchísima más data para el entrenamiento y validación.

## VII. REFERENCIAS

- [1] J. Montes, «Exportación,» Economipedia, 2020. [En línea]. Disponible: <https://economipedia.com/definiciones/exportacion.html>. [Último acceso: 05 Mayo 2020].
- [2] J. Montoya, «Top 10 países, mayores exportadores del mundo,» Actividades Económicas, 2018. [En línea]. Disponible: <https://www.actividadeseconomicas.org/2012/10/top-10-paises-mayores-exportadores.html>. [Último acceso: 20 Mayo 2020].
- [3] P. Ronquillo, «Evolución de las exportaciones e importaciones,» Instituto Nacional de Estadística e Informática, Marzo 2020. [En línea]. Disponible: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe\\_exportaciones.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/informe_exportaciones.pdf). [Último acceso: 16 Abril 2020].
- [4] M. López, M. Ruiz, «Senamhi,» Julio 2018. [En línea]. Disponible: <https://senamhi.gob.pe/load/file/03603SENA-62.pdf>. [Último acceso: 20 Mayo 2020].
- [5] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, «Reporte Regional de Comercio,» abril 2019. [En línea]. Disponible: [https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio\\_exterior/estadisticas\\_y\\_publicaciones/estadisticas/reporte\\_regional/Mensual/RMCR\\_Abril\\_2019.pdf](https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/reporte_regional/Mensual/RMCR_Abril_2019.pdf). [Último acceso: 01 mayo 2020].
- [6] Senasa, «Senasa certificó más de 9 mil toneladas de mango durante campaña de exportación en Lambayeque,» 10 Mayo 2019. [En línea]. Disponible: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-certifico-mas-de-9-mil-toneladas-de-mango-durante-campana-de-exportacion-en-lambayeque/>. [Último acceso: 18 abril 2020].
- [7] Exotic's Producers & Packers, «Exotic's Producers & Packers,» 2018. [En línea]. Disponible: <http://ep-p.com.pe/es/>. [Último acceso: 13 abril 2020].
- [8] A. Romero, A. Marín, J. Jiménez, «Sistema de clasificación por visión artificial de mangos tipo Tommy.» ResearchGate, 2018. [En línea]. Disponible: [https://www.researchgate.net/publication/277557784\\_Sistema\\_de\\_clasificacion\\_por\\_vision\\_artificial\\_de\\_mangos\\_tipo\\_Tommy](https://www.researchgate.net/publication/277557784_Sistema_de_clasificacion_por_vision_artificial_de_mangos_tipo_Tommy), [Último acceso: 18 abril 2020].
- [9] L. Chuquimarca & A. Asencio, «Diseño e implementación de un sistema de gestión, monitoreo y digitalización para el proceso de selección de mangos en función de su color, enfocada a la industria 4.0 para optimizar el rendimiento de

producción.» Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La libertad, 2019, [En línea]. Disponible: <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5237>, [Último acceso: 19 abril 2020].

[10] Y. Medina, I. Santana, S. Leo. «Sistema experto para el diagnóstico de enfermedades y plagas en los cultivos.» Revista Cubana de Ciencias Informáticas, Julio 2020, [En línea]. Disponible: <https://arxiv.org/abs/2007.11038v1>, [Último acceso: 19 abril 2020].

[11] A. Sandoval, L. Sandoval, A. Castillo, «Diagnóstico inteligente de enfermedades y plagas en plantas ornamentales.» HOLOPRAXIS Ciencia, Tecnología e Innovación 3, nº 2 (Diciembre 2019), [En línea]. Disponible: <https://www.revistaholopraxis.com/index.php/ojs/article/view/124>, [Último acceso: 19 abril 2020].

[12] Urteaga Montoya, Javier. «sistema inteligente para el control de plagas en cultivos.» Revista de Formación en Investigación Universidad Privada del Norte, Julio 2015: 7.

[13] J. Piscoya, «Sistema de visión artificial para apoyar en la identificación de plagas y enfermedades del cultivo de sandía en el distrito de Ferreñafe,» Tesis Pregrado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2019, [En línea]. Disponible: <http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12423/2356>, [Último acceso: 19 abril 2020].

[14] John Nilsson, Nils. Inteligencia artificial: Una nueva síntesis. Madrid: Mc Graw Hill, 2004.

[15] S.Ruseell, P.Norving. Inteligencia Artificial Un Enfoque Moderno, Madrid: Pearson Prentice Hall, 2004.

[16] P. Harrington, Machine Learning in action, Primera ed., J. Bleiel, Ed., Estados Unidos: Manning Publications Co, 2012, pp. 5-6.

