



Universidad Nacional  
**SAN LUIS GONZAGA**



## [Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



Universidad Nacional "San Luis Gonzaga"  
Facultad de Agronomía  
Dirección Unidad de Investigación  
"Fundo Arrabales" Altura Km 299 Panam. Sur  
Teléf.:056-257444 Anexo 25  
Ica – Perú



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD 2024

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

"MODELO DE SOLUCIÓN DIGITAL PARA LA EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL CULTIVO DE EXPORTACIÓN DE PALTO (PERSEA AMERICANA VAR. HASS), PARA LA TOMA DE DECISIONES EMPRESARIALES".

Presentado por:

**MARQUEZ MONTOYA GEORGE ANDRE**

Graduado del nivel Pregrado de la Facultad de Agronomía. El resultado obtenido es 0% de similitud (Cero por ciento de similitud) por el cual se otorga el calificativo de:

**APROBADO**

Según Reglamento para la evaluación de la originalidad de los documentos de investigación, aprobado con Resolución Rectoral N° 1668-R-UNICA-2020 – (18.1 La Universidad considera como original al documento de investigación que presenta un porcentaje de similitud menor o igual al veinte por ciento (20%) con textos de otros autores, según el informe automatizado de originalidad del programa informático adoptado por la Universidad.)


Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.


### Observaciones:

- Se analizó la TESIS mediante el programa informático iThenticate.
- Se consideró la exclusión de cadenas sintácticas de **40 palabras**, se adjunta pantallazo de la exclusión.

(15.5 La exclusión de cadenas sintácticas cortas proceden para evitar que, frases habituales o de conexión, sean reportadas como similitudes. La longitud de las cadenas excluidas no debe superar las cuarenta (40) palabras y debe adecuarse a las características de la disciplina a la que corresponde el documento evaluado, además debe constar en el informe los criterios de exclusión utilizados.)

Ica, 03 de setiembre de 2024

  
.....  
**Dr. LUIS FELIPE BENDEZU DIAZ**  
Director Interino de la Unidad de Investigación  
Facultad de Agronomía

  
.....  
**ROSA ISABEL ZEVALLOS TORRES**  
Operador del Programa Informático iThenticate  
Evaluador de Originalidad  
Facultad de Agronomía

**UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**  
**Facultad de Agronomía**



**Modelo de solución digital para la evaluación cuantitativa de la producción y calidad del cultivo de exportación de palto (*Persea americana var. Hass*), para la toma de decisiones empresariales**

**Línea de Investigación:**

Ciencias naturales, ingeniería y tecnologías sostenibles

**Tesis para optar por el título profesional de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Presentado por:**

GEORGE ANDRÉ MÁRQUEZ MONTOYA

**Ica – Perú**

**2024**

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su dedicación incondicional, apoyo constante y sacrificios infinitos. A mi hijo, por ser mi fuente de inspiración y alegría en todo momento de mi vida. A mis amigos Marco Sarmiento, Jesús González, Luis Berrocal y Mauricio Ramírez por su compañía, ánimo y comprensión a lo largo de este camino. A todos aquellos que han creído en mí y han contribuido de alguna manera a mi crecimiento personal y académico.

## **AGRADECIMIENTO**

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi asesor de tesis Raúl Rupino Campos Tipiani, por su orientación experta, paciencia y dedicación en cada etapa de este proyecto. Agradezco también a mis profesores, cuyos conocimientos y consejos han sido fundamentales en mi formación académica. No puedo dejar de mencionar a mis padres Luz Montoya y Jorge Luis cuya sabiduría y apoyo han sido invaluable durante este proceso. A todos mis compañeros de clase, gracias por compartir conmigo esta travesía académica y por enriquecer mi experiencia universitaria.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>CARÁTULA</b> .....	i
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	iii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	iv
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	v
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA</b> .....	19
<b>III. RESULTADOS</b> .....	28
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	60
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	66
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	68
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	69
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	71

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: BASE DE DATOS REPORTE – PRODUCCIÓN EN PACKING.....	21
TABLA 2: BASE DE DATOS PROYECCIÓN – PRODUCCIÓN EN CAMPO.....	22
TABLA 3: EDAD, ESTADO FINANCIERO Y VALORES ATÍPICOS .....	29
TABLA 4: ANÁLISIS NETO - PRONÓSTICO Y RESULTADO POR HA .....	38
TABLA 5: ANÁLISIS EXPORTABLE – PRONÓSTICO Y RESULTADO POR HA.....	38
TABLA 6: ANÁLISIS NETO – PRONÓSTICO Y RESULTADO POR LOTE.....	40
TABLA 7: ANÁLISIS EXPORTABLE – PRONÓSTICO Y RESULTADO POR LOTE.....	41
TABLA 8: FRUTA DESCARTADA EN CAMPO POR LOTE. ....	44
TABLA 9: FRUTA DESCARTADA EN CAMPO POR FUNDO.....	45
TABLA 10: EMP – KILOGRAMOS EXPORTADOS.....	47
TABLA 11: EMP – KILOGRAMOS DESCARTADOS .....	48
TABLA 12: EMP – KILOGRAMOS MERMADOS.....	50
TABLA 13: EQUIVALENCIA DE CALIBRES CLIENTE - PRODUCTOR .....	51
TABLA 14: CALIBRES EXPORTADOS POR SEMANA .....	52
TABLA 15: SEGMENTACIÓN DE CALIBRES EXPORTADOS POR MES.....	54
TABLA 16: SEGMENTACIÓN DE KILOGRAMOS POR CALIBRE.....	56
TABLA 17: SEGMENTACIÓN DE CALIBRES POR CLIENTE .....	57
TABLA 18: SECTORES DE INFLUENCIA AL 85% .....	59
TABLA 19: RECOMENDACIÓN EN TÉRMINOS FINANCIEROS Y PRODUCTIVOS.....	62
TABLA 20: RECOMENDACIÓN EN TÉRMINOS DE CALIDAD.....	63
TABLA 21: RECOMENDACIÓN EN SECTORES DE INFLUENCIA.....	64

TABLA 22: RECOMENDACIÓN EN ANOMALÍAS DEL PRONÓSTICO.....	64
TABLA 23: RECOMENDACIÓN EN RELACIONES GENÉRICAS .....	65

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Conceptos relacionados con lo digital.....	5
Fig. 2. Gasto en investigación del PBI agrícola por país 2012 – 2016.....	12
Fig. 3. Diagrama de cajas y bigotes por fundo.....	24
Fig. 4. Diagrama de dispersión por fundo.....	25
Fig. 5. Diagrama de cajas y bigotes por lote.....	25
Fig. 6. Temperatura promedio, máxima y mínima (°C).....	27
Fig. 7. Pronóstico Neto por Hectárea.....	30
Fig. 8. Pronóstico Exportable por Hectárea.....	30
Fig. 9. Pronóstico neto por lote.....	31
Fig. 10. Pronóstico exportable por lote.....	32
Fig. 11. Pronóstico neto y exportable por fundo.....	33
Fig. 12. Rendimiento neto por hectárea.....	34
Fig. 13. Rendimiento exportable por hectárea.....	34
Fig. 14. Rendimiento neto por lote.....	35
Fig. 15. Rendimiento exportable por lote.....	36
Fig. 16. Rendimiento neto y exportable por fundo.....	37
Fig. 17. Análisis neto - pronóstico y resultado por hectárea.....	39
Fig. 18. Análisis exportable - pronóstico y el resultado por hectárea.....	39
Fig. 19. Análisis neto - pronóstico y el resultado por hectárea.....	41
Fig. 20. Análisis exportable - pronóstico y el resultado por hectárea.....	42
Fig. 21. Análisis neto - pronóstico y el resultado por hectárea.....	43

Fig. 22. Análisis exportable - pronóstico y el resultado por hectárea.....	43
Fig. 23. Fruta descartada en campo por lote.....	45
Fig. 24. Eficiencia de materia prima – total exportado.....	47
Fig. 25. Eficiencia de materia prima – total descartado.....	49
Fig. 26. Eficiencia de materia prima – total mermado.....	50
Fig. 27. Variación del peso por calibre .....	51
Fig. 28. Exportación por semana.....	53
Fig. 29. Segmentación de calibres exportados por mes .....	54
Fig. 30. Segmentación de cajas exportadas por lote.....	55
Fig. 31. Segmentación de cajas exportadas por fundo.....	55
Fig. 32. Segmentación de kilogramos por calibres.....	56
Fig. 33: Segmentación de calibres por cliente .....	57
Fig. 34. Sectores de Influencia al 85% .....	58

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue desarrollar un modelo digital para la evaluación cuantitativa de la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación, optimizando la toma de decisiones empresariales mediante la aplicación de tecnologías informáticas avanzadas, particularmente en el ámbito de la Ciencia de Datos. Este modelo mejoró la automatización, el procesamiento y la visualización de datos provenientes de la cosecha en el campo, planta empaedora y el proceso de exportación. La metodología se centró en la recopilación de datos de los departamentos de calidad, logística y planta empaedora, utilizando documentos oficiales de cada departamento. Esta información se analiza para gestionar tanto la producción como la calidad, empleando la herramienta informática Python en la gestión de errores y Power BI para la visualización y análisis de datos en el entorno de la inteligencia de negocios. Este enfoque minimiza errores y reduce los tiempos de procesamiento de datos, incrementando la precisión de los resultados. Los resultados obtenidos demuestran una segmentación precisa del análisis de la información, una automatización rápida con alto grado de confiabilidad, una codificación flexible adaptada a las necesidades del análisis y una visualización intuitiva en tiempo real. Esto abarca tanto la gestión productiva como la de calidad, con segmentaciones por períodos de tiempo, hectáreas, lotes productivos y calibres exportados, facilitando una toma de decisiones más informada y eficiente, por lo que se recomienda usarlo en otros cultivos e implementar soluciones predictivas avanzadas.

**Palabras Claves:** Ciencia de Datos, Inteligencia de Negocios, Producción Agrícola, Automatización.

## **ABSTRACT**

The purpose of this study was to develop a digital model for the quantitative evaluation of the production and quality of export-oriented Hass avocado cultivation, optimizing business decision-making through the application of advanced computer technologies, particularly in the field of Data Science. This model improved the automation, processing, and visualization of data from field harvesting, packing plant operations, and the export process. The methodology focused on collecting data from the quality, logistics, and packing plant departments using official documents from each department. This information is analyzed to manage both production and quality, employing the Python programming tool for error management and Power BI for data visualization and analysis within the business intelligence environment. This approach minimizes errors and reduces data processing times, increasing the precision of the results. The obtained results demonstrate a clear and precise segmentation of information analysis, rapid automation with a high degree of reliability, flexible coding adapted to the needs of the analysis, and real-time intuitive visualization. This encompasses both productive and quality management, with segmentations by time periods, hectares, productive lots, and exported sizes, facilitating more informed and efficient decision-making. Therefore, it is recommended for use in other crops and the implementation of advanced predictive solutions.

**Keywords:** Data Science, Business Intelligence, Agricultural Production, Automation.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente con el avance de la ciencia y la tecnología los modelos de solución digitales son una herramienta valiosa para mejorar la producción y calidad en los cultivos agrarios. Soluciones digitales que permiten mejorar los procesos en la concepción y ejecución de los procedimientos productivos que se llevan a cabo mediante la aplicación de técnicas y herramientas orientadas y destinadas a resolver conflictos. A medida que la investigación de operaciones, la matemática, la estadística, y la informática avanzan, se han creado diversas soluciones cuantitativas. Estas mismas, en su conjunto, constituyen los métodos cuantitativos que posibilitan la validación de la información con el propósito de ejecutar una eficaz toma de decisión por los encargados de la gestión de las unidades productivas agrarias; disminuyendo la influencia del azar, el riesgo relativo y evitar los sesgos que se presentan con el método intuitivo. Los métodos cuantitativos examinan los datos de manera científica, en forma numérica y generalmente con ayuda de herramientas del campo de la Estadística.

Si tenemos en cuenta que la seguridad alimentaria y la exportación están estrechamente relacionadas con el sector agrario peruano. La seguridad alimentaria es un tema crítico en el Perú, ya que más de la mitad de la población del país está en situación de inseguridad alimentaria [1]. El sector agrario es fundamental para abordar este problema, ya que es el principal productor de alimentos en el país. Además, el sector agrario es un importante motor económico para el Perú, ya que representa alrededor del 5,6% del PBI [2]. La exportación de productos agrarios peruanos también es un factor clave en la economía del país. En el año 2019, Perú se destacó a nivel mundial al liderar las exportaciones de banano orgánico y arándano convencional, ocupando la segunda casilla en la exportación de palta, alcachofas, espárragos, y mandarinas. Además, alcanzó el tercer lugar en la exportación de mangos, el cuarto lugar en uvas y sus diferentes variedades, el octavo puesto en cultivo de ajo, el décimo lugar en cebollas amarilla dulce y el undécimo lugar en cultivo de granadas wonderfull.[3]. La exportación de estos productos agrarios no solo genera ingresos para el país, sino que también ayuda a mejorar la calidad de vida de los agricultores y sus familias.

Desde el punto de vista empresarial, el uso de tecnología mediante modelos de solución digitales son una herramienta útil para mejorar la producción y calidad en cultivos agrarios. Los modelos de solución digitales que se tornan en eficaces herramientas de gestión para la toma de decisiones informadas sobre el uso de fertilizantes, pesticidas, otros insumos agrícolas, como de requerimiento de personal, maquinaria y consultorías especializadas, que incide en la calidad y productividad de los cultivos que se revierte en la rentabilidad empresarial. Además, estos modelos pueden ayudar a los agricultores a predecir el rendimiento de los cultivos y a planificar la cosecha en consecuencia. Algunos ejemplos de soluciones digitales para la agricultura incluyen el uso de drones para monitorear el rendimiento de los cultivos, la teledetección para identificar plagas y enfermedades, y el análisis de datos para optimizar el uso de insumos agrícolas. La

agricultura digital también puede ayudar a mejorar la eficiencia en la cadena de suministro, lo que reduciría los costos y mejorar la calidad del producto final. En resumen, los modelos de solución digitales son una herramienta valiosa para mejorar la productividad, producción y calidad en los cultivos agrarios, en consecuencia, generación de la riqueza desde una perspectiva empresarial.

En la Región Ica el sector agrario es una actividad económica tradicional, conectada en un proceso activo de crecimiento y desarrollo socio económico e insertada en la economía nacional y global en las últimas dos décadas. Es la primera región agroexportadora de cultivos no tradicionales del país, donde el palto Hass es uno de los principales cultivos aportantes en volumen y monto.

Por consiguiente, la investigación busca desarrollar un modelo de solución digital para la evaluación cuantitativa de la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación para utilizarlo en la toma de decisiones empresariales. Mediante el análisis de indicadores de áreas cosechadas, volúmenes exportados, calibres, mermas, producción y productividad.

## **1.1 Planteamiento del Problema**

### **1.1.1 Antecedentes de la Investigación**

#### **Nivel Internacional**

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, en su publicación *Tecnologías Digitales en la Agricultura y las Zonas Rurales* [4], sostiene que el sector de la agricultura y la alimentación se enfrenta a diversos retos. Destacando el pronóstico de aumento poblacional a nivel mundial, que se proyecta pasar de 7.600 millones a más de 9.600 millones de habitantes en 2050. Este aumento conlleva un significativo incremento en la demanda y oferta de insumos alimenticios. Simultáneamente, la disponibilidad de recursos naturales cruciales, como el hídrico y terrenos agrícolas en producción, está disminuyendo de manera constante.

Aunque la producción agrícola actual es suficiente para alimentar a toda la población mundial, todavía hay 821 millones de personas que padecen hambre. Además, la rápida tasa de urbanización y otros procesos tienen importantes consecuencias en las pautas de producción y consumo de alimentos.

El sector agroalimentario sigue siendo fundamental para los medios de vida y el empleo. En todo el mundo, hay más de 570 millones de pequeñas explotaciones agrícolas, solo el 28% está representado por la agricultura y la producción de alimentos.

Para lograr alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible de un planeta libre del hambre en el año 2023, es necesario e indispensable contar con modelos alimenticios más redituables. Para ello se necesitará un total cambio radical y altamente prioritario del sistema de producción alimenticia actual.

La tecnología y los avances en las mismas ya son consideradas parte de la solución al problema que enfrenta el mundo y la producción agraria. La llamada “cuarta revolución industrial” (Industria 4.0) genera un rápido cambio y avance en diversos ámbitos gracias a las soluciones innovadoras en materia digital, causando un paradigma tales vistas en la cadena de bloque, el aprendizaje maquina no supervisado, las redes neuronales y los sistemas de enlace programable. La agricultura no es ajena a estos fenómenos de cambio, gracias al conocimiento de tecnológicas dóciles y móviles, los servicios cliente servidor y el procesamiento masivo de información ya se encuentra mejorando el acceso de los agricultores a sectores que antes les era complicado realizar.

La agricultura ha experimentado una serie de revoluciones que han incrementado la eficiencia, el rendimiento y la rentabilidad a niveles antes inalcanzables. Los pronósticos sugieren que una “revolución agrícola digital” será el cambio más novedoso que podría ayudar a satisfacer las necesidades de la población mundial en el futuro.