[17] P. Castillo, «Sistema experto basado en redes neuronales para la orientación vocacional profesional universitaria aplicado al colegio de ciencias "Arquímedes",» Tesis Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2018. [En línea]. Disponible: <https://docplayer.es/14334380-Universidad-nacional-de-trujillo-facultad-de-ciencias-fisicas-y-matematicas-escuela-academico-profesional-de-informatica.html>, [Último acceso: 21 abril 2020].

- [18] A. Serrano, E. Soria y J. Martín, «Redes Neuronales Artificiales,» OpenCourseWare, España, 2010.
- [19] R. Flórez y J. Fernández, Las Redes Neuronales Artificiales: Fundamento teóricos y aplicaciones prácticas, España: Gesbiblo, S. L., 2008.
- [20] S. Hidalgo, S. Estrella, «“Alternativas de mercado para la exportación del mango fresco (Mangifera indica. L)”».» Tesis Titulación, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2015. [En línea]. Disponible: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2072/E71-E88-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>, [Último acceso: 21 abril 2020].
- [21] INDECOPI. «MANGO. Mango fresco. Interpretación de norma de requisitos.» Proyecto de guía peruana PGP XX.XX, Junio 2006. [En línea]. Disponible: <https://docplayer.es/8439440-Mango-mango-fresco-interpretacion-de-norma-de-requisitos.html>, [Último acceso: 22 abril 2020].
- [22] J. Murillo, «Métodos de investigación de enfoque experimental.» Ensayo, 2012. [En línea]. Disponible: <https://es.calameo.com/books/0041835604074c2080149>, [Último acceso: 24 abril 2020].
- [23] I. Shong, «Métodos y técnicas de la investigación documental.» Investigación y Docencia en Bibliotecología (2007), México, 2007. [En línea]. Disponible: <http://ru.ffyl.unam.mx//handle/10391/4716>, [Último acceso: 24 abril 2020].
- [24] J, Barrios, “Inteligencia Artificial y Machine Learning para todos”. Health Big Data. [En línea]. Disponible: <https://www.juanbarrios.com/inteligencia-artificial-y-machine-learning-para-todos/>, [Último acceso: 20 octubre 2020].

## VIII. ANEXOS

**ANEXO N.º 01. CONSTANCIA DE APROBACIÓN DEL PRODUCTO****ACREDITABLE**

JAYANCA FRUITS SAC

GRUPO  
COSTA DEL SOL**ANEXO N.º 1**

Documento de conformidad

**Requerimiento del producto**

Yo, Diego Francisco Mendoza Frías identificado con el número de DNI 77382978, indico que los requerimientos de la implementación del "SISTEMA INTELIGENTE PARA IDENTIFICAR ADECUADAMENTE EL MANGO KENT NO EXPORTABLE EN EL ÁREA DE MUESTREO DE LA EMPRESA INDUSTRIAL JAYANCA FRUITS". Desarrollada por Elmer Antonio Ramos Adanaque, identificado con N.º. DNI: 73333367, estudiante de la escuela de ingeniería de sistemas y computación de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (USAT).

Requerimientos del modelo computacional			
Descripción	¿Conforme?		Observaciones
	SI	NO	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿El reconocimiento de los mangos exportables y no exportables es eficiente?</li> </ul>	X		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ ¿El reconocimiento de los mangos exportables y no exportables es eficaz?</li> </ul>	X		

Firma

Nombre: **Diego Francisco Mendoza Frías**DNI: **77382978**Cargo: **Desarrollador de software**



JAYANCA FRUITS SAC



GRUPO  
COSTA DEL SOL

Requerimientos no funcionales del sistema				
Requerimiento	Descripción	¿Conforme?		Observación
		SI	NO	
▪ USABILIDAD	▪ El sistema debe ser fácil de usar.	X		
	▪ Obtener una disponibilidad total al ofrecer sus diagnósticos.	X		
	▪ Realizar el manual de usuario.	X		
▪ SEGURIDAD	▪ El ingreso al sistema estará restringido bajo contraseñas cifradas y usuarios definidos.	X		
▪ MULTIPLATAFORMA	▪ El sistema deberá funcionar en distintos tipos de sistemas operativos y plataformas de hardware.	X		
▪ RENDIMIENTO	▪ El sistema debe soportar el manejo de gran cantidad de información durante su proceso.	X		
▪ DESEMPEÑO	▪ El sistema no presentará problemas para su manejo e implementación.	X		