La digitalización modificará todas las partes de la cadena agroalimentaria. La gestión de los recursos en todo el sistema puede optimizarse considerablemente.

Así mismo, detalla sobre las condiciones básicas para la transformación digital en la agricultura, como también ejemplos y repercusiones del uso de tecnologías digitales en los sistemas agroalimentarios, y presenta una variedad de trabajos futuros en el ámbito de la digitalización de la agricultura y zonas rurales.

Candelaria, publicaron el artículo Aplicación de Modelos de Simulación en el Estudio y Planificación de la Agricultura [5], cuyo objetivo es analizar los distintos enfoques de la aplicación de los modelos para el estudio y planificación agrícola, y sus retos. La humanidad ha estado beneficiándose de los productos agrícolas desde hace aproximadamente diez mil años, satisfaciendo así sus necesidades alimentarias y comerciales. Actualmente son más productivos y organizados la mayoría de los sistemas de producción, esto es debido al conocimiento generado sobre la agricultura. No obstante, la materia inmersa en la agricultura ha conseguido en muchos casos de éxito la implantación de paradigmas técnicos que circulan y pasan por alto cuestiones claves de consideración de los modelos de producción agraria. Alternativa considerada novedosa y eficiente han surgido como parte de la solución de conflictos agrícolas en áreas de planificación e investigación, estas tienen la característica de que se pueden utilizar para predecir e intuir patrones de comportamiento de diferentes complejos bióticos, características básicas y complejas del suelo, la relación que se tiene entre los distintos cultivos y el análisis del comportamiento de modelos productivos con integración de ganado y cultivos. Recientemente se tiene políticas agrarias destinadas

a la racionalidad de muchos de los agricultores y racionalidad de los productos finales, rasgos del mercado y señas medio ambientales.

Por otro lado, en el ámbito internacional se tiene resaltar el estudio Perspectivas de la Agricultura y el Desarrollo Rural en las Américas una observación en América Latina y el Caribe 2021-2022, texto logrado de la cooperación conjunta de la Comisión Económica para el Caribe y América Latina, ONU para la Agricultura y Alimentación, y el Instituto de Cooperación Interamericano de para la Agricultura (CEPAL, FAO, IICA) [6]. En su capítulo 4, Digitalización en la Agricultura Potenciando y Acelerando la Transformación Digital en el Período Postpandemia, sistematiza los resultados y análisis detallado de investigaciones sobre el contexto mundial y regional de la agricultura digital como base para transformar los sistemas alimentarios. Expresando que las tecnologías digitales son un conjunto de equipos, herramientas y sistemas basados en la informática que abarcan una multiplicidad de dispositivos y desarrollos (sensores, aplicaciones y algoritmos, actuadores, redes de comunicación) que combinados entre sí ofrecen un sinfín de posibles soluciones y beneficios. Las tecnologías digitales tienen muchos beneficios, entre ellos, permiten la generación y el procesamiento eficiente de grandes volúmenes de datos, lo que potencia los procesos de aprendizaje, toma de decisiones y operaciones. Además, generan facilidad máxima entre dispositivos y personas, mejorando la comunicación entre sus integrantes. Un desarrollo acelerado de estas tecnologías en las últimas épocas del año ha acelerado exponencialmente estas soluciones tecnológicas, estos se reflejan en el desarrollo sostenido y exponencial de las dimensiones informáticas y del avance data analítico y electrónico. Como respuesta se observa un considerable aumento en la disponibilidad de estas tecnologías que han logrado cambios aspectos sociales de la conducta humana, sin dejar de incluir el sector agrícola.

La incorporación de tecnologías digitales es lo que se denomina Agricultura digital (AD), estos están presente en los procedimientos de las funciones agrícolas o agropecuarias. Términos que comúnmente suelen usarse en la actualidad son agricultura inteligente o en su defecto agricultura 4.0. Las tecnologías orientadas para el sector agrícola incluyen operaciones en las plataformas, sensores, reconocimiento estructurado y no estructurado, big data, aprendizaje autónomo e inteligencia artificial, según la organización para la cooperación y desarrollo económico (OCDE).

La adición de paradigmas tecnológicos digitales para el sector agrario logra la obtención de data informativa que luego es procesada permitiendo un monitoreo, análisis táctico, planificación elocuente y control integrado de procedimientos de producción agraria, cambio, sectorización y venta de productos finales agrícolas. En los últimos años el incremento de estas tecnológicas flexibles y adaptables se ha vuelto

más evidente y notable en diversos sectores productivos sin dejar detrás el ámbito agrícola lo que ha impulsado su propia digitalización adaptable a sus procesos productivos. La integración de soluciones digitales en la cadena logística prevé cambios progresivos que por lo general llevan a una transformación general de la propia cadena en cuestión. En primer lugar, las tecnologías digitales permiten la digitalización, que implica la codificación o conversión digital (a código binario) de información analógica. En segundo lugar, la digitalización implica el uso de tecnologías digitales para adaptar (optimizar, facilitar, etc.) el modo en que se realiza un proceso. Por último, la transformación digital se puede definir como la renovación del modelo o estrategia de una cadena de valor basada en la integración de tecnologías digitales y en la atención a las preferencias y necesidades de las personas y organizaciones (como se muestra en la figura N°1). Las tecnologías digitales disponibles actualmente para los diferentes procesos y etapas de la agricultura ofrecen el potencial para transformar digitalmente los sistemas agroalimentarios.

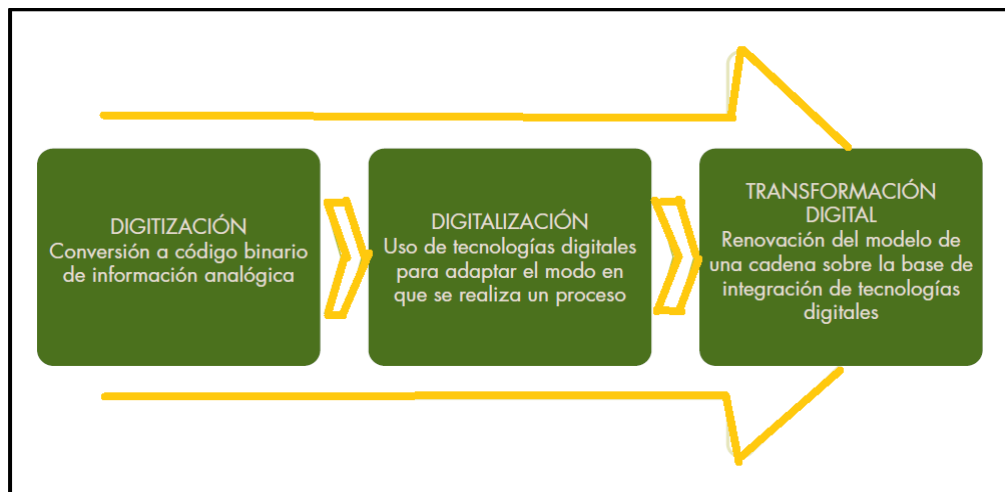


Fig. 1. Conceptos relacionados con lo digital.

Nota: Canalización del proceso cíclico de la transformación digital dentro de las organizaciones. De J. E. Mantilla-Sevillano [18]

El investigador de la universidad de Córdoba Miguel Ángel Marqués Gonzalbo del Master en Transformación Digital en el Sector Agroalimentario y Forestal [7], explora sobre el desarrollo y productividad agrícola en América Latina, en el cual detalla los problemas de medición de la productividad agrícola con el propósito de utilización del avance metódico realizado por O'Donnell para dar solución a los conflictos indicados y reflejar con los logros de las metodologías convencionales no paramétricas. Tomando uso de índices transitorios de Lowe, determino la modificación de la producción general de múltiples factores (TFP en inglés), en países latinos dentro del

periodo 1990 - 2006. Estos resultados logrados hacen una severa cuestión sobre las evidencias empíricas obtenidas en épocas pasadas. Validando la suposición acerca de la disparidad de los resultados en términos de productividad al ser calculados mediante el índice de Malmquist y el de Lowe.

El investigador Juan David Garzón Camero, en su trabajo de investigación denominado “Diseño de un modelo predictivo de la oferta de aguacate Hass en el municipio de Herveo Tolima” [8], pionero en el rubro para Latinoamérica, desarrollo un modelo predictivo basado en reconocer cuales variables afectan a la producción de palta Hass en el municipio de Herveo departamento de Tolima, en dicha investigación recopiló información de las fuentes de producción disponibles a nivel nacional para luego determinar la correlación existente con respecto a la producción, oferta y demanda para establecer el nivel de oferta del municipio en mención basado en un horizonte proyectado a medio plazo. Después de evaluar varios modelos de pronóstico, incluyendo la regresión lineal múltiple, el modelo de promedio móvil, las series de tiempo y el modelo suavizado exponencial simple, se evaluaron las variables de producción y cantidad de área cosechada para pronosticar el crecimiento de la producción de palto Hass. Después de una serie de pruebas, se determinó que el pronóstico puede realizarse a través del modelo de pronóstico de series de tiempo para la oferta. Se encontró que el comportamiento es lineal y que la producción pronosticada es menor a la que se registró realmente.

Según los investigadores Cristian Lozano y Juan Suaterna [9], en su trabajo de investigación de fin de máster “Analítica de datos para el rendimiento en los cultivos de aguacate Hass”, resaltan que lograron obtener un modelo predictivo con la capacidad de identificar las variables y clasificarlas según el impacto directo que tienen sobre el rendimiento en la producción de palto Hass en base a los valores de entradas meteorológicas. Lograron identificar que las variables de mayor impacto fueron las temperaturas en sus expresiones máximas y mínimas, el total de evaporación, el número de días de precipitación y la media de tensión del vapor, en su trabajo también detallan que para la implantación del modelo predictivo se trabajó en un plan de actividades de aplicación de modelo y de monitoreo. Asimismo los autores hacen evidente la importancia de los datos de las organizaciones de las empresas agrícolas porque constituyen la integración de procesos en conjunto con los equipos tecnológicos, resaltando que las herramientas de análisis de datos toman cada vez más importancia dentro de la mejora de la toma de decisiones haciendo referencia a la herramienta Microsoft Machine Learning Studio con la que fue posible realizar la predicción del estudio no dejando de lado la parte del conocimiento agrícola y las habilidades en ciencias de datos.

Así mismo, la investigación desarrollada por Silvia Lara [10], titulado “Machine Learning como método de validación para predecir la efectividad de un modelo estadístico de series de tiempo en la producción de fruta fresca en las diferentes provincias del Ecuador”, recolecto data extraída de portales web de alta confiabilidad, entre ellos el portal web sistema de información de la producción agrícola del ministerio de agricultura y ganadería, para su posterior análisis en el formato Machine Learning apoyado en herramientas estadísticas SPSS de la compañía IBM, donde analizo la correlación de Pearson de las variables a estudiar. El autor identificó que las redes neuronales artificiales de tipo MLP son modelos con mejor rendimiento en la predicción de las series de tiempo de la producción de fruta en el Ecuador. Por lo tanto, sugiere que estas redes neuronales pueden ser utilizadas para predecir la producción agrícola. Por último, hace mención que los MLP utilizados para la investigación son modelos de aprendizaje totalmente autónomos supervisados y entre ellos los tipos de feedforward de backpropagation, multivariate y feedforward embeddings son los que obtiene mejor precisión al momento de realizar cualquier predicción.

### **Nivel Nacional**

A nivel nacional verificamos la investigación “Desarrollo de un sistema automático de selección de paltas Hass por sus índices de calidad para la empresa Agroindustrias Verde flor SAC.” [11], la investigación propuso el desarrollo e implementación de un sistema automático integrado de software y hardware para detectar índices de baja calidad en la fruta de palta Hass de exportación. El proceso actual de selección de dichos índices se realiza y trabaja de manera artesanal, lo que deriva en problemas frecuentes de detección y aumento del tiempo necesario para seleccionarlos. Con el fin de mejorar el proceso ambiguo propone la automatización de este proceso vital que consiste en diversas etapas de desarrollo entre las que destaca el proceso mecánico y el diseño del movimiento que ira de la mano con la programación de algoritmos de procesamientos de imágenes que se encargara de detectar los desórdenes que reducen la calidad en los frutos de palta Hass, usando los softwares Matlab y Excel como gestor de datos. Concluye su investigación detallando que se implementó sensores ópticos en conjunto con un recinto de sistema de iluminación que no es influenciado por perturbaciones exteriores y por parte de la programación se diseñó un algoritmo capaz de cuantificar los datos de los factores de calidad para la exportación, logrando tener resultados favorables de confiabilidad con reducción de error humano de 5-8% a 3.3%, con reducción del índice de porcentaje establecido por la empresa. Como proceso innovador para el mercado local el prototipo fue registrado en Indecopi como modelo de utilidad.

Se reviso la investigación “Implementación de sistemas de información geográfica para el manejo integrado de la mosca de la fruta en SENASA” desarrollado por Deisy Chambilla [12], el cual describe que el sistema Visor GIS fue implementado con el objetivo de poder combatir de manera más eficiente y precisa la plaga de la mosca de la fruta en el Callao en relación al ámbito agrícola, la estrategia estuvo orientada a la información recopilada para mejorar la toma de decisiones en el tiempo oportuno. Para lograr el objetivo, se recurrió a encuestas y requerimientos que se recolectaban en los reportes automatizados solicitados por los especialistas. Además, se aplicó el sistema de información geográfico Visor GIS. Asimismo, señala que reunió información de sistemas similares del Perú y de otros países cuyo resultado le ha permitido lograr un modelo conceptual para su trabajo, logrando obtener opiniones acertadas de aquellos individuos que realizan actividades agrícolas contrastando sus resultados en herramientas tecnológicas y parte de la estadística para los resultados respectivos, sin embargo resalta que es un primer paso y que servirá como punto de partida para otras investigaciones que integren las tecnológicas y metodologías en la agricultura de precisión.

También se examinó la exploración “Implementación de herramientas Python en el proceso de producción de cultivos agrícolas del fundo San Juan de Buenavista” [13], que explica el desarrollo e implementación de un modelo predictivo mediante la herramienta de análisis de datos Python, software de código abierto destinado al desarrollo de modelos de predicción. El autor describe un proceso deficiente y poco preciso debido a la utilización de fichas de monitoreo de forma manual que luego se registra en hojas de cálculo de Excel. Este proceso tarda en promedio 2 días en la realización de la proyección con un nivel de confianza del 80%. La metodología adoptada y escogida para su implementación fue la CRISP-DM, modelo de ayuda para las predicciones. En última instancia nos hace mención de la segmentación de datos en dos bloques el primero denominado datos (train) y el segundo bajo el nombre de datos de prueba (test) las cuales fueron sometidas a pruebas Shapiro-Wilk test y D’Agostino’s K-squared, logrando obtener un modelo predictivo superior 80% de nivel de confianza del modelo manual usado en primera instancia, indicando que se superó y logro aumentar los indicadores de producción y gestión de materiales por lo que considera que su desarrollo e implementación tiene impacto positivo dentro del fundo agrícola San Juan de Buenavista.

Por otro lado, el trabajo titulado "El Big Data Analytics y la Competitividad Empresarial Peruana" [14], examina cómo el uso de Big Data Analytics en empresas e instituciones peruanas influye en su competitividad. Este estudio, que sigue un diseño no experimental correlacional transversal, involucró la participación de 15

empresas peruanas en sectores como telecomunicaciones, banca, entidades públicas y energía. Utilizando un cuestionario como instrumento de recolección de datos, se encontró que el Big Data Analytics tiene una fuerte influencia en la competitividad empresarial peruana. Por lo tanto, el autor concluye que esta tecnología tiene un impacto positivo importante en las organizaciones, ya que les permite procesar grandes cantidades de información en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones más precisas.

### **Nivel Regional**

Es importante mencionar que hay pocos trabajos de investigación relacionados con el planteamiento propuesto en el estudio, tanto a nivel regional como nacional. Esto se debe a que son prospecciones innovadoras, especialmente en el sector agrario; teniendo en cuenta que son prospecciones innovadoras en especial en el sector agrario. Siendo una de las pioneras la tesis “Uso de las TIC’s y su impacto en los procesos logísticos de empresas agroexportadoras de espárragos Lima-Ica, 2016-2018” [15]. El objetivo principal de la investigación fue hallar el impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en los procedimientos logísticos relacionados con la exportación de cultivo de espárragos en la Región Lima e Ica durante el lapso comprendido entre 2014-2018. El enfoque metodológico empleado abarco una muestra de 301 profesionales a cargo del área en cuestión de corporaciones agroexportadoras. El análisis de resultados revelo que los FOB tanto de cantidad y precio neto resultaron estadísticamente significativo  $1.25 < \alpha 5\%$  con un valor p-valor  $0.0001 < 0.0005$  en el índice de inflación de la varianza (2017-2018). La iteración estacional con otras regiones, dando lugar a una influencia directa, aunque de magnitud baja pero significativa, en los costos logísticos y la intención empresarial, aunque no directamente en el valor logístico. Detallar que no se observó una conexión directa entre las TIC y los múltiples factores y obstáculos en el proceso de exportación del producto. En síntesis, a pesar de que la influencia en los procesos logísticos no es directa, se evidencio una conexión estrechamente directa, a pesar de una baja magnitud, pero significativa en los costos de tramitación y administrativos, también en la intención empresarial con una correlación en el valor logístico. Es imperativo recomendar la aplicación de modelos estructurales más avanzados, como es el caso de la regresión lineal múltiple o simple con estructura de variables latentes, indicadores e invarianza métrica para lograr un análisis e interpretación más precisa de la data analizada mostrado en este estudio.