Firma

Nombre: **Diego Francisco Mendoza Frías**

DNI: **77382978**

Cargo: **Desarrollador de software**



JAYANCA FRUITS SAC



GRUPO  
COSTA DEL SOL

Requerimientos funcionales del sistema				
Requerimiento	Descripción	¿Conforme?		Observaciones
		SI	NO	
▪ LA ADMINISTRACIÓN LLEVARÁ UN CONTROL DE LA CANTIDAD DE MANGOS.	▪ El sistema tendrá almacenadas la cantidad de mangos a procesar.	X		
▪ EL USUARIO ADMINISTRADOR PODRÁ MODIFICAR LOS DATOS.	▪ El sistema deberá permitir solamente al administrador la modificación de la data	X		
▪ VIZUALIZAR LOS DIAGNÓSTICOS REALIZADOS.	▪ El sistema proporcionará al administrador y al usuario el resumen de las muestras realizadas.	X		
▪ GENERACION DE REPORTES.	▪ Con los reportes se podrá obtener resultados detallados sobre las cantidades de mangos que fueron diagnosticados.	X		
▪ GENERACIÓN DE USUARIOS, PROVEEDORES, MATERIA PRIMA	▪ El sistema permitirá el ingreso de nuevos usuarios, proveedores y la materia prima	X		

Firma

Nombre: **Diego Francisco Mendoza Frías**

DNI: **77382978**

Cargo: **Desarrollador de software**

**ANEXO N.º 02. ENTREVISTA**

Dirigido: Deibi Riojas Damián

Cargo: Supervisor de recepción de materia prima

1. ¿Qué porcentaje de error hay en el pronóstico de los mangos no exportables de una tonelada de mango?
2. ¿Qué tiempo demoras en hacer el debido pronóstico?
3. ¿Cuántas toneladas promedio se procesan a diario?
4. ¿Qué cantidad de mangos de muestra se saca por toneladas?
5. ¿Cuántas toneladas de mango se procesan por campaña?
6. ¿Cuál es el promedio de toneladas de mangos no exportables al día?
7. ¿Cuál es el promedio de toneladas de descarte por campo?
8. ¿Cuál es el promedio de toneladas de descarte por campaña?
9. ¿Promedio de porcentaje de error al seleccionar los mangos?
10. ¿Qué normas o estándares de calidad se tienen en cuenta para la exportación?

**ANEXO N.º. 03. ARCHIVOS DEL ENCARGADO DE CALIDAD.**

RESUMEN DE INGRESO DE MATERIA PRIMA																						
FECHA DE INGRESO:																						
INGRESO MMPP										DESCARTE												
										CALIBRE		SELECCIÓN		EMPAQUE		TOTAL DESCARTE						
LOTE	FECHA DE COSECHA	NÚM. DE GUIA	PROCEDENCIA	PRODUCTOR	VARIEDAD	NÚM. DE GUIA	COD. PRODUCTO	TRAZABILIDAD	NUM. DE	P.NETO (KG)	P.NETO(KG)	% DESCARTE	NÚM. DE	P.NETO (KG)	% DESCARTE	NUM. DE	P.NETO (KG)	% DESCARTE	NUM. DE JABAS	P.NETO (KG)	% DESCARTE	
<b>TOTAL</b>																						

Figura. 56. "Resumen de ingreso de materia prima"

## **ANEXO N.º. 04. MANUAL DE USUARIO**

- I. Se inicia la aplicación con esta interfaz



Figura. 57. Interfaz “Pantalla de inicio de sesión”

Se ingresan los datos válidos y nos llevará al siguiente menú.

- II. Ya estamos en el menú principal



Figura. 58. Interfaz “Pantalla de menú principal de un administrador”

Si estamos en modo administrador tenemos acceso a todas las interfaces como se muestra en la interfaz anterior, y si no tendremos la siguiente interfaz con la restricción del gestionar usuarios:



Figura. 59. Interfaz “Pantalla de inicio de sesión de un colaborador”

- III. Estando como cualquier usuario podrán realizar el registro de los proveedores, el ingreso de la materia prima, ver los resultados obtenidos.
- IV. Para registrar un proveedor, nos dirigimos a la interfaz de registro de proveedores y nos aparecerá la siguiente vista:

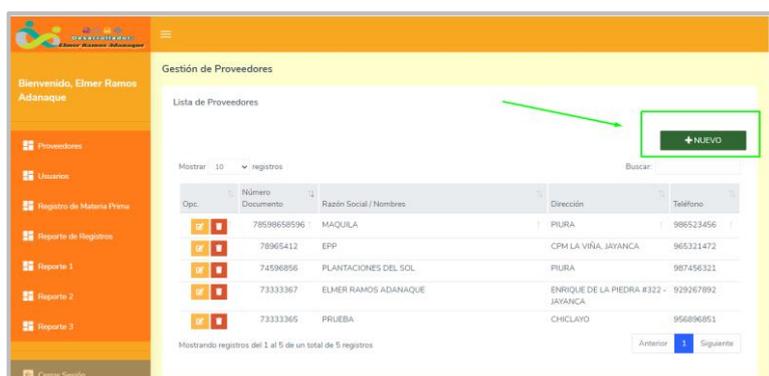


Figura. 60. Interfaz “Pantalla de gestionar proveedores”

Estando en esta vista gestionar proveedor nos dirigimos al botón nuevo y obtendremos el siguiente menú:

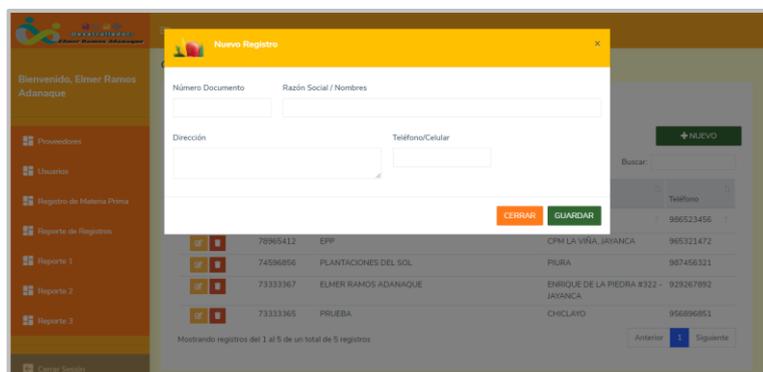


Figura. 61. Interfaz “Pantalla de registro de proveedor”

- V. Estando en la vista de registrar proveedor procedemos a insertar la data válida, y posteriormente procedemos a guardar.
- VI. Una vez que ya registramos el proveedor, no dirigimos a la interfaz de registro de materia prima.

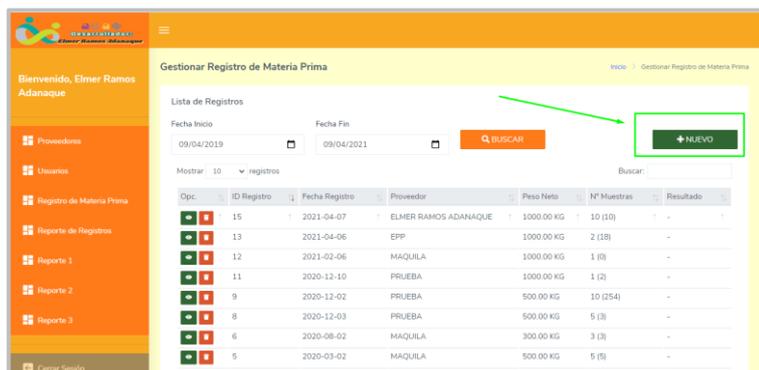


Figura. 62. Interfaz “Pantalla de gestionar registros de materia prima”

Aquí se procede a seleccionar el boton nuevo.

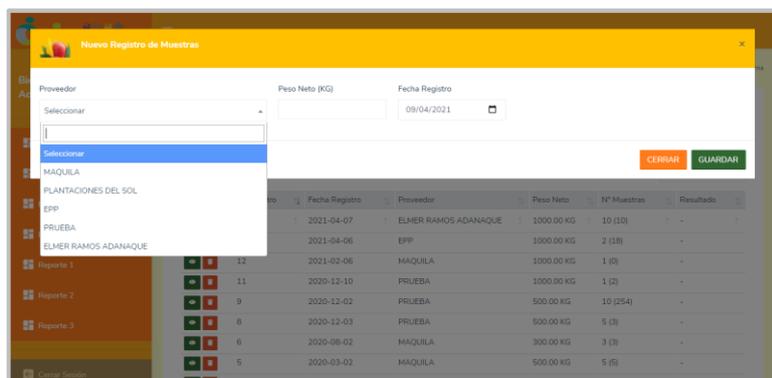


Figura. 63. Interfaz “Pantalla de gestionar registros de materia prima / registrar datos del proveedor y cantidad de materia”

Aquí se procede a seleccionar el proveedor correspondiente, seguido de la cantidad y la fecha a registrar. Se guarda la data e inmediatamente se habilita para generar las muestras.