### 1.1.2 Bases Teóricas

#### **Las tecnologías digitales en el sector agrícola a nivel global**

La FAO [4] señala que la digitalización en la agricultura representa un desafío considerable, destacando el emprendimiento como una vía prometedora para el desarrollo y los negocios en las áreas rurales, especialmente en África, con su vasto sector agrícola y mercado de consumo, que ofrece un terreno fértil para la prueba de soluciones digitales desarrolladas por empresas de tecnología agrícola. Aunque ha habido un rápido crecimiento en las tecnologías agrícolas digitales, la mayoría de las soluciones basadas en tecnologías de la información y comunicación (TIC) aún deben ser validadas a gran escala. Las empresas, especialmente las pequeñas y medianas empresas, así como las nuevas empresas emergentes, enfrentan desafíos para avanzar más allá de la etapa de desarrollo de aplicaciones y establecerse completamente como empresas. Una de las dificultades radica en la falta de orientación para los empresarios sobre estrategias efectivas para escalar en mercados desfavorecidos. Para impulsar el espíritu empresarial digital en el ámbito agrícola, las empresas deben establecer reservas de empleados con habilidades digitales. Esto implica identificar y atraer a potenciales empleados con las competencias adecuadas, así como reconocer y fomentar los talentos dentro de la fuerza laboral existente, invirtiendo en el desarrollo de habilidades digitales en los roles preexistentes. La educación desempeña un papel fundamental como motor principal de la innovación y la transformación digital. Para promover la investigación, el desarrollo y la educación en materia de innovación, los gobiernos deben adoptar un enfoque tridimensional. En primer lugar, deben aumentar la inversión en investigación y desarrollo (I+D). En segundo lugar, es crucial incrementar la investigación y desarrollo indígena (I+D) para adaptar las soluciones a las necesidades locales y potenciar el conocimiento autóctono. En tercer lugar, es necesario colaborar con una amplia coalición de asociados para reformular el sistema educativo. Esta reestructuración educativa debe enfatizar el uso de herramientas de aprendizaje electrónico, promover el aprendizaje práctico e independiente, recompensar la experimentación, fomentar el pensamiento crítico y garantizar la alfabetización en habilidades digitales, financieras e informáticas.

La educación se erige como el elemento clave para impulsar la innovación y la transformación digital. Los gobiernos deben implementar un enfoque integral que incluya la inversión en I+D, el fortalecimiento de la investigación y desarrollo autóctonos, y la colaboración con diversos actores para reformular la educación, priorizando el uso de herramientas de aprendizaje y el desarrollo de habilidades esenciales.

La FAO ha dedicado recursos significativos a la promoción de la agricultura digital, ofreciendo una sección específica en su sitio web donde se discuten soluciones digitales para mejorar la productividad y sostenibilidad en el sector agrícola. Además, la FAO ha desarrollado la Plataforma Geoespacial "mano a mano" y la nueva Plataforma Agro-informática (PA), que tienen como objetivo ampliar las posibilidades y horizontes, tanto en términos de conocimiento e información como de nuevas técnicas, como la Inteligencia Artificial (IA) y el Machine Learning (ML).

Rubén G. Echeverría, del Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI), en su publicación "Innovación para sistemas agroalimentarios sostenibles, saludables e inclusivos y sociedades rurales de América Latina y el Caribe: Marco de acción 2021-2025", auspiciada por la FAO [16], destaca la innovación como un catalizador para transformar los sistemas agroalimentarios y las sociedades rurales en América Latina y el Caribe. La FAO se ha comprometido a abordar tres desafíos interconectados clave para el futuro de la alimentación y la agricultura en la región: hacer la transición a una agricultura más sostenible y resiliente, mejorar los sistemas agroalimentarios para la nutrición y la salud, y aumentar la prosperidad rural de manera inclusiva. La FAO ha establecido un marco de acción con tres objetivos principales: desarrollar una agenda compartida de innovación agrícola, desarrollar alianzas sólidas con organizaciones públicas, privadas y de la sociedad civil, e incorporar gradualmente innovaciones técnicas e institucionales en las iniciativas regionales de la FAO. Para alcanzar estos objetivos, es crucial apoyar la identificación de nuevas asociaciones de investigación público-privadas, nuevos mecanismos de financiación y políticas de investigación, tecnología e innovación que promuevan inversiones prioritarias y mejoren la capacidad técnica de la FAO para su trabajo de cooperación.

El texto subraya la necesidad urgente de aumentar la inversión en innovación para abordar los desafíos de productividad, sostenibilidad, resiliencia e inclusión social en América Latina y el Caribe. Sin un mayor compromiso de inversión en investigación, desarrollo e innovación por parte del sector público, organizaciones de la sociedad civil y empresas privadas, el futuro de los sistemas agroalimentarios en la región se ve comprometido. Actualmente, la inversión en tecnologías agrícolas en América Latina y el Caribe es baja, representando solo el 1% de la inversión de capital de riesgo en la región. Esto contrasta significativamente con los países desarrollados, donde la inversión en investigación agrícola es mucho más alta, superando el 4% del PIB agrícola. Países como China, India y Vietnam están liderando en este aspecto, invirtiendo más del 3% de su PIB agrícola en investigación, una cifra que aún está muy por encima de los estándares en América Latina y el Caribe.

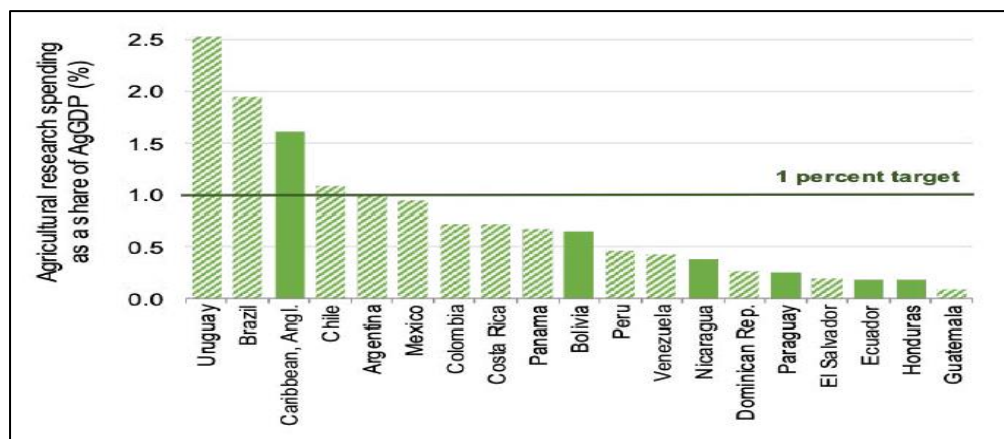


Fig. 2. Gasto en investigación del PBI agrícola por país 2012 – 2016.

Nota: Los índices de intensidad son para 2016 excepto para Caribe anglófono, Honduras y Nicaragua (2012); Bolivia y Paraguay (2013); Ecuador (2014). De Rubén G. Echevarría, 2021 [19]

### **Modelos de solución digital**

En su investigación sobre modelos predictivos de producción agroindustrial, Miguel Ángel Marqués Gozalbo [17], desarrolló modelos matemáticos para anticipar la producción de maíz antes de la cosecha. En este estudio, se examinaron diversos conjuntos de datos abiertos relacionados con el desarrollo del cultivo de maíz, tales como índices satelitales, datos climáticos, historiales de productividad y otros. Para el análisis, se emplearon técnicas de algoritmos matemáticos para Machine Learning. Los resultados de la investigación concluyeron que el uso de técnicas de inteligencia artificial, específicamente Machine Learning, resulta adecuado para la creación de herramientas predictivas de producción de maíz en los Estados Unidos. El modelo desarrollado demostró su utilidad como herramienta de toma de decisiones en entornos reales y presentó un error promedio del 3.8% para todos los condados de Iowa.

El artículo "Aplicación de Modelos de Simulación en el Estudio y Planificación de la Agricultura" [5], ofrece una revisión detallada de varios modelos de simulación utilizados en la evaluación de sistemas agrícolas en distintas partes del mundo durante las últimas dos décadas. Entre los estudios mencionados, se destaca el trabajo realizado en la provincia de Toledo, España. En este estudio, se utilizaron modelos de simulación con el fin de optimizar el uso consuntivo del agua de riego en una variedad de cultivos. El enfoque principal de la investigación se centró en identificar formas más eficientes de utilizar el agua de riego en la agricultura, considerando las necesidades específicas de cada cultivo y las condiciones locales de suelo y clima en la región de Toledo. Los resultados de este estudio proporcionaron información

valiosa para mejorar la gestión del agua en la agricultura, contribuyendo así a una utilización más sostenible de este recurso vital. En Cuba, se emplearon modelos de simulación para reconfigurar los sistemas de riego y drenaje utilizados en los cultivos de arroz. Como resultado de este proceso, se logró obtener mapas detallados de los recursos hídricos y energéticos disponibles en la zona. Estos mapas proporcionaron información valiosa para mejorar la eficiencia y la gestión de los recursos utilizados en la producción de arroz, lo que contribuyó a optimizar el rendimiento y la sostenibilidad de los cultivos en esa región. En otro estudio significativo, se aplicaron modelos de simulación para anticipar diversos escenarios relacionados con los niveles de agua en el acuífero del valle de Querétaro, México. Su investigación permitió obtener conclusiones relevantes sobre el uso actual del agua y sus efectos en los patrones de cultivo en la región. Al analizar estos escenarios, pudieron evaluar cómo las prácticas de uso del agua podrían impactar en la disponibilidad y la sostenibilidad de este recurso vital, así como en la agricultura local. Este estudio proporcionó una base sólida para la toma de decisiones informadas sobre la gestión del agua y el desarrollo agrícola en el valle de Querétaro. Además, el artículo menciona que se desarrolló un modelo destinado a asistir en la selección de variedades de maíz adaptadas a entornos de secano, mientras que en otra investigación se indica que se emplearon modelos de simulación para determinar las características óptimas de un genotipo de trigo. El artículo también hace mención del Sistema de Apoyo para Decisiones para la Transferencia de Agrotecnología (DSSAT), el cual integra diversos modelos de simulación para representar el desarrollo de distintos cultivos en varias regiones y bajo diferentes condiciones de manejo. Por último, el artículo hace referencia que se utilizaron modelos predictivos para evaluar el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los procesos logísticos de exportación de espárragos en las regiones de Lima e Ica entre 2014 y 2018. Sus conclusiones indicaron que el uso de las TIC tuvo un efecto positivo en la eficiencia y la amigabilidad de los procesos de exportación de las empresas agroexportadoras en estas áreas.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **Situación Problemática**

Teniendo en cuenta que el cultivo de palto Hass de exportación enfrenta desafíos en la evaluación cuantitativa de la producción y calidad, lo que dificulta la toma de decisiones empresariales. La argumentación del problema de investigación se centra en la necesidad de cuantificar, evaluar e interpretar la situación productiva de los diversos cultivos del sector

agrario, específicamente en la producción de palta Hass en la Región Ica, a través del desarrollo de un modelo de solución digital.

Un modelo de solución digital es un enfoque matemático utilizado para resolver problemas complejos en el ámbito empresarial. En el caso del cultivo de palta Hass, este modelo podría utilizarse para evaluar la producción y calidad del cultivo, lo que permitiría a los agricultores tomar decisiones informadas.

La evaluación cuantitativa consiste en medir la producción y calidad del cultivo utilizando datos numéricos. En el caso del cultivo de palta Hass, esto implicaría medir el rendimiento del cultivo, la calidad del fruto y otros factores importantes.

Dado el crecimiento y consolidación del sector agrario en las últimas dos décadas, basado en la calidad de sus productos, productividad y rentabilidad empresarial, es fundamental comprender el comportamiento de las principales características agroeconómicas en los cultivos agrícolas, especialmente los destinados a la exportación en la Región Ica y en el país. Esta investigación proporcionará el conocimiento científico necesario para tomar decisiones acertadas en la gestión empresarial.

Siendo una exploración innovativa en el sector agrario, es indiscutible la carencia de investigaciones explicativas sobre los diversos indicadores productivos en la conducción de un cultivo; resultados que aportara en la toma de decisiones basados en criterios técnicos para la planificación estratégica, estudios de mercados, mecanismos de gestión empresarial y otros, como obtención de recursos económicos y financieros.

### **Formulación del problema**

Se presentan las preguntas de investigación, cuestiones que dirigen el enfoque del problema a investigar:

#### **Problema Principal**

- ¿Cómo se puede desarrollar un modelo de solución digital para evaluar de manera cuantitativa la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación?

#### **Problemas Específicos**

- ¿Cómo diseñar y desarrollar un modelo de solución digital que permita evaluar la producción del cultivo de palto Hass durante un período determinado?

- ¿Cómo diseñar y desarrollar un modelo de solución digital que permita evaluar la calidad del cultivo de palto Hass durante un período determinado?
- ¿Cómo se compara la eficacia del modelo de solución digital con los métodos tradicionales de evaluación de la producción y calidad del cultivo de palto Hass?

### **1.3 Justificación e Importancia de la Investigación**

#### **Justificación**

La justificación de la investigación se basa en la necesidad de cuantificar, evaluar e interpretar la situación productiva del cultivo de palta Hass en la Región Ica, específicamente, a través del desarrollo de un modelo de solución digital. Esto se debe a que el cultivo de palto Hass de exportación enfrenta desafíos en la evaluación cuantitativa de la producción y calidad, lo que dificulta la toma de decisiones empresariales.

El progreso tecnológico, especialmente el progreso digital, está revolucionando industrias, mercados y sociedades. Las tecnologías digitales se han convertido en instrumentos esenciales para diseñar, producir y comercializar bienes y servicios en diversos sectores de la economía. La adopción de estas tecnologías en una industria está asociada con aumentos en el valor agregado y ganancias de productividad a nivel de empresa, lo que puede tener impactos en los niveles de salario e ingreso de las personas.

En América Latina, el crecimiento económico se ha basado principalmente en la expansión de la fuerza laboral o de los recursos productivos, en lugar de la productividad asociada al cambio estructural y al uso de nuevas tecnologías. Por lo tanto, el cambio tecnológico es esencial para hacer frente al estancamiento de la productividad, mejorar la eficiencia productiva y la competitividad de las empresas. Además, el cambio técnico puede ser un instrumento útil para mejorar el equilibrio ambiental, reduciendo el consumo de bienes materiales y el impacto en el entorno natural. [4]

En el contexto del cultivo de palta Hass, la implementación de un modelo de solución digital puede ser crucial para evaluar tanto la producción como la calidad del cultivo, otorgando a los agricultores la capacidad de tomar decisiones fundamentadas. La evaluación cuantitativa implica la medición de la producción y calidad del cultivo mediante datos numéricos, tales como el rendimiento y la calidad de los frutos. Dada la expansión y consolidación del sector agrícola en las últimas dos décadas, resulta esencial comprender el comportamiento de las principales características agroeconómicas en los cultivos agrícolas, especialmente aquellos destinados a la exportación en la Región Ica y en todo el país. Este estudio contribuirá al

desarrollo de un conocimiento científico sólido que facilite la toma de decisiones efectivas en la gestión empresarial del sector agrícola.

### **Importancia**

Es importante destacar que la digitalización y el cambio tecnológico pueden tener un impacto significativo en la productividad, la eficiencia y la competitividad de las empresas, así como en la toma de decisiones informadas en diferentes sectores económicos. Por lo tanto, investigaciones como esta son fundamentales para comprender y aprovechar plenamente las oportunidades que brindan las tecnologías digitales avanzadas para la transformación productiva en América Latina.

La importancia de realizar esta investigación radica en varios aspectos.

En primer lugar, el progreso tecnológico y digital está transformando industrias, mercados y sociedades en todo el mundo. Las tecnologías digitales avanzadas se han convertido en herramientas esenciales para el diseño, producción y comercialización de bienes y servicios en diversos sectores de la economía. La adopción de estas tecnologías puede aumentar el valor agregado y la productividad de las empresas, lo que a su vez puede tener un impacto en los niveles de salario e ingreso de las personas. Modelo innovador que estará soportado en herramientas digitales de inteligencia de negocios.

En segundo lugar, la región Ica y el Perú han experimentado un crecimiento económico en el sector agrario de exportación impulsado principalmente por la expansión de la fuerza laboral y los recursos productivos, en lugar de la productividad asociada al cambio estructural y al uso de nuevas tecnologías. Por lo tanto, el cambio tecnológico es esencial para hacer frente al estancamiento de la productividad, mejorar la eficiencia productiva y la competitividad de las empresas.

En tercer lugar, en el sector agrario, específicamente en la producción de palta Hass en la Región Ica, existen desafíos en la evaluación cuantitativa de la producción y calidad del cultivo, lo que dificulta la toma de decisiones empresariales. La investigación propuesta busca desarrollar un modelo de solución digital que permita cuantificar, evaluar e interpretar la situación productiva de los cultivos agrícolas, en este caso, la producción de palta Hass. Esto proporcionaría a los agricultores información precisa y actualizada para tomar decisiones informadas sobre la gestión de sus cultivos.

En síntesis, la relevancia de llevar a cabo esta investigación reside en la necesidad de aprovechar el potencial de las tecnologías digitales avanzadas para impulsar la

transformación productiva en la región Ica y en el país. Esto implica mejorar la eficiencia y competitividad de las empresas agrícolas, así como dotar a los agricultores de herramientas para tomar decisiones informadas en la gestión de sus cultivos.

#### **1.4 Hipótesis y variables**

##### **Hipótesis general**

- El modelo de solución digital permite una evaluación cuantitativa precisa de la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación, lo que facilitará la toma de decisiones empresariales.

##### **Hipótesis específicas**

- La utilización de un modelo de solución digital permite optimizar la medición precisa de la cantidad de palto Hass.
- La utilización de un modelo de solución digital permite optimizar una evaluación precisa de la calidad del palto Hass.
- El modelo de solución digital es comparable o superior a los métodos tradicionales de evaluación en términos de precisión y eficiencia de la producción y calidad del cultivo de palto Hass.

##### **Variables**

###### **De la Hipótesis general:**

- **V. Independiente:** Desarrollo de un modelo de solución digital
- **V. Dependiente:** Evaluación de la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación

###### **De la Hipótesis específica. N°1:**

- **V. Independiente:** Utilización de modelo de solución digital
- **V. Dependiente:** Evaluación de la Producción del cultivo de palto Hass de exportación

###### **De la Hipótesis específica N°2:**

- **V. Independiente:** Utilización de modelo de solución digital
- **V. Dependiente:** Evaluación de la calidad del cultivo de palto Hass de exportación

###### **De la Hipótesis específica N°3:**

- **V. Independiente:** Validación del modelo de solución digital

- **V. Dependiente:** Evaluación en términos de precisión y eficiencia de la producción y calidad del cultivo de palto Hass mediante métodos tradicionales.

## **1.5 Objetivos de la Investigación**

### **Objetivo general**

- Desarrollar un modelo de solución digital para evaluar de manera cuantitativa la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación.

### **Objetivos específicos**

- Diseñar y desarrollar un modelo de solución digital para evaluar la producción del cultivo de palto Hass.
- Diseñar y desarrollar un modelo de solución digital para evaluar la calidad del cultivo de palto Hass.
- Validar el modelo de solución digital mediante pruebas y comparaciones con métodos tradicionales de evaluación de la producción y calidad del cultivo de palto Hass.

## II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### 2.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

#### 2.1.1 Tipo de investigación

Investigación de enfoque aplicado, ya que proporciona soluciones concretas a problemas existentes en el sector agrario. Al sustentarse en los conocimientos de la innovación digital, para brindar respuestas efectivas y prácticas a los desafíos que enfrentan los agricultores y empresarios agrícolas en la producción de palta Hass.

#### 2.1.2 Nivel de la investigación

**Investigación explicativa**, porque verifica las hipótesis causales del problema de desarrollar un modelo de solución digital para evaluar de manera cuantitativa la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación.

**Investigación descriptiva**, porque identifica los indicadores clave para evaluar la producción y calidad del cultivo de palto Hass.

#### 2.1.3 Diseño de la investigación

Es de causa - efecto, estudio ex - post factum.

Para la inferencia se utiliza el método inductivo – deductivo y de análisis y síntesis para las variables (estadístico).

El período de análisis abarca la campaña agrícola 2023-2024 (de junio de 2023 a junio de 2024) y se basa en la revisión y cruce de información estadística, empleando un diseño longitudinal.

### 2.2 Población y muestra

Estudio del sector agrario que considera como unidad de análisis, el entorno geográfico de la región Ica, específicamente en la empresa Gilly con un total de 485.42 hectáreas, subdivido en 3 fundos: Duna Nova (199.25 ha), El Madero (115.99 ha) y Cristal Valle (170.18 ha). Análisis centrado en 380.00 hectáreas de palto Hass correspondientes a la suma de las hectáreas de 33 de los 41 lotes que componen la empresa. Está situada en el caserío de San Luis, dentro del distrito y provincia de Nasca departamento de Ica. Por tanto, es una investigación censal, que involucra las variables e indicadores del universo a investigar.

### 2.3 Técnicas de recolección de datos

Se procedió a la recopilación de información y datos provenientes de documentos específicos y oficiales emitidos por los departamentos de calidad, logística y packing, los cuales intervienen en las etapas de precosecha, cosecha y postcosecha, respectivamente, mediante la técnica de análisis de documentos digitales. Estos documentos digitales poseen carácter

oficial y ofrecen una descripción minuciosa del proceso de exportación, descarte y merma, así como la cantidad total de cosecha por jornada. Además, contienen detalles pormenorizados sobre el proceso de selección y calibración de la fruta destinada a mercados foráneos, incluyendo información sobre los lotes y las unidades de origen de dicha fruta.

## **2.4 Instrumentos de recolección de datos**

### **Departamento de Calidad**

El departamento de calidad genera y emite datos mediante el archivo "proyección.xlsx", elaborado durante la etapa de pre cosecha en diciembre y enero. Este documento tiene como fin realizar un análisis detallado del conteo de frutas. Los datos recopilados en el archivo permiten proyectar la producción total de la cosecha y definir las cantidades destinadas a exportación, descarte y merma, facilitando así las negociaciones comerciales. El archivo contiene información precisa sobre el número de plantas por hectárea, cantidad de hectáreas por lote, número de fruta por planta, el peso promedio de cada fruto, asignación al fundo de origen, el porcentaje de caída fisiológica, fecha de siembra y estados proyectados.

### **Departamento de Logística**

La información recopilada de este departamento se deriva de documentos oficiales denominados "Guías de Remisión", emitidos por el jefe de almacén. Estas guías detallan la fecha de cosecha, el origen (fundo y lote) y la cantidad precisa en kilogramos de fruta cosechada en forma neta. Son certificadas y firmadas por el jefe de cosecha para su evaluación y calibración en la planta empacadora, con el propósito de su exportación. Cada guía cuenta con un código único que facilita su vinculación con otros documentos relacionados con la exportación. Aunque solo reflejan la cantidad de cosecha neta, se verifican estos detalles para evitar discrepancias con la documentación de la planta empacadora. La generación de múltiples guías de remisión es posible debido a la cosecha realizada según los parámetros establecidos por el departamento de calidad.

### **Packing – Planta Empacadora**

Se obtuvieron documentos del área mencionada, conocidos como "Reportes de Producción", los cuales tienen carácter oficial al igual que otros documentos relacionados. Estos reportes detallan la cantidad total de cosecha neta, tal como se declara en las guías de remisión, pero también incluyen información adicional sobre el proceso de selección y calibración necesario para la exportación. Esto abarca la cantidad de fruta destinada al descarte, la cantidad considerada como merma y el total exportado, incluyendo detalles sobre los calibres separados para envío a distintos clientes con acuerdos de compra y venta establecidos. Cada documento posee un código único que permite su seguimiento y trazabilidad con otros documentos, pudiendo generarse varios por día de cosecha.

## 2.5 Técnica de procesamiento y análisis

La técnica de procesamiento y análisis se divide en 3 fases:

### Gestión de datos

Para la gestión de los datos, se recopiló información de los departamentos de logística, calidad y packing. Estos datos fueron tratados como estructurados para garantizar un análisis preciso. Se utilizó la herramienta Excel, llamada "Análisis de Cosecha", con dos hojas: "Reporte" y "Proyección", cada una con una tabla homónima. La hoja "Reporte" contiene información de los reportes de producción y guías de remisión, mientras que "Proyección" tiene datos sobre el conteo de fruta realizado por el departamento de calidad. La tabla "Reporte" tenía 31 columnas, 13 para almacenar información y las restantes para cálculos y funciones. Se extrajo información de los reportes, como número de lote, calibre, peso, fechas, entre otros, y las demás columnas contenían información calculada mediante fórmulas, como número de semana, mes, fundo, etc., como se detalla en la tabla N°1

TABLA 1  
BASE DE DATOS REPORTE – PRODUCCIÓN EN PACKING

Columnas	Relacion - Origen	Tipo de Dato	Tipo de Fórmula
% Calibre	Reporte de Producción	Valor Porcentual	Sin Fórmula
% Descarte	Reporte de Producción	Valor Porcentual	Sin Fórmula
% Exportado	Reporte de Producción	Valor Porcentual	Sin Fórmula
% Merma	Reporte de Producción	Valor Porcentual	Sin Fórmula
Cajas Exportadas (10 Kg)	Reporte de Producción	Valor Numérico	Matemática (División)
Calibre	Reporte de Producción	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Cliente	Guía de Remisión - Reporte de Producción	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Color	Tabla Proyección	Cadena de Texto	Busqueda (BuscarV)
Empresa	Tabla Proyección	Cadena de Texto	Busqueda (BuscarV)
Fecha	Guía de Remisión	Fecha	Sin Fórmula
Fundo	Tabla Proyección	Cadena de Texto	Busqueda (BuscarV)
Ha	Tabla Proyección	Valor Numérico	Busqueda (BuscarV)
Ingreso Packing (Kg Neto)	Guía de Remisión - Reporte de Producción	Valor Numérico	Sin Fórmula
Kg Calibre	Reporte de Producción	Valor Numérico	Matemática (Multiplicación)
Kg Descarte	Reporte de Producción	Valor Numérico	Matemática (Multiplicación)
Kg Descarte de Campo	Guía de Remisión	Valor Numérico	Sin Fórmula
Kg Exportado Ha	Sin Relacion	Valor Numérico	Matemática (División)
Kg Exportados	Reporte de Producción	Valor Numérico	Matemática (Multiplicación)
Kg Merma	Reporte de Producción	Valor Numérico	Matemática (Multiplicación)
Kg Neto Ha	Sin Relacion	Valor Numérico	Matemática (División)
Kg Neto Lote	Sin Relacion	Valor Numérico	Matemática (Suma)
Lote	Tabla Proyección	Cadena de Texto	Busqueda (BuscarV)
Mes	Fecha - Guía de Remisión	Cadena de Texto	Texto (Ref;" ")
N° Guía de Remisión	Guía de Remisión - Reporte de Producción	Cadena de Texto	Sin Fórmula
N° Reporte de Producción	Reporte de Producción	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Peso Promedio Jaba (Kg)	Reporte de Producción	Valor Numérico	Matemática (División)
Semana	Fecha - Guía de Remisión	Cadena de Texto	Fecha (Nun.de.Semana)
Status	Tabla Proyección	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Tipo de Costo	Tabla Proyección	Cadena de Texto	Busqueda (BuscarV)
Total Jabas	Reporte de Producción	Valor Numérico	Sin Fórmula
Variiedad	Tabla Proyección	Cadena de Texto	Busqueda (BuscarV)

Nota: Estructura de la primera base para los reportes provenientes de campo y packing. Contiene una considerable cantidad de columnas debido a la cantidad de información que se genera de todas las áreas involucradas.

Se estableció que la tabla "Proyección" contuviera 16 columnas para alojar los datos del departamento de calidad. Estos datos, similares a los de la tabla anterior, abarcaban información numérica, de texto y fechas, organizada por filas que detallaban las proyecciones de cosecha por lote de los fundos respectivos. Se agregaron columnas adicionales, como hectáreas por lote, fecha de siembra, número de plantas por hectárea y lote, proyecciones de cosecha por hectárea, lote y fundo dividido cosecha dividida en categoría neta y exportable, peso promedio del fruto, número de frutos por planta, estado de cosecha y estado financiero.

En comparación con la tabla anterior, esta era más compacta. Luego de analizar la relación de datos, se determinó que esta tabla desempeñaba un papel crucial al establecer una relación lógica conocida como relación de uno a varios. Esta relación implicaba vincular información entre tablas mediante una columna en común, en este caso, la columna "lote". La tabla "Proyección" contenía registros únicos de los lotes, mientras que la tabla "Reporte" presentaba repeticiones en grandes cantidades. Esta relación unidireccional de los lotes se utilizó como claves foráneas para facilitar un análisis preciso entre las tablas. Permitió la vinculación de información de otros campos entre las tablas creadas, como se detalla en la tabla N°2.

**TABLA 2**  
**BASE DE DATOS PROYECCIÓN – PRODUCCIÓN EN CAMPO**

<b>Columnas</b>	<b>Relacion - Origen</b>	<b>Tipo de Dato</b>	<b>Tipo de Fórmula</b>
Area	Principal	Valor Numérico	Sin Fórmula
Color	Principal	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Empresa	Principal	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Estatus	Cosecha	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Fecha de Siembra	Principal	Fecha	Sin Fórmula
Frutos por Planta	Fenología	Valor Numérico	Sin Fórmula
Fundo	Principal	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Kg Exportable Ha	Matemática	Valor Numérico	Matemática (División)
Kg Exportable Lote	Matemática	Valor Numérico	Matemática (Multiplicación)
Kg Neto Ha	Matemática	Valor Numérico	Matemática (Multiplicación)
Kg Neto Lote	Matemática	Valor Numérico	Matemática (Multiplicación)
Lote	Principal	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Peso Promedio Fruto	Gerencia	Valor Numérico	Sin Fórmula
Plantas por Ha	Principal	Valor Numérico	Sin Fórmula
Plantas por Lote	Matemática	Valor Numérico	Sin Fórmula
Tipo	Finanzas	Cadena de Texto	Sin Fórmula
Variedad	Principal	Cadena de Texto	Sin Fórmula

Nota: Estructura de la segunda base para el comparativo entre el pronóstico y el resultado obtenido en campo. Con relación a la tabla anterior este cuenta con menos columnas, pero será la principal para establecer la relación del modelado de datos.

### Gestión de errores y manipulación de datos

Después de analizar el documento XLSX generado durante la gestión de datos, se decidió utilizar el lenguaje de programación Python junto con Google Colab para manejar errores y manipular los datos. Se implementó una programación detallada, dividida en cuatro secciones, para automatizar procesos como análisis, selección, búsqueda y corrección de datos en el documento "Análisis de Cosecha.xlsx".

### Importación de bibliotecas

Se realizaron importaciones de bibliotecas especializadas para facilitar el análisis de datos en Python, seleccionando aquellas comúnmente utilizadas en ciencia de datos. Se optó por cinco bibliotecas clave:

- **Pandas:** Es una biblioteca utilizada para la manipulación y análisis de datos estructurados de manera eficiente, especialmente diseñada para trabajar con datos tabulares.
- **NumPy:** Una biblioteca fundamental en la computación científica que ofrece soporte para matrices multidimensionales y una amplia gama de funciones matemáticas para operar en estas matrices.
- **Matplotlib:** Conocida por su versatilidad y capacidad para generar una amplia variedad de gráficos de alta calidad, esta biblioteca es ampliamente utilizada para visualizar datos.
- **Seaborn:** Construida sobre Matplotlib, Seaborn simplifica la creación de gráficos estadísticos complejos y estéticamente agradables, permitiendo una visualización más avanzada de los datos.
- **Missingno:** Una biblioteca especializada en el análisis y visualización de datos faltantes en conjuntos de datos, ofreciendo herramientas como la Matriz de Nulidad y el Mapa de Calor de Correlación de Nulidad para comprender la distribución y la correlación de los valores faltantes.

### Análisis exploratorio de datos (EDA)

El análisis exploratorio de datos comenzó con la carga del documento en Google Colab y la lectura del archivo Excel utilizando la biblioteca Pandas. Se inspeccionaron las columnas de la hoja "Reporte" utilizando métodos de visualización de Pandas como "info" y "tail" para identificar los tipos de variables presentes en cada columna. Posteriormente, se emplearon métodos de Pandas, Missingno y Seaborn para identificar y visualizar la cantidad y distribución de datos faltantes en cada columna. Se utilizaron gráficos de matriz, gráficos de barras y Mapas de calor para examinar la relación entre los datos faltantes en diferentes columnas. También se abordaron los valores atípicos, estableciendo un límite superior de 28,000 kilogramos para la columna "Ingreso a Packing (Kg Neto)" y utilizando Matplotlib

para visualizar cualquier valor que excediera este límite, detalle que se visualiza con un diagrama de cajas y bigotes en la figura N°3. Para garantizar la integridad de los datos vinculados con fórmulas entre columnas, se desarrolló un algoritmo de búsqueda que identificaba cambios inadvertidos o desconocidos en las tablas cruzadas dentro de las columnas relacionadas. En el procesamiento de datos, se automatizaron las correcciones y relaciones de búsqueda mediante la codificación. Se uniformizaron los tipos de datos y se gestionaron los valores nulos, sustituyéndolos por cero en columnas específicas. Además, se identificaron y trataron los valores atípicos utilizando métodos de visualización y bucles cíclicos.