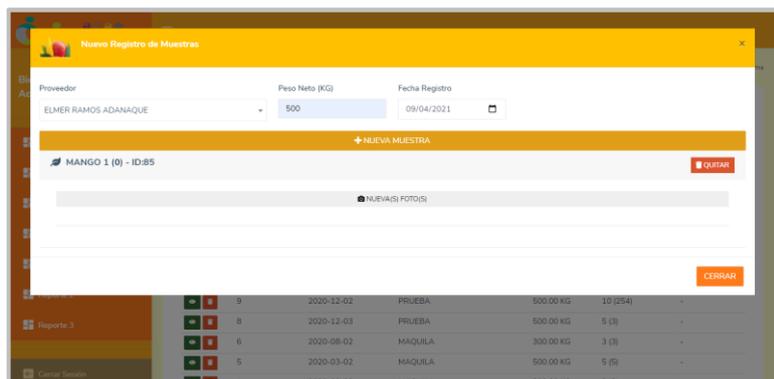


Figura. 64. Interfaz “Pantalla de registro de materia prima / Analizar fotos”

- VII. Se procede a seleccionar en el botón nuevas fotos la cual nos lleva a la siguiente fase:

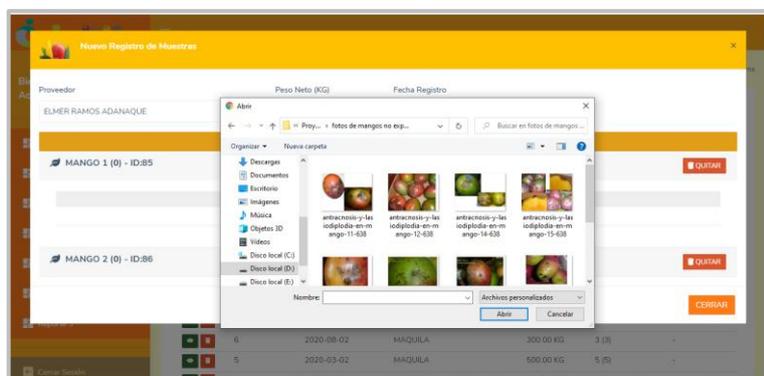


Figura. 65. Interfaz “Pantalla para subir las imágenes”

Aquí podemos seleccionar una o más fotos de una muestra, la cual al momento de procesar (Analizar) las fotos de la muestra, bastara que solo una de todas las fotos subidas salga no exportable para que toda la muestra sea de un mango no exportable, Cabe recordar de cada muestra representa 1000 kg de mangos a procesar.

- VIII. Una vez que ya se seleccionaron las imágenes que se van a diagnosticar nos quedaría de la siguiente manera:

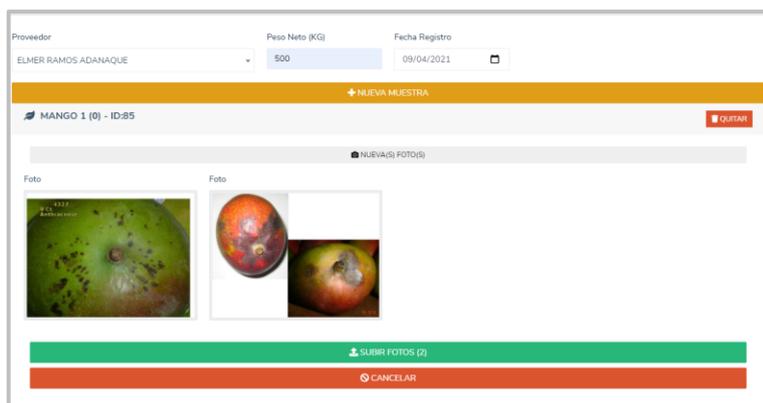


Figura. 66. Interfaz “Pantalla de imágenes cargadas al sistema”

En esta interfaz procedemos a seleccionar el botón subir fotos y nos quedará así:

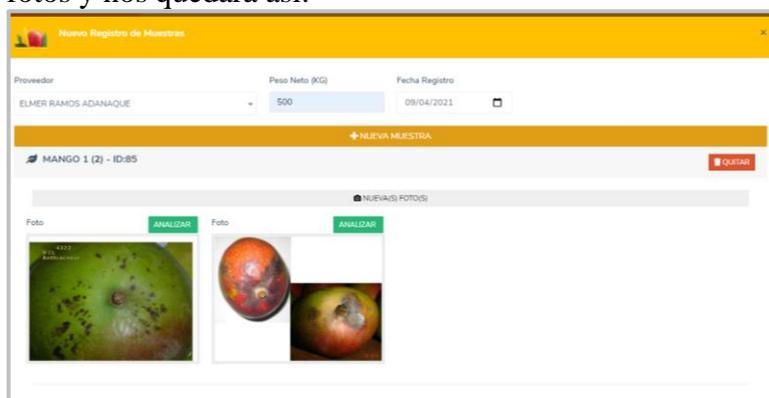


Figura. 67. Interfaz “Pantalla de imágenes cargadas a la base de datos”

Una vez estando en esta parte procederemos a presionar el botón analizar que se encuentra al costado de cada imagen, aquí nos dará un resultado por cada imagen. A continuación, se muestra la imagen de referencia.