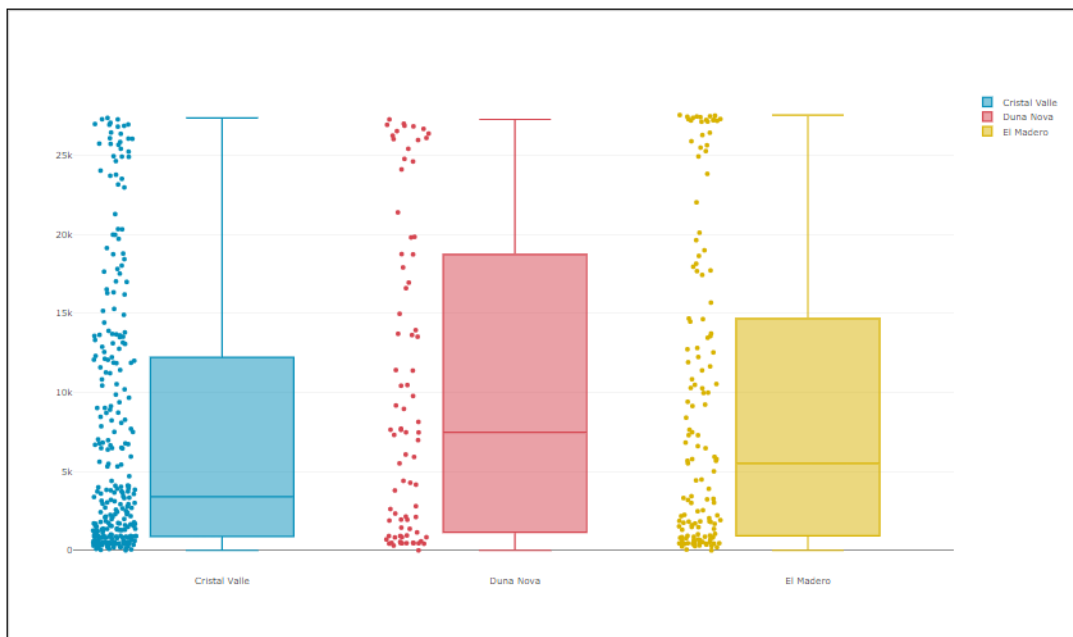


Fig. 3. Diagrama de cajas y bigotes por fondo

Nota: Diagrama para detectar valores atípicos de los fondos que componen la empresa.

### **Manipulación y procesamiento de datos**

En el proceso de manejo de datos, se automatizó la corrección y estandarización de los tipos de datos dentro del documento XLSX. Se implementó un sistema de codificación estandarizada para cada columna, garantizando la coherencia de los tipos de datos independientemente de los posibles errores en la extracción de información. Para realizar esta codificación, se utilizó el método "astype" de la biblioteca Pandas, permitiendo cambios en los tipos de datos como "float" para números con decimales, "object" para cadenas de texto y "int" para números enteros.

En el manejo de valores nulos, se identificaron y contaron detalladamente los valores nulos por columnas utilizando Pandas con el soporte de Numpy. Se sustituyeron los valores nulos por cero en columnas específicas para completar los datos faltantes y mejorar el rendimiento del análisis en Power BI. Posteriormente, se abordaron los valores atípicos, identificando las

filas que contenían valores superiores a 28,000. Se utilizó un gráfico de dispersión y diagramas de cajas por lote para localizar rápidamente los errores y un bucle cíclico para relacionar estos valores con la fila correspondiente, proporcionando una ubicación precisa mediante la impresión del método "print", detalla que se visualiza en la figura N°4 y N°5.

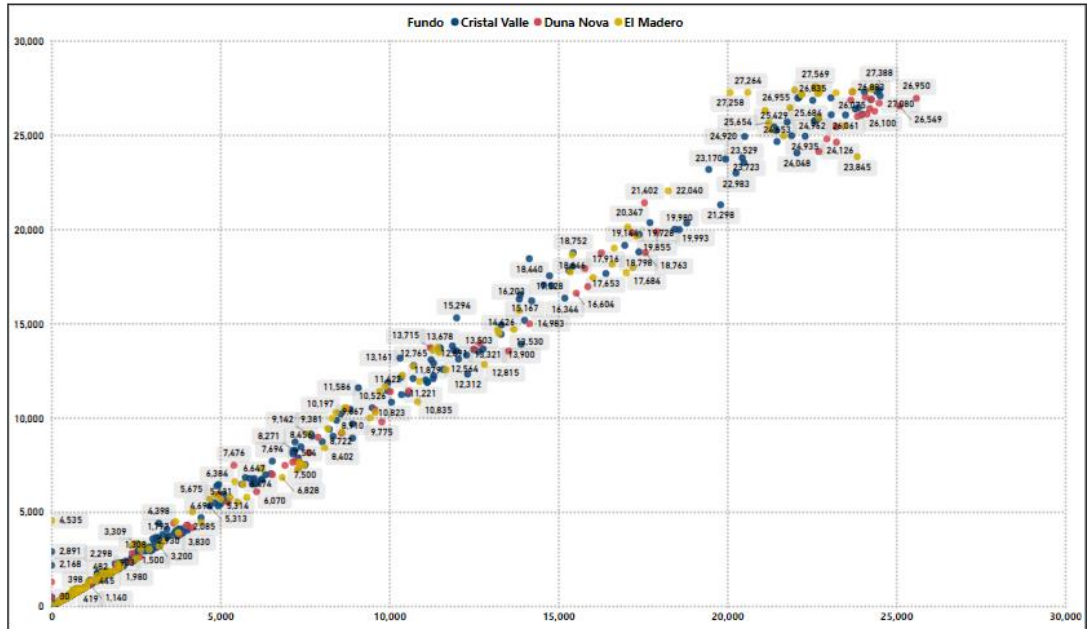


Fig. 4. Diagrama de dispersión por fondo

Nota: Diagrama utilizado para detectar valores atípicos de los kilogramos, envío con dirección a planta empacadora por fondo.

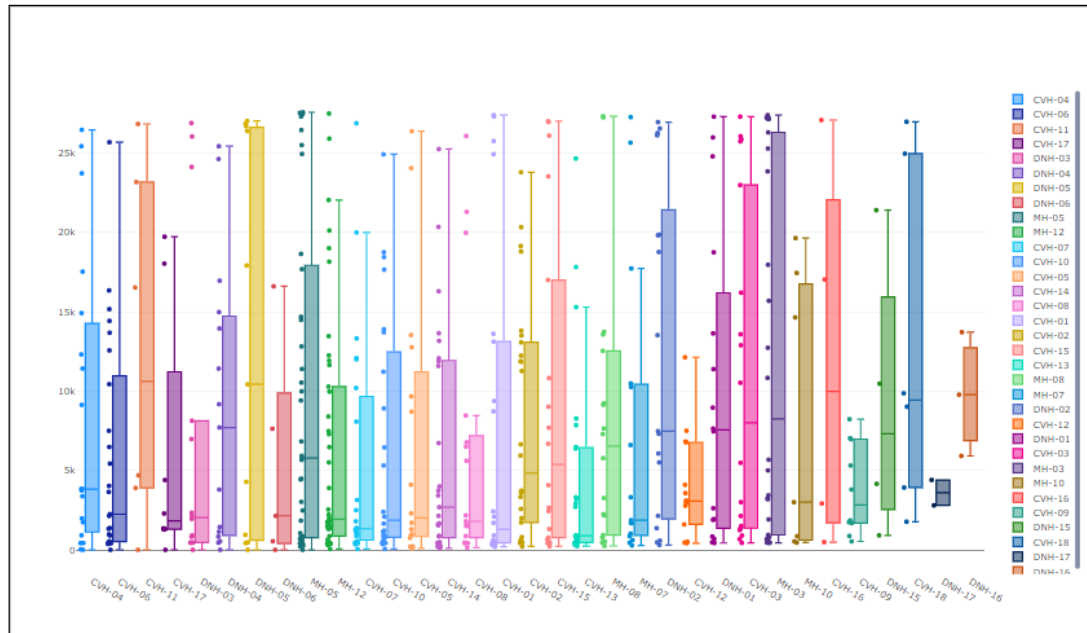


Fig. 5. Diagrama de cajas y bigotes por lote

Nota: Diagrama utilizado para detectar valores atípicos de los 33 lotes productivos que componen la empresa.

### **Exportación documental**

En este proyecto, los datos se exportaron en formato XLSX, que es la extensión de un documento Excel. Otros formatos exportados fueron CSV, JSON y SQLite, cada uno con sus propias características y usos particulares que también son compatibles con la plataforma de inteligencia de negocios de Power BI.

### **Análisis y visualización de datos**

La exploración y representación de datos se ejecutaron utilizando la plataforma de inteligencia empresarial Power BI, aprovechando sus capacidades gráficas y programables mediante funciones DAX. Se decidió crear seis módulos separados para abordar de manera específica los requisitos establecidos por la dirección gerencial.

- **Módulo de rendimiento por hectárea:** Se diseñó con el objetivo de analizar la producción en kilogramos por hectárea en todos los lotes de producción, y también para comparar la cosecha bruta y la exportada en el campo con las proyecciones realizadas por hectárea por el departamento de calidad.
- **Módulo de eficiencia de materia prima:** El principal propósito del diseño de este módulo fue determinar la cantidad de fruta exportada, desechada y con merma que se envió a la planta de empaquetado. Esto se llevó a cabo para evaluar si los porcentajes cumplen con los parámetros establecidos por la dirección de producción.
- **Módulo de análisis de calibres:** El módulo se diseñó con el fin de visualizar la cantidad de fruta según su tamaño destinada al mercado internacional, ofreciendo un análisis detallado de las ventas por semana, mes y cliente particular.
- **Módulo de descarte de campo:** El objetivo primordial de este módulo fue examinar la cantidad de fruta identificada como descarte directo de campo, excluida del proceso de empaque y selección en la planta. Esto se llevó a cabo para verificar si dicha cantidad se ajusta a los estándares establecidos por la gerencia de producción.
- **Módulo de sectores de influencia:** El diseño tenía como objetivo determinar cuántos lotes cumplían con los parámetros de exportación y garantizar una cosecha orientada hacia los calibres más demandados, lo que a su vez aseguraría la reducción de la fruta descartada y con mermas enviada al empaque.

- **Módulo de análisis de objetivos:** Se diseñó este módulo con el fin de identificar qué lotes y fundos alcanzaron los objetivos establecidos en términos de kilogramos de fruta cosechada, tanto en su cantidad bruta como en la fruta destinada a la exportación.

## 2.6 Información climatológica

Los datos meteorológicos muestran un patrón cíclico en las temperaturas, con valores elevados en promedio, así como en las temperaturas máximas y mínimas, desde diciembre hasta abril, coincidiendo con la temporada de primavera y verano. En cambio, durante el resto del año, las temperaturas son más bajas, reflejando las estaciones de otoño e invierno.

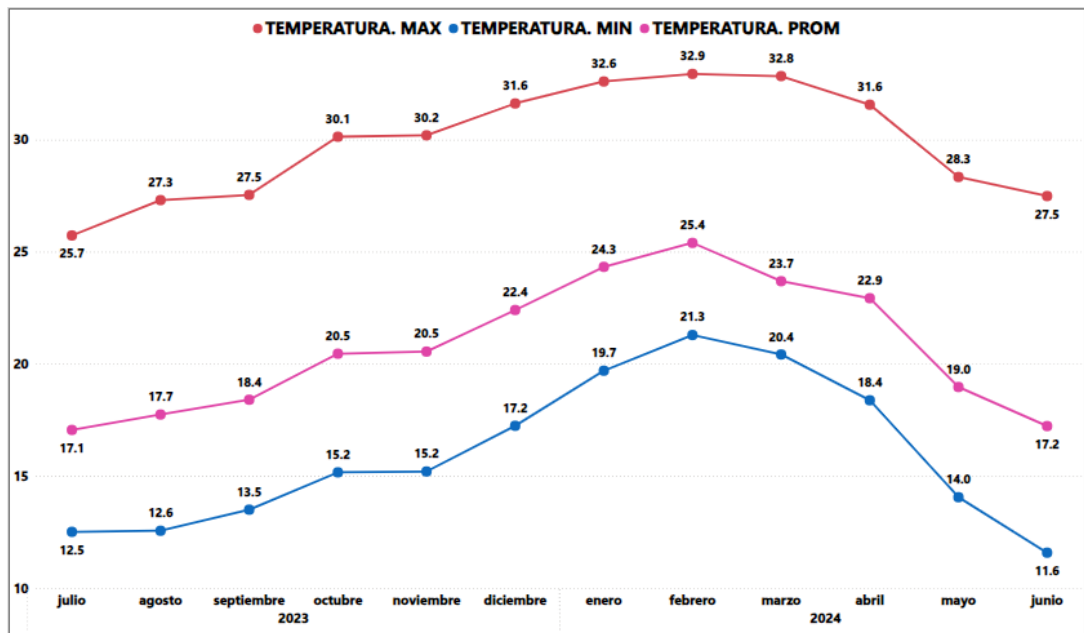


Fig. 6. Temperatura promedio, máxima y mínima (°C)

Nota: Información climatológica proporcionada por la estación meteorológica, ubicada en el fundo El Madero, propiedad de la empresa Gilly. Detalle de las temperaturas máximas, mínimas y promedios que abarcan desde julio del 2023 hasta junio del 2024.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Caracterización de la producción de palta Hass

##### 3.1.1 Rendimiento estimado neto y exportable por hectárea, lote y fundo.

El rendimiento estimado se define como la proyección anticipada de la producción de palto Hass que se espera obtener de una determinada área, calculada antes de la cosecha mediante el recuento de frutas. Esta estimación es crucial, ya que sirve como base para negociar con anticipación con varios clientes interesados en la fruta de palto. Se divide en dos partes: los kilogramos netos, que abarcan la totalidad de la fruta destinada a la exportación en conjunto con la fruta descartada en el campo, y los kilogramos exportables, que representan el 85% del total neto y son de mayor interés para los compradores. A continuación, se muestra el cálculo de la estimación bruta y exportable por hectárea, lote y fundo.

##### **Cálculo del pronóstico de cosecha neta - hectárea, lote y fundo:**

- **Pronóstico Neto por Ha** = N° plantas por ha x N° fruta por planta x Peso fruta en gramos (0.220)
- **Pronóstico Neto por Lote** = N° plantas por lote x N° fruta por planta x Peso fruta en gramos (0.220)
- **Pronóstico Neto por Fundo** =  $\sum_{i=1}^n$  (Estimación neta por lote)

##### **Cálculo del pronóstico de cosecha exportable – hectárea, lote y fundo:**

- **Pronóstico Exportable por Ha** = Pronóstico Neta por Ha x 0.85
- **Pronóstico Exportable por Lote** = Pronóstico Neta por Lote x 0.85
- **Pronóstico Exportable por Fundo** = Pronóstico Neta por Fundo x 0.85

##### - **Conteo de frutos, edad por lote, valores atípicos y estado financiero**

Para estimar los kilogramos netos y la cantidad exportable de los lotes, se realiza un conteo individual de frutos en plantas representativas. Se eligen dos plantas grandes, dos medianas y dos pequeñas de cada lote, donde las grandes superan los 2 metros, las medianas miden entre 1 y 1.5 metros, y las pequeñas son menores de 1 metro. Se cuenta la fruta en cada categoría y se calcula un promedio total. El lote 10 del fundo **Cristal Valle** lidera con un promedio de 342 frutos por árbol, seguido por el lote 2 del fundo **Duna Nova** con 315 y el lote 12 del fundo **El Madero** con 298. El lote 3 del fundo **Cristal Valle** tiene un promedio de 289 frutos. En contraste, el lote 9 de **Cristal Valle** y los lotes 16, 15 y 17 del fundo **Duna Nova** presentan los promedios más bajos, con 21, 19, 9 y 7 frutos, respectivamente. En cuanto a la edad de las plantas, el fundo **El Madero** tiene plantas en lotes de aproximadamente de 5 a 6 años, el fundo **Cristal**

**Valle** tiene de 4 a 5 años, y el fundo **Duna Nova** de 3 a 4 años. Financieramente, los lotes 11, 12, 16, 17 y 18 del fundo **Cristal Valle**, junto con los lotes 7 y 10 del fundo **El Madero** y todos los lotes del fundo **Duna Nova**, están en la categoría de **inversión** debido a su baja productividad por hectárea y retornos de inversión reducidos, en comparación con los lotes clasificados como **costo**. Detalles reflejados en la tabla N°3

**En resumen**, ocho lotes (los que tienen las mayores y menores cantidades de fruta por planta) y sus promedios son considerados valores atípicos en el rango total, según un gráfico de cajas y bigotes. Además, 5 lotes del fundo Cristal Valle, 2 lotes del fundo El Madero y todos los lotes del fundo Duna Nova están en la categoría de inversión, mientras que la edad de las plantas por lote indica que el fundo El Madero tiene mayor cantidad de años de sembrado, seguido del fundo Cristal Valle y Duna Nova.

TABLA 3  
EDAD, ESTADO FINANCIERO Y VALORES ATÍPICOS

Fundo	Lote	Edad	Cristal Valle			Edad	Duna Nova			Edad	El Madero				
			Estado Financiero	Frutos Planta	Tipo Valor		Estado Financiero	Frutos Planta	Tipo Valor		Estado Financiero	Frutos Planta	Tipo Valor		
CVH-01	5	✓	Costo	238	Normal										
CVH-02	5	✓	Costo	229	Normal										
CVH-03	5	✓	Costo	289	Atípico										
CVH-04	5	✓	Costo	215	Normal										
CVH-05	5	✓	Costo	106	Normal										
CVH-06	5	✓	Costo	200	Normal										
CVH-07	4	✓	Costo	97	Normal										
CVH-08	4	✓	Costo	57	Normal										
CVH-09	4	✓	Costo	21	Atípico										
CVH-10	4	✓	Costo	342	Atípico										
CVH-11	4	!	Inversión	91	Normal	4	!	Inversión	151	Normal					
CVH-12	4	!	Inversión	46	Normal	4	!	Inversión	315	Atípico					
CVH-13	5	✓	Costo	221	Normal	4	!	Inversión	216	Normal					
CVH-14	5	✓	Costo	204	Normal	4	!	Inversión	192	Normal					
CVH-15	5	✓	Costo	208	Normal	4	!	Inversión	217	Normal					
CVH-16	4	!	Inversión	138	Normal	4	!	Inversión	73	Normal					
CVH-17	4	!	Inversión	124	Normal	3	!	Inversión	9	Atípico					
CVH-18	4	!	Inversión	103	Normal	3	!	Inversión	19	Atípico					
DNH-01						3	!	Inversión	7	Atípico					
DNH-02											5	✓	Costo	206	Normal
DNH-03											5	✓	Costo	219	Normal
DNH-04											5	!	Inversión	72	Normal
DNH-05											6	✓	Costo	210	Normal
DNH-06											5	!	Inversión	46	Normal
DNH-15											5	!	Inversión	46	Normal
DNH-16											5	✓	Costo	298	Atípico
DNH-17															
MH-03															
MH-05															
MH-07															
MH-08															
MH-10															
MH-12															

Nota: Detalles en tipo de inversión financiera de cada lote productivo, además de los frutos promediados por planta y el valor correspondiente a su normalidad.

- **Pronóstico del rendimiento neto y exportable por hectárea.**

El análisis de estimaciones de rendimiento por hectárea muestra que el lote 10 del fundo **Cristal Valle** lidera con 34,036 kg netos y 28,931 kg exportables. Le sigue el lote 2 del fundo **Duna Nova**, con 31,342 kg netos y 26,641 kg exportables, y el lote 12 del fundo **El Madero**, con 29,667 kg netos y 25,217 kg exportables. Estos tres lotes tienen el mayor potencial por hectárea, los detalles están en las figuras N°7 y N°8. En contraste, los lotes 16, 15 y 17 del fundo **Duna Nova** tienen los rendimientos más

bajos, con 1,937, 906 y 713 kg netos, y 1,646, 770 y 606 kg exportables, respectivamente. Los detalles están en las figuras N°7 y N°8.

**En resumen**, el lote 10 del fundo Cristal Valle, el lote 2 del fundo Duna Nova y el lote 12 del fundo El Madero tienen las cifras más altas proyectadas en kilogramos por hectárea, mientras que los lotes 17, 15 y 16 del fundo Duna Nova presentan las proyecciones más bajas al mismo nivel de análisis.

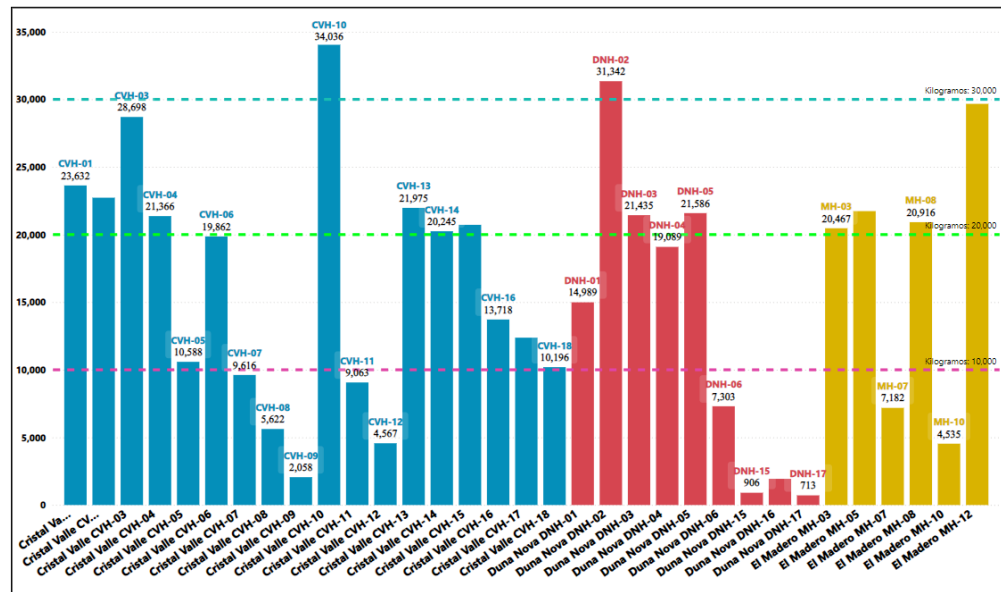


Fig. 7. Pronóstico Neto por Hectárea.

Nota: El lote de mayor proyección neta se encuentra en el fundo Cristal Valle, específicamente en el lote 10, seguido del lote 2 del fundo Duna Nova.

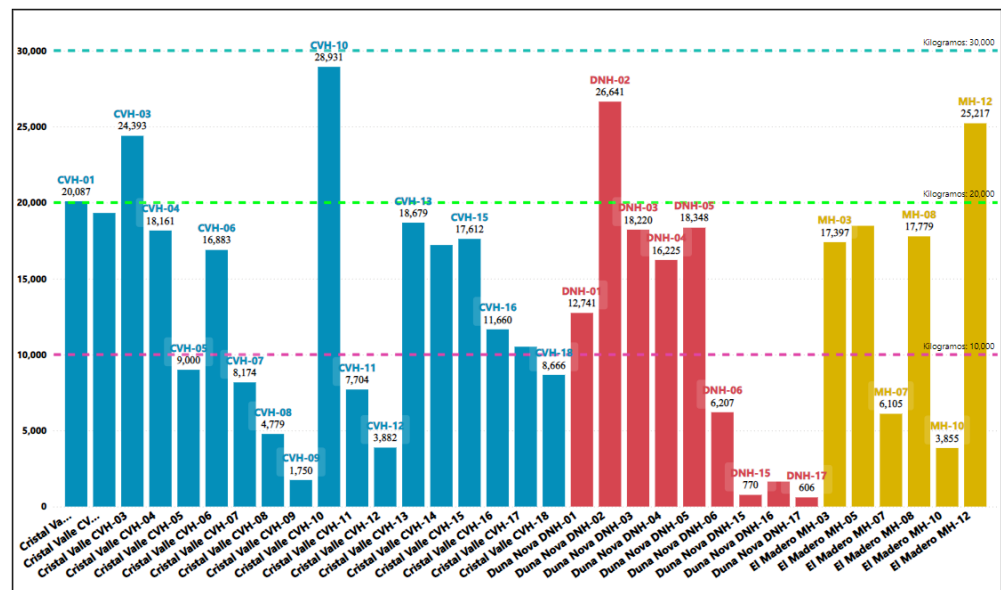


Fig. 8. Pronóstico Exportable por Hectárea.

Nota: Al igual que el caso anterior, los lotes 10 de Cristal Valle y 2 de Duna Nova son los de mayor proyección exportable, rondando los 30,000 kilos por hectárea.

- **Pronóstico del rendimiento neto y exportable por lote.**

Los tres lotes con las proyecciones de cosecha más elevadas son el 5, 3 y 12, todos adscritos al fundo **El Madero**. Estos lotes registran totales de 566,796, 543,802 y 397,835 kilogramos netos respectivamente. Asimismo, se observan totales de 481,776, 462,232 y 338,160 kilogramos exportables en el mismo orden mencionado anteriormente. Por otro lado, los lotes 3 y 5 del fundo El Madero y el lote 1 de Duna Nova tienen la mayor cantidad de hectáreas en comparación al resto del lote con totales de 26.6, 26.1 y 17.2 respectivamente. Por otro lado, los tres lotes con las estimaciones más bajas son el lote 9 del fundo **Cristal Valle** y los lotes 15 y 17 del fundo **Duna Nova**. El lote 9 muestra un total neto y exportable de 21,084 y 17,922 kilogramos respectivamente, representando todos ellos un porcentaje muy cercano al 0% del rendimiento general. En cuanto al lote 15, se registra un total de 10,833 kilogramos netos y 9,208 kilogramos exportables. Finalmente, el lote 17 presenta un total neto de 6,954 kilogramos y un total exportable de 5,911 kilogramos. Los detalles y resultados de estas estimaciones por lote se presentan en las figuras N°9 y N°10.

**En resumen**, en contraste con la estimación por hectárea, la estimación por lote revela fluctuaciones significativas entre los distintos lotes identificados anteriormente debido a las cantidades de hectáreas que la componen.

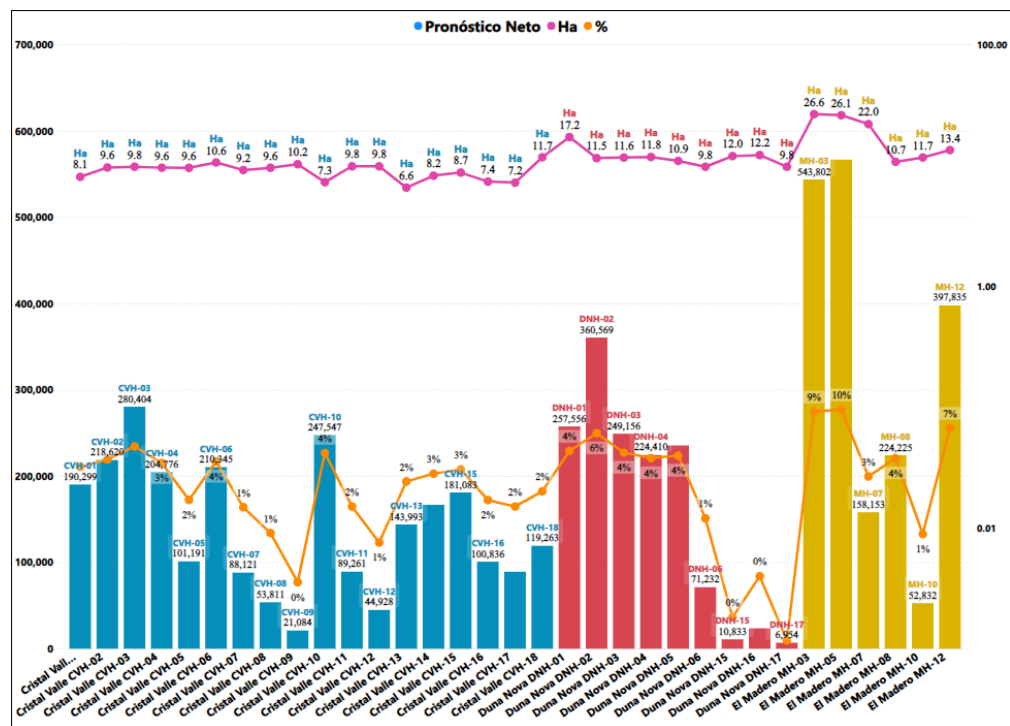


Fig. 9. Pronóstico neto por lote

Nota: Los lotes 3 y 5 del fundo El Madero presentan una mayor proyección neta debido a su superficie, que es de 26.6 y 26.1 hectáreas, respectivamente.

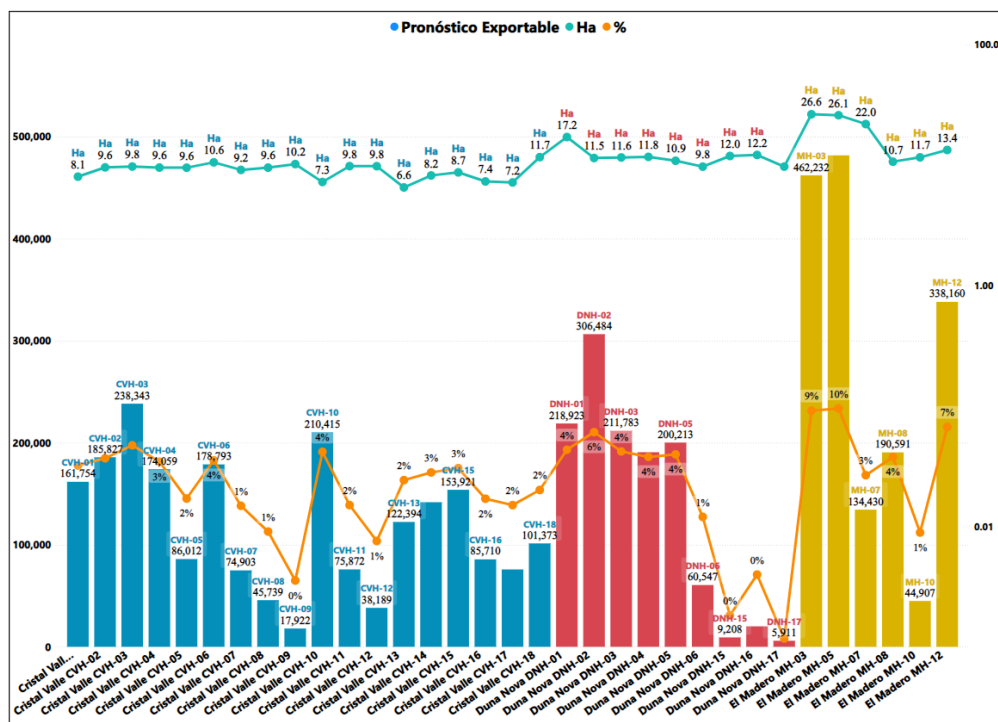


Fig. 10. Pronóstico exportable por lote

Nota: Igual que el caso anterior los lotes 3 y 5 del fundo El Madero presentan una mayor proyección exportable por la cantidad de hectáreas que los componen.

- **Estimación del rendimiento neto y exportable por fundo.**

La proyección del rendimiento, tanto en términos de volumen total como de cantidad exportable, se determina mediante la agregación de los kilogramos producidos por cada lote en los distintos fundos de la corporación agrícola.

**Cristal Valle** destaca como el principal productor, representando el 43% del rendimiento total neto con una estimación de 2,551,558 kilogramos. A continuación, **El Madero** y **Duna Nova** aportan un 33% y un 24% del rendimiento neto, con 1,943,643 y 1,439,879 kilogramos, respectivamente. Los detalles y resultados específicos de estas proyecciones por fundo están representados en la figura N°11.

En cuanto a las exportaciones, los porcentajes se alinean con los del rendimiento neto, dado que el 85% de la producción proyectada se destina a la exportación. Así, **Cristal Valle**, **El Madero** y **Duna Nova** contribuyen con el 43%, 33% y 24% de las exportaciones, alcanzando 2,168,825; 1,652,096 y 1,223,898 kilogramos, respectivamente. Los detalles y resultados específicos de estas proyecciones por fundo están representados en la figura N°11.

**En resumen**, la proyección total de producción neta es de 5,935,081 kilogramos, con un volumen exportable de 5,044,819 kilogramos, reflejando el mismo porcentaje de exportación del 85% en los mismos niveles de segmentación.

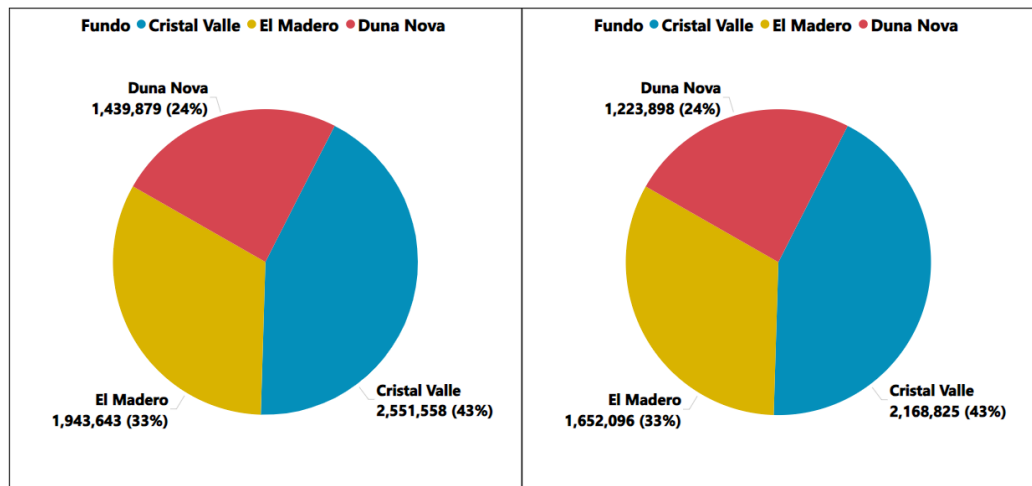


Fig. 11. Pronóstico neto y exportable por fundo

Nota: La distribución del pronóstico de cosecha neta y exportable es idéntica ambas gráficas, debió que el 85% de la cosecha neta es referida a la cosecha exportable.