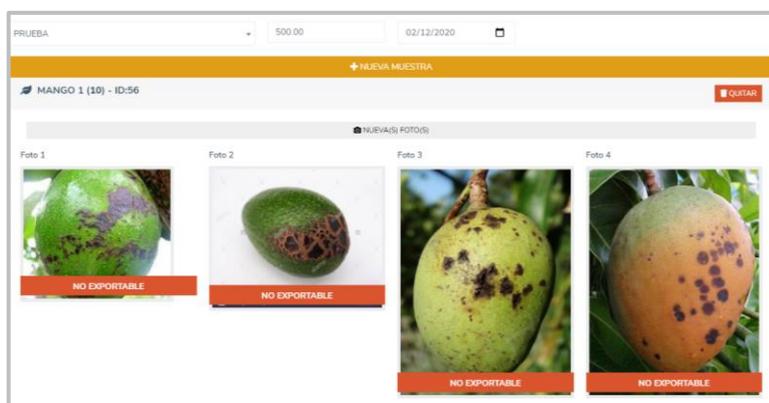


Figura. 68. Interfaz “Pantalla de con imágenes analizadas”

- IX. Una vez que ya se realizó el registro de la materia prima con su respectivo análisis de muestras, el sistema nos mandará a la vista resumen de todos los registros, por lo tanto, podremos filtrarlos por rangos de fechas:

Opc	ID Registro	Fecha Registro	Proveedor	Peso Neto	N° Muestras	Resultado
	16	2021-04-09	ELMER RAMOS ADANAQUE	500.00 KG	1 (2)	-
	15	2021-04-07	ELMER RAMOS ADANAQUE	1000.00 KG	10 (10)	-
	13	2021-04-06	EPP	1000.00 KG	2 (18)	-
	12	2021-02-06	MAQUILA	1000.00 KG	1 (6)	-
	11	2020-12-10	PRUEBA	1000.00 KG	1 (2)	-
	9	2020-12-02	PRUEBA	500.00 KG	10 (254)	-
	8	2020-12-03	PRUEBA	500.00 KG	5 (3)	-
	6	2020-08-02	MAQUILA	300.00 KG	3 (3)	-

Figura. 69. Interfaz “Pantalla general de registros”

- X. Por último, tenemos a los reportes, estos se muestran independientemente, como primer reporte tenemos a reporte de registros, luego al reporte que muestra los 10 mejores proveedores por año, seguido tenemos a la comparación de materia prima de un proveedor en un determinado año, y por último tenemos a la comparación de materia prima de un proveedor en dos años diferentes.

a. Primer reporte:

Cod	Fecha	Proveedor	Peso Neto	# Total	# Exportables	% Exportable	Kg Exportable
11	2020-12-10	PRUEBA	1000.00 KG	1	0	0.00 %	0.00 KG
9	2020-12-02	PRUEBA	500.00 KG	10	1	10.00 %	50.00 KG
8	2020-12-03	PRUEBA	500.00 KG	5	1	20.00 %	100.00 KG

Figura. 70. Interfaz “Pantalla del primer reporte”

## b. Segundo reporte:

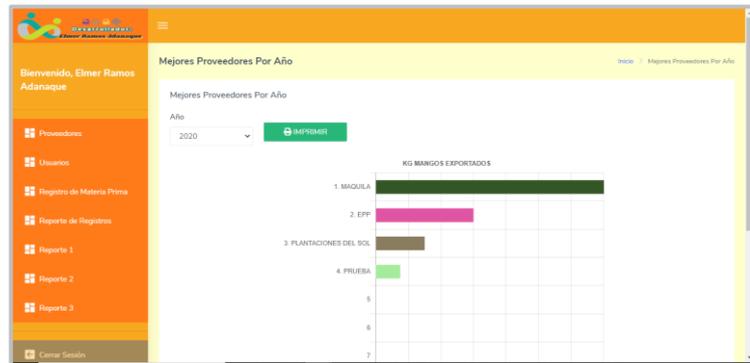


Figura. 71. Interfaz “Pantalla del segundo reporte”