### 3.1.2 Rendimiento neto y exportable cosechado por hectárea, lote y fundo.

#### - Rendimiento neto y exportable por hectárea

En fundo **Duna Nova** los lotes 2, 5 y 4 se destacaron por alcanzar los rendimientos netos más altos, produciendo 18,173 kg, 13,000 kg y 11,302 kg, respectivamente, posicionándose en los tres primeros lugares. En contraste, los lotes 15, 16 y 17 registraron los rendimientos más bajos con 2,665 kg, 2,411 kg y 738 kg, respectivamente, ocupando las últimas posiciones, detalles y lotes restantes se detallan en la figura N°12 y N°13. Por otro lado, en el fundo **El Madero**, los tres primeros lugares en rendimiento neto los ocupan lotes 12, 5 y 8 con totales de 20,050 kg, 15,874 kg y 13,441 kg, respectivamente, siendo los lotes que lograron mayor producción. Por otro lado, los lotes 10, 7 y 3 mostraron los rendimientos más bajos, con 4,857 kg, 4,985 kg y 12,154 kg, respectivamente, ocupando las últimas posiciones. La distribución de los lotes restantes y los kilogramos exportados se encuentra detallada en las figuras N°12 y N°13. Finalmente, en el fundo **Cristal Valle**, Los rendimientos netos más elevados fueron obtenidos por los lotes 2, 10 y 3, produciendo 21,402 kg, 21,033 kg y 20,544 kg, respectivamente, situándose en los tres primeros lugares. En contraste, los lotes 16, 12 y 9 registraron los rendimientos más bajos con 6,465 kg, 5,668 kg y 3,712 kg, respectivamente, ocupando las últimas posiciones. Los detalles sobre los lotes restantes y los kilogramos exportados se encuentran dentro de las figuras N°12 y N°13.

**En resumen**, los lotes 20, 2 y 3 del fundo Cristal Valle son los que presentan la mayor cantidad en términos de productividad, mientras que los lotes 17, 16 y 6 se encuentran en la posición de menor cantidad en el mismo rango de evaluación.

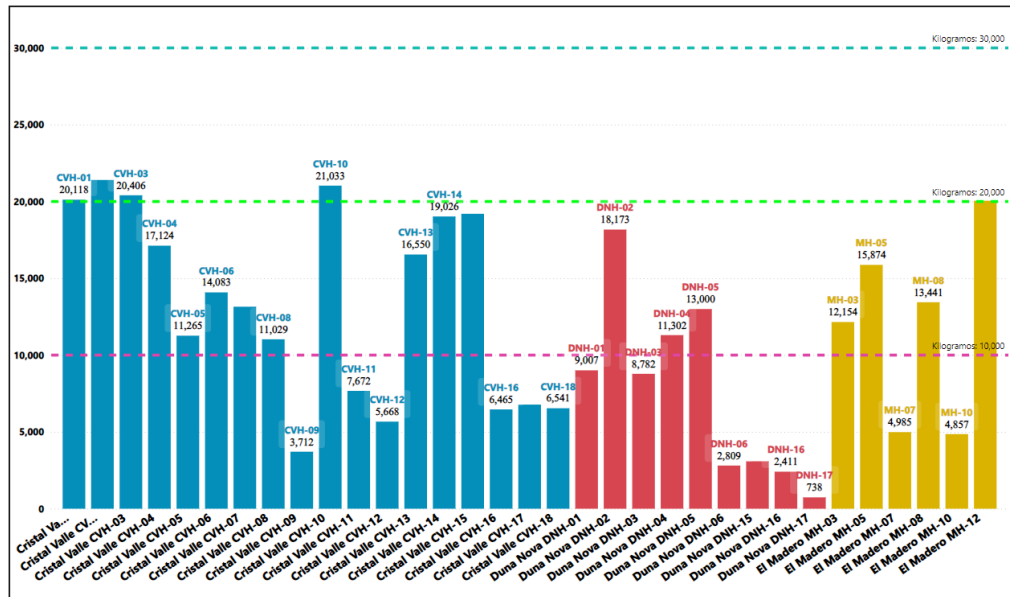


Fig. 12. Rendimiento neto por hectárea

Nota: Solo cinco lotes superaron los 20,000 kilos por hectárea: cuatro pertenecen a Cristal Valle y uno al fundo El Madero.

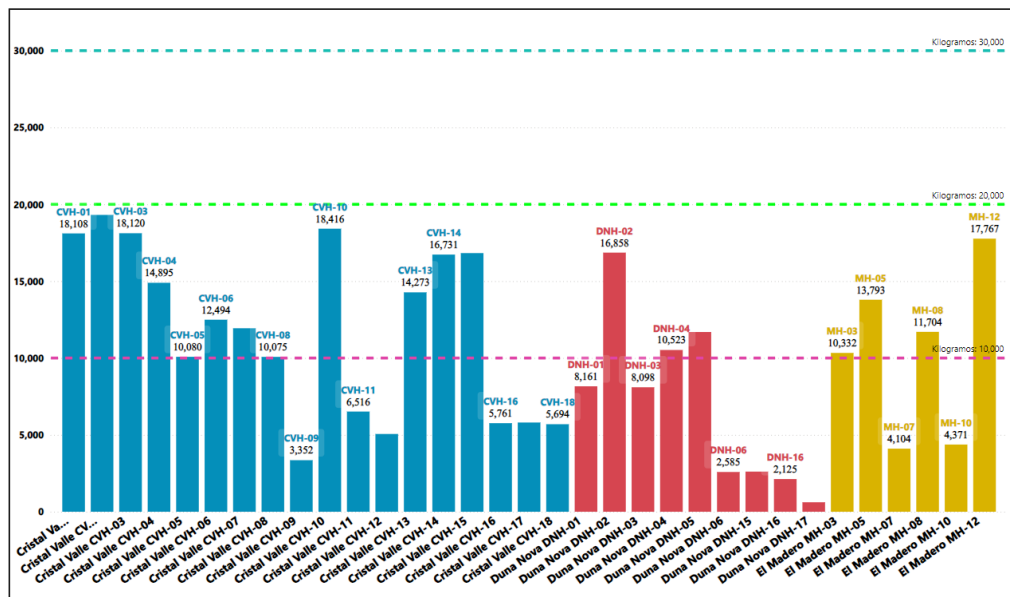


Fig. 13. Rendimiento exportable por hectárea.

Nota: Ningún lote logro superar los 20,000 kilos por hectárea.

- **Rendimiento neto y exportable por lote**

En el Fundo **Duna Nova**, los lotes 2, 1 y 5 exhibieron los rendimientos netos más altos, alcanzando producciones de 209,061 kg, 154,771 kg y 141,856 kg, respectivamente, y ubicándose en las tres primeras posiciones en términos de productividad. Por el contrario, los lotes 16, 6 y 17 presentaron los rendimientos más bajos, con producciones de 29,406 kg, 27,400 kg y 7,202 kg, respectivamente, ocupando las últimas posiciones en la escala de rendimiento. En el Fundo **El Madero**,

los lotes 5, 3 y 12 destacaron por su alta productividad, registrando rendimientos netos de 413,994 kg, 322,927 kg y 268,874 kg, respectivamente, y posicionándose en los niveles más altos de rendimiento. En contraste, los lotes 8, 7 y 10 mostraron los rendimientos más bajos, con producciones de 144,092 kg, 109,777 kg y 56,582 kg, respectivamente, ubicándose en las posiciones inferiores. Por último, en el Fondo **Cristal Valle**, los lotes 2, 3 y 15 lograron los rendimientos netos más altos, con producciones de 205,885 kg, 200,740 kg y 167,797 kg, respectivamente, situándose en los primeros lugares en términos de rendimiento. En contraste, los lotes 17, 16 y 9 registraron los rendimientos más bajos, con producciones de 48,881 kg, 47,521 kg y 38,021 kg, respectivamente, ocupando las posiciones más bajas en la escala de rendimiento. La distribución de los rendimientos de los otros lotes restantes y los detalles sobre los kilogramos exportados se especifican en las figuras N° 14 y N° 15.

**En resumen**, los lotes 5, 3 y 12, todos del fundo El Madero, son los tres con mayor cantidad de kilogramos netos y exportables, superando a los demás lotes. Por otro lado, los lotes 17, 6 y 16, pertenecientes al fundo Duna Nova, se posicionan como los últimos en términos de productividad.

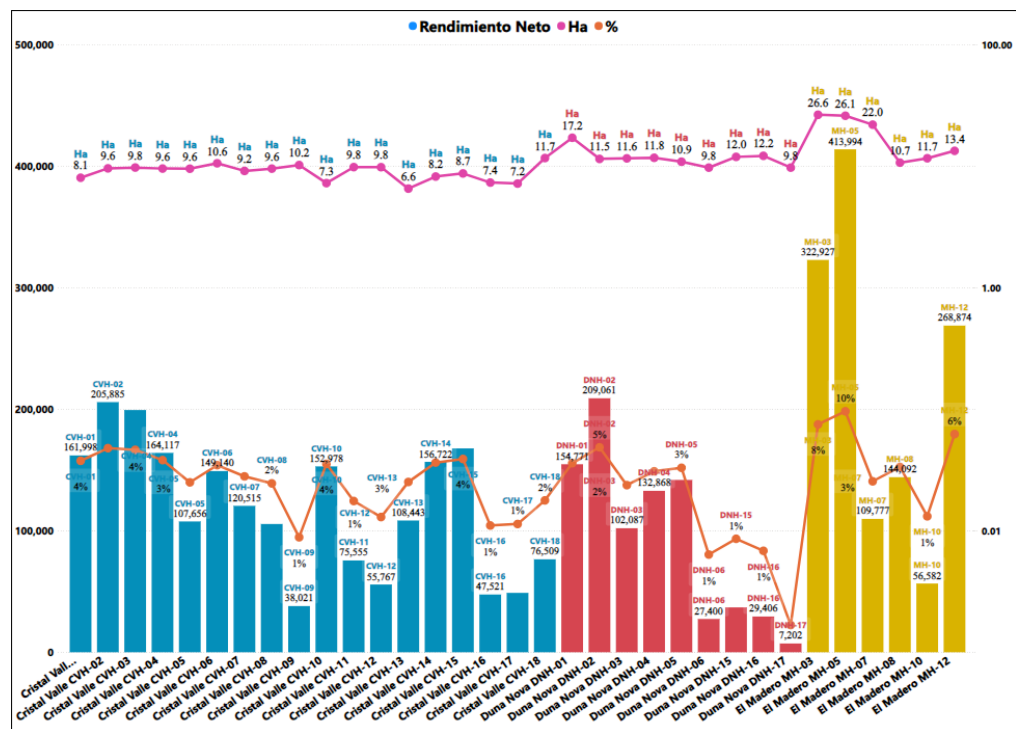


Fig. 14. Rendimiento neto por lote

Nota: Los lotes del fundo El Madero lograron los mayores rendimientos netos gracias a su superficie, en particular los lotes 3, 5 y 12.

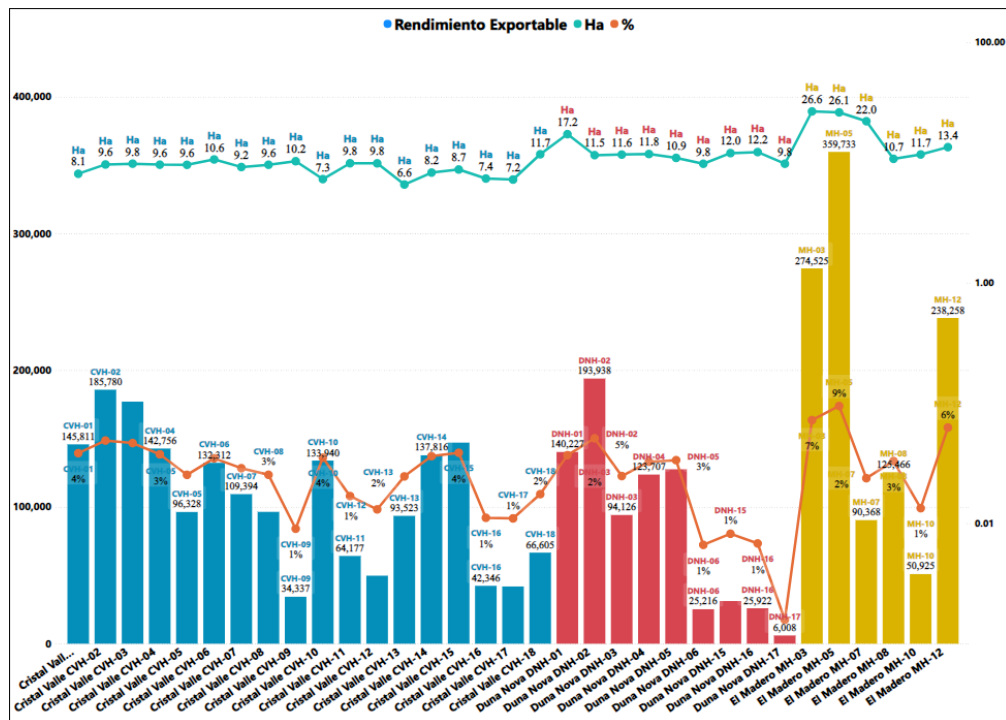


Fig. 15. Rendimiento exportable por lote

Nota: De manera similar al caso anterior, los lotes del fundo El Madero alcanzaron los mayores rendimientos en la categoría de fruta exportable.

- **Rendimiento neto y exportable por fundo**

En el fundo **Cristal Valle**, se registró una producción neta de 2,142,547 kilogramos, constituyendo el 50% del total producido. Además, el volumen exportable alcanzó 1,897,285 kilogramos, equivalentes también al 50% del total exportado, consolidándose en la primera posición tanto en términos de producción neta como en exportación. Los datos detallados, incluyendo cifras absolutas y porcentuales, están reflejados en la figura N°16. El fundo **El Madero** reportó una producción neta de 1,316,246 kilogramos, lo que representa el 30% del total en esta categoría. En cuanto a exportaciones, logró 1,139,277 kilogramos, igualmente el 30% del total exportado, obteniendo así el segundo lugar en ambas métricas. Los datos detallados, incluyendo cifras absolutas y porcentuales, están reflejados en la figura N°16. Por último, el fundo **Duna Nova** produjo 841,592 kilogramos netos, con exportaciones de 767,947 kilogramos, ubicándose en la tercera posición en producción neta y exportaciones, con una participación del 20% en ambas categorías. Los datos detallados, incluyendo cifras absolutas y porcentuales, están reflejados en la figura N°16.

**En resumen**, la producción neta total alcanzó los 4,300,295 kilogramos, con un volumen exportable que representó el 89% de la producción neta total, ascendiendo a 3,804,508 kilogramos.

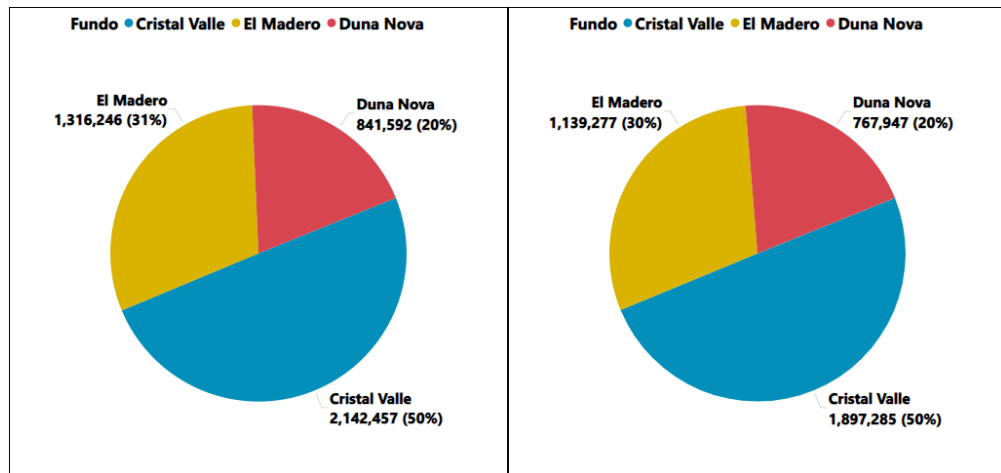


Fig. 16. Rendimiento neto y exportable por fundo.

Nota: La distribución del pronóstico de cosecha neta y exportable es idéntica ambas gráficas, debió que el 85% a más de la cosecha neta fue cosecha exportable.