## c. Tercer reporte:

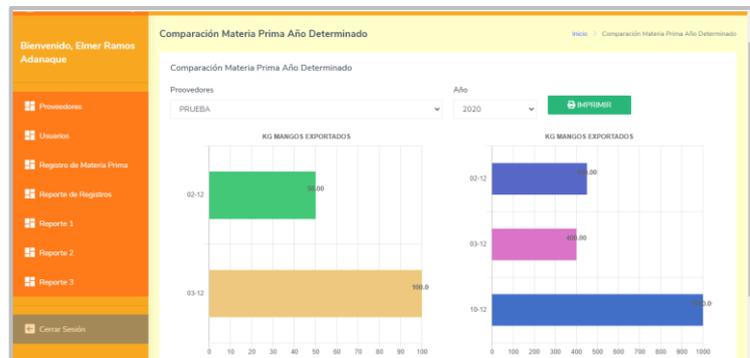


Figura. 72. Interfaz “Pantalla del tercer reporte”

## d. Cuarto reporte:

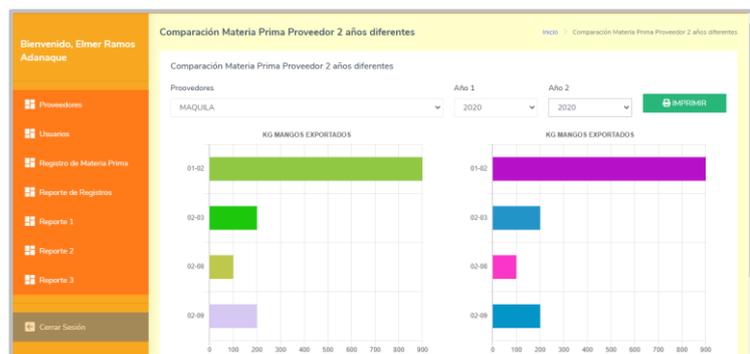


Figura. 73. Interfaz “Pantalla del cuarto reporte”

**ANEXO N.º 05. CARTA DE ACEPTACIÓN**

JAYANCA FRUITS SAC



COSTA DEL SOL

**“AÑO DE LA UNIVERSALIZACION DE LA SALUD”****OFICIO N° 011-2020-USAT-EISC**

**Ing. MERA MONTENEGRO, Huilder**  
DIRECTOR DE LA ESCUELA PROFESIONAL  
INGENIERIA DE SISTEMAS Y COMPUTACION-USAT  
Lambayeque

**ASUNTO: COMUNICA AUTORIZACION PARA DESARROLLAR PROYECTO DE TESIS-**

Tengo el agrado de dirigirme a Ud; para saludarle a nombre de la Empresa agroindustrial **JAYANCA FRUITS S.A.C.** y a la vez comunico que autorizo al estudiante. **RAMOS ADANAQUE, Elmer Antonio** con DNI: **73333367** de la **Escuela de Ingeniería de Sistemas y Computación** desarrollar su **Proyecto de tesis** en nuestra empresa, para que pueda obtener su **Título Profesional**.

Es propicia la oportunidad para manifestarle a Ud. Los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
JAYANCA FRUITS S.A.C.  
-----  
PROSER S.A.C.  
GERENTE GENERAL  
JUAN PUGA MENDOZA  
APODERADO

CARRETERA PANAMERICANA NORTE KM 37  
C.P. CAHUIDE – JAYANCA LAMBAYEQUE

**ANEXO N.º 06. INFORME DE TURNITIN**

# Informe de tesis Final

*por* ELMER ANTONIO RAMOS ADANAQUE

---

**Fecha de entrega:** 04-jun-2021 10:32p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1581371198

**Nombre del archivo:** Documento\_Final.docx (15.01M)

**Total de palabras:** 16363

**Total de caracteres:** 87161

## Informe de tesis Final

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>12%</b>	<b>11%</b>	<b>2%</b>	<b>5%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>Submitted to Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.upse.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.utc.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.utn.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.uladech.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.ucundinamarca.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>www.senasa.gob.pe</b> Fuente de Internet	

		<1 %
10	<a href="https://tesis.pucp.edu.pe">tesis.pucp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	Submitted to Universidad Anahuac México Sur Trabajo del estudiante	<1 %
12	Submitted to Universidad de Lima Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to UNIV DE LAS AMERICAS Trabajo del estudiante	<1 %
14	<a href="https://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="https://velogig.com">velogig.com</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="https://expomangofibrysac.blogspot.com">expomangofibrysac.blogspot.com</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="https://repositorio.uss.edu.pe">repositorio.uss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	Submitted to Universidad Adolfo Ibáñez Trabajo del estudiante	<1 %
20	<a href="https://www.ica.int">www.ica.int</a> Fuente de Internet	

		<1 %
21	<a href="https://creativecommons.org">creativecommons.org</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="https://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
24	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
25	<a href="https://export.arxiv.org">export.arxiv.org</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="https://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="https://www.inf.unitru.edu.pe">www.inf.unitru.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
29	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
30	<a href="https://s557d8ea6d602b023.jimcontent.com">s557d8ea6d602b023.jimcontent.com</a> Fuente de Internet	<1 %

31	<a href="http://www.aprendemachinelearning.com">www.aprendemachinelearning.com</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://www.slideshare.net">www.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
33	Submitted to Universidad Carlos III de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
34	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="http://revistas.itm.edu.co">revistas.itm.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
36	<a href="http://revistas.uis.edu.co">revistas.uis.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
37	<a href="http://www.juanbarrios.com">www.juanbarrios.com</a> Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad de León Trabajo del estudiante	<1 %
39	Submitted to ECCI Trabajo del estudiante	<1 %
40	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1 %
41	<a href="http://doaj.org">doaj.org</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.deolhonamala.com">www.deolhonamala.com</a> Fuente de Internet	<1 %

43	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://www.revespcardiol.org">www.revespcardiol.org</a> Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
46	Submitted to Universidad Internacional Isabel I de Castilla Trabajo del estudiante	<1 %
47	<a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
48	<a href="http://oa.upm.es">oa.upm.es</a> Fuente de Internet	<1 %
49	Oviedo, D., M.C. Romero-Ternero, A. Carrasco, F. Sivianes, M.D. Hernandez, and J.I. Escudero. "Multiagent system powered by neural network for positioning control of solar panels", IECON 2013 - 39th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 2013. Publicación	<1 %
50	<a href="http://blog.evolutionibus.info">blog.evolutionibus.info</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://doczz.es">doczz.es</a> Fuente de Internet	<1 %

52	<a href="http://edudistancia2001.wikispaces.com">edudistancia2001.wikispaces.com</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://losfiscalesblog.wordpress.com">losfiscalesblog.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
54	<a href="http://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov">pubmed.ncbi.nlm.nih.gov</a> Fuente de Internet	<1 %
55	<a href="http://repositorio.umsa.bo">repositorio.umsa.bo</a> Fuente de Internet	<1 %
56	<a href="http://repositorioacademico.upc.edu.pe">repositorioacademico.upc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
57	<a href="http://www.cendeisss.sa.cr">www.cendeisss.sa.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
58	<a href="http://www.dominiodelasciencias.com">www.dominiodelasciencias.com</a> Fuente de Internet	<1 %
59	<a href="http://www.fcs.ucr.ac.cr">www.fcs.ucr.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
60	<a href="http://www.springerprofessional.de">www.springerprofessional.de</a> Fuente de Internet	<1 %
61	<a href="http://cronus.uwindsor.ca">cronus.uwindsor.ca</a> Fuente de Internet	<1 %
62	<a href="http://docplayer.fi">docplayer.fi</a> Fuente de Internet	<1 %
63	<a href="http://dokumen.pub">dokumen.pub</a> Fuente de Internet	<1 %

64	<a href="http://fast-mag.com">fast-mag.com</a> Fuente de Internet	<1 %
65	<a href="http://gestion.pe">gestion.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
66	<a href="http://manonhaverkate.wordpress.com">manonhaverkate.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
67	<a href="http://red.uao.edu.co">red.uao.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
68	<a href="http://repositorio.autonoma.edu.pe">repositorio.autonoma.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
69	<a href="http://repositorio.ug.edu.ec">repositorio.ug.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
70	<a href="http://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
71	<a href="http://unnaturalintelligence.wordpress.com">unnaturalintelligence.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
72	<a href="http://www4.prompyme.gob.pe">www4.prompyme.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
73	<a href="http://www.adictosaltrabajo.com">www.adictosaltrabajo.com</a> Fuente de Internet	<1 %
74	"Gobernanza del agua en territorios agrícolas - Estudio de caso en Perú", Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2021 Publicación	<1 %

---

75 Tibisay Coromoto Ramirez-Gavidia, Nélida Margarita González-Colmenares, Ebuilda Karina Guerrero-Pernía. "Pectina de residuos de naranja aplicando el principio de las 3R", Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, 2020 <1%  
Publicación

---

76 [repositorio.urp.edu.pe](http://repositorio.urp.edu.pe) <1%  
Fuente de Internet

---

---

Excluir citas      Apagado

Excluir coincidencias      Apagado

Excluir bibliografía      Apagado