### 3.1.3 Comparativo entre el pronóstico y el resultado por lote, hectárea y fundo.

#### - Comparativo entre el pronóstico y el resultado por hectárea.

En el Fundo **Duna Nova**, solo los lotes 15, 16 y 17 superaron tanto las proyecciones de producción neta como las de exportación, con incrementos del 341%, 124% y 104% en la primera categoría de cosecha, y del 339%, 129% y 102% en la segunda categoría, respectivamente. Los lotes restantes lograron un porcentaje de alcance en ambas categorías dentro del rango del 35% al 60%. En el Fundo **El Madero**, únicamente el lote 10 superó las expectativas en ambos aspectos de cosecha, alcanzando un rendimiento del 107% en producción neta y del 113% en producción exportable, siendo este último ligeramente mayor en términos de alcance de cosecha. Los demás lotes no lograron superar las proyecciones, registrando porcentajes por debajo del 75% en ambas categorías. Por último, en el Fundo **Cristal Valle**, varios lotes, específicamente los números 5, 7, 8, 9 y 12, excedieron las proyecciones tanto en producción neta como en exportación. Registraron incrementos del 106%, 137%, 196%, 180% y 124% en producción neta, y porcentajes ligeramente más elevados de 112%, 146%, 211%, 192% y 130% en producción exportable. Los detalles específicos sobre los rendimientos netos y exportables por lotes están disponibles en las tablas N°4 y N°5, así como en las figuras N°17 y N°18, correspondientes a cada fundo de origen.

**En resumen**, solo 9 lotes lograron alcanzar y superar sus estimaciones correspondientes, de los cuales 5 lotes pertenecen al fundo Cristal Valle, 3 lotes al fundo Duna Nova y 1 lote al fundo El Madero.

TABLA 4  
ANÁLISIS NETO - PRONÓSTICO Y RESULTADO POR HA

Fundo Lote	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total		
	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance
CVH-01	23.632	20.118	85 %							23.632	20.118	85 %
CVH-02	22.726	21.402	94 %							22.726	21.402	94 %
CVH-03	28.698	20.406	71 %							28.698	20.406	71 %
CVH-04	21.366	17.124	80 %							21.366	17.124	80 %
CVH-05	10.588	11.265	106 %							10.588	11.265	106 %
CVH-06	19.862	14.083	71 %							19.862	14.083	71 %
CVH-07	9.616	13.151	137 %							9.616	13.151	137 %
CVH-08	5.622	11.029	196 %							5.622	11.029	196 %
CVH-09	2.058	3.712	180 %							2.058	3.712	180 %
CVH-10	34.036	21.033	62 %							34.036	21.033	62 %
CVH-11	9.063	7.672	85 %							9.063	7.672	85 %
CVH-12	4.567	5.668	124 %							4.567	5.668	124 %
CVH-13	21.975	16.550	75 %							21.975	16.550	75 %
CVH-14	20.245	19.026	94 %							20.245	19.026	94 %
CVH-15	20.720	19.200	93 %							20.720	19.200	93 %
CVH-16	13.718	6.465	47 %							13.718	6.465	47 %
CVH-17	12.375	6.779	55 %							12.375	6.779	55 %
CVH-18	10.196	6.541	64 %							10.196	6.541	64 %
DNH-01				14.989	9.007	60 %				14.989	9.007	60 %
DNH-02				31.342	18.173	58 %				31.342	18.173	58 %
DNH-03				21.435	8.782	41 %				21.435	8.782	41 %
DNH-04				19.089	11.302	59 %				19.089	11.302	59 %
DNH-05				21.586	13.000	60 %				21.586	13.000	60 %
DNH-06				7.303	2.809	38 %				7.303	2.809	38 %
DNH-15				906	3.089	341 %				906	3.089	341 %
DNH-16				1.937	2.411	124 %				1.937	2.411	124 %
DNH-17				713	738	104 %				713	738	104 %
MH-03							20.467	12.154	59 %	20.467	12.154	59 %
MH-05							21.733	15.874	73 %	21.733	15.874	73 %
MH-07							7.182	4.985	69 %	7.182	4.985	69 %
MH-08							20.916	13.441	64 %	20.916	13.441	64 %
MH-10							4.535	4.857	107 %	4.535	4.857	107 %
MH-12							29.667	20.050	68 %	29.667	20.050	68 %
Total	291.064	241.223	83 %	119.299	69.311	58 %	104.500	71.362	68 %	514.864	381.896	74 %

Nota: los datos marcados de color verde indican que son los lotes que lograron superar sus respectivas proyecciones netas.

TABLA 5  
ANÁLISIS EXPORTABLE – PRONÓSTICO Y RESULTADO POR HA

Fundo Lote	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total		
	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance
CVH-01	20.087	18.108	90 %							20.087	18.108	90 %
CVH-02	19.317	19.312	100 %							19.317	19.312	100 %
CVH-03	24.393	18.120	74 %							24.393	18.120	74 %
CVH-04	18.161	14.895	82 %							18.161	14.895	82 %
CVH-05	9.000	10.080	112 %							9.000	10.080	112 %
CVH-06	16.883	12.494	74 %							16.883	12.494	74 %
CVH-07	8.174	11.938	146 %							8.174	11.938	146 %
CVH-08	4.779	10.075	211 %							4.779	10.075	211 %
CVH-09	1.750	3.352	192 %							1.750	3.352	192 %
CVH-10	28.931	18.416	64 %							28.931	18.416	64 %
CVH-11	7.704	6.516	85 %							7.704	6.516	85 %
CVH-12	3.882	5.057	130 %							3.882	5.057	130 %
CVH-13	18.679	14.273	76 %							18.679	14.273	76 %
CVH-14	17.208	16.731	97 %							17.208	16.731	97 %
CVH-15	17.612	16.828	96 %							17.612	16.828	96 %
CVH-16	11.660	5.761	49 %							11.660	5.761	49 %
CVH-17	10.519	5.804	55 %							10.519	5.804	55 %
CVH-18	8.666	5.694	66 %							8.666	5.694	66 %
DNH-01				12.741	8.161	64 %				12.741	8.161	64 %
DNH-02				26.641	16.858	63 %				26.641	16.858	63 %
DNH-03				18.220	8.098	44 %				18.220	8.098	44 %
DNH-04				16.225	10.523	65 %				16.225	10.523	65 %
DNH-05				18.348	11.693	64 %				18.348	11.693	64 %
DNH-06				6.207	2.585	42 %				6.207	2.585	42 %
DNH-15				770	2.610	339 %				770	2.610	339 %
DNH-16				1.646	2.125	129 %				1.646	2.125	129 %
DNH-17				606	616	102 %				606	616	102 %
MH-03							17.397	10.332	59 %	17.397	10.332	59 %
MH-05							18.473	13.793	75 %	18.473	13.793	75 %
MH-07							6.105	4.104	67 %	6.105	4.104	67 %
MH-08							17.779	11.704	66 %	17.779	11.704	66 %
MH-10							3.855	4.371	113 %	3.855	4.371	113 %
MH-12							25.217	17.767	70 %	25.217	17.767	70 %
Total	247.405	213.453	86 %	101.404	63.268	62 %	88.825	62.072	70 %	437.634	338.793	77 %

Nota: Los datos resaltados de color verde indican que son los lotes que lograron superar sus respectivas proyecciones exportables.

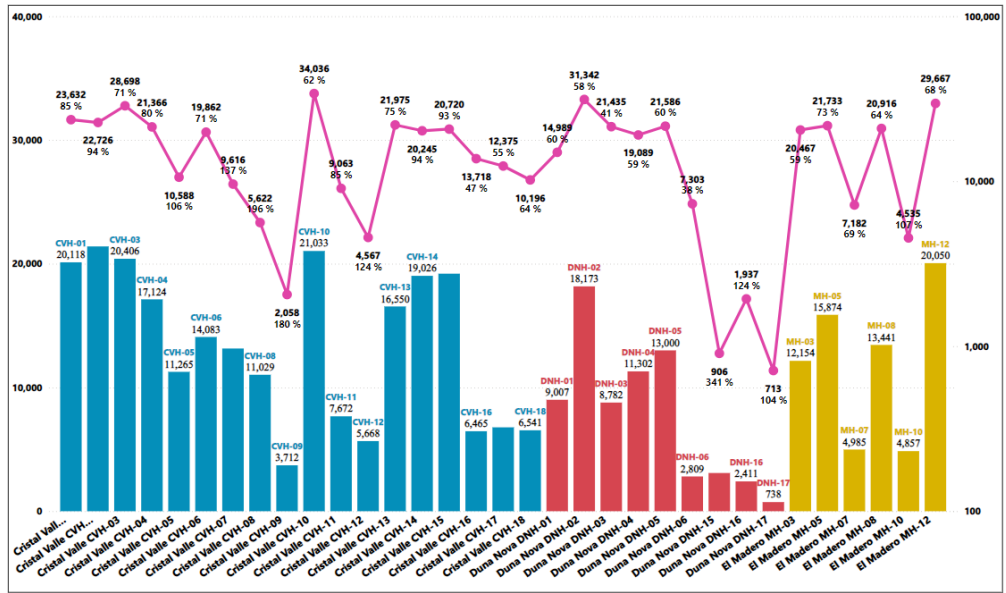


Fig. 17. Análisis neto - pronóstico y resultado por hectárea.

Nota: La línea de tendencia superior representa la proyección neta de cada lote junto con su respectivo alcance de cosecha expresado en términos porcentuales.

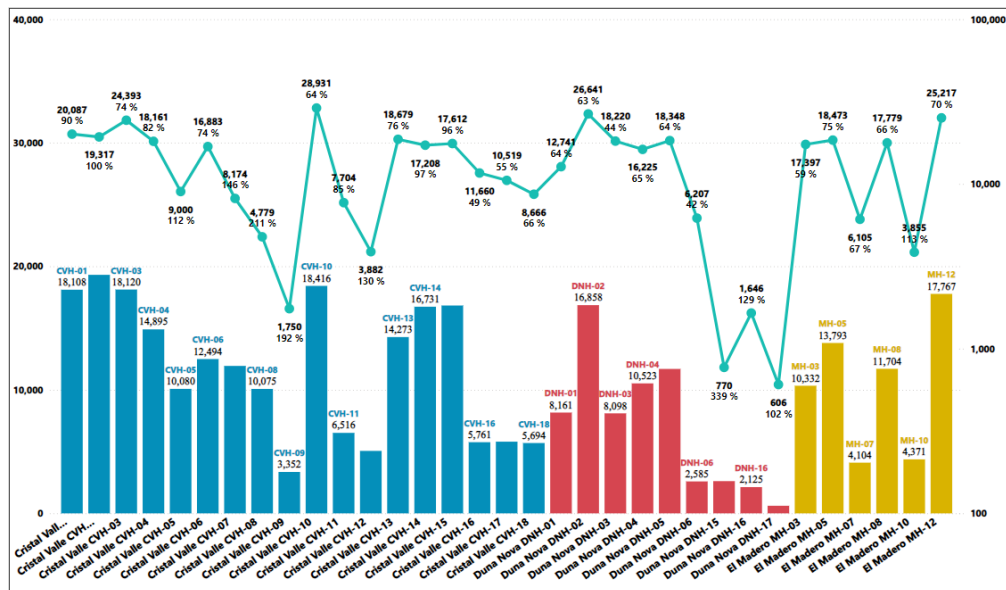


Fig. 18. Análisis exportable - pronóstico y el resultado por hectárea.

Nota: La línea de tendencia superior representa la proyección exportable de cada lote junto con su respectivo alcance de cosecha expresado en términos porcentuales.

- **Comparativo entre el pronóstico y el resultado por lote.**

En el Fondo **Duna Nova**, al igual que en el alcance de cosecha por hectárea, solo los lotes 15, 16 y 17 superaron significativamente las expectativas de producción y exportación. Estos lotes experimentaron incrementos notables del 341%, 124% y 104%, respectivamente, mientras que los lotes que no lograron alcanzar sus respectivas proyecciones tuvieron porcentajes en el rango de 35% y 65% de alcance

para las dos categorías de cosecha. Por otro lado, en el Fundo **El Madero**, al igual que en el alcance de cosecha por hectárea en producción neta y de exportación, el lote 10 fue el único que logró superar las proyecciones tanto en producción neta como en exportación, alcanzando un rendimiento del 107% y 113% en ambas áreas respectivamente. Los demás lotes no alcanzaron estas proyecciones quedando entre el rango del 55% y 75% de alcance para ambas las dos categorías descritas. Por último, en el Fundo **Cristal Valle** mostró el mismo desempeño de los resultados de alcance por hectárea siendo los mismos lotes que superaron las expectativas en ambas categorías. Los lotes 5, 7, 8, 9 y 12 lograron incrementos del 106%, 137%, 196%, 180% y 124% en producción neta y 112%, 146%, 211%, 192% y 130%, en producción exportable mientras que los lotes que no lograran alcanzar sus respectivas metas lograron alcances porcentuales de 45% al 99% de alcance para ambas categorías respectivamente. Los detalles segmentados se ilustran en las figuras N°19 y N°20, mientras que los resultados porcentuales comparativos se presentan en las tablas N°6 y N°7.

**En resumen**, al igual que en las comparaciones por hectárea, solo 9 lotes lograron alcanzar y superar sus estimaciones correspondientes: 5 del fundo Cristal Valle, 3 del fundo Duna Nova y 1 del fundo El Madero.

TABLA 6  
ANÁLISIS NETO – PRONÓSTICO Y RESULTADO POR LOTE

Fundo Lote	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total		
	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance
CVH-01	190.299	161.998	⊗ 85 %							190.299	161.998	⊗ 85 %
CVH-02	218.620	205.885	⊗ 94 %							218.620	205.885	⊗ 94 %
CVH-03	280.404	199.385	⊗ 71 %							280.404	199.385	⊗ 71 %
CVH-04	204.776	164.117	⊗ 80 %							204.776	164.117	⊗ 80 %
CVH-05	101.191	107.656	✔ 106 %							101.191	107.656	✔ 106 %
CVH-06	210.345	149.140	⊗ 71 %							210.345	149.140	⊗ 71 %
CVH-07	88.121	120.515	✔ 137 %							88.121	120.515	✔ 137 %
CVH-08	53.811	105.567	✔ 196 %							53.811	105.567	✔ 196 %
CVH-09	21.084	38.021	✔ 180 %							21.084	38.021	✔ 180 %
CVH-10	247.547	152.978	⊗ 62 %							247.547	152.978	⊗ 62 %
CVH-11	89.261	75.555	⊗ 85 %							89.261	75.555	⊗ 85 %
CVH-12	44.928	55.767	✔ 124 %							44.928	55.767	✔ 124 %
CVH-13	143.993	108.443	⊗ 75 %							143.993	108.443	⊗ 75 %
CVH-14	166.768	156.722	⊗ 94 %							166.768	156.722	⊗ 94 %
CVH-15	181.083	167.797	⊗ 93 %							181.083	167.797	⊗ 93 %
CVH-16	100.836	47.521	⊗ 47 %							100.836	47.521	⊗ 47 %
CVH-17	89.228	48.881	⊗ 55 %							89.228	48.881	⊗ 55 %
CVH-18	119.263	76.509	⊗ 64 %							119.263	76.509	⊗ 64 %
DNH-01				257.556	154.771	⊗ 60 %				257.556	154.771	⊗ 60 %
DNH-02				360.569	209.061	⊗ 58 %				360.569	209.061	⊗ 58 %
DNH-03				249.156	102.087	⊗ 41 %				249.156	102.087	⊗ 41 %
DNH-04				224.410	132.868	⊗ 59 %				224.410	132.868	⊗ 59 %
DNH-05				235.544	141.856	⊗ 60 %				235.544	141.856	⊗ 60 %
DNH-06				71.232	27.400	⊗ 38 %				71.232	27.400	⊗ 38 %
DNH-15				10.833	36.941	✔ 341 %				10.833	36.941	✔ 341 %
DNH-16				23.625	29.406	✔ 124 %				23.625	29.406	✔ 124 %
DNH-17				6.954	7.202	✔ 104 %				6.954	7.202	✔ 104 %
MH-03							543.802	322.927	⊗ 59 %	543.802	322.927	⊗ 59 %
MH-05							566.796	413.994	⊗ 73 %	566.796	413.994	⊗ 73 %
MH-07							158.153	109.777	⊗ 69 %	158.153	109.777	⊗ 69 %
MH-08							224.225	144.092	⊗ 64 %	224.225	144.092	⊗ 64 %
MH-10							52.832	56.582	✔ 107 %	52.832	56.582	✔ 107 %
MH-12							397.835	268.874	⊗ 68 %	397.835	268.874	⊗ 68 %
Total	2.551.558	2.142.457	⊗ 84 %	1.439.879	841.592	⊗ 58 %	1.943.643	1.316.246	⊗ 68 %	5.935.081	4.300.295	⊗ 72 %

Nota: Al igual que en el caso comparativo por hectárea, nueve lotes lograron sobrepasar sus proyecciones respectivas, los cuales están resaltados en color verde.

TABLA 7  
ANÁLISIS EXPORTABLE – PRONÓSTICO Y RESULTADO POR LOTE

Fundo Lote	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total		
	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance	Pronóstico	Resultado	Alcance
CVH-01	161,754	145,811	90 %							161,754	145,811	90 %
CVH-02	185,827	185,780	100 %							185,827	185,780	100 %
CVH-03	238,343	177,053	74 %							238,343	177,053	74 %
CVH-04	174,059	142,756	82 %							174,059	142,756	82 %
CVH-05	86,012	96,328	112 %							86,012	96,328	112 %
CVH-06	178,793	132,312	74 %							178,793	132,312	74 %
CVH-07	74,903	109,394	146 %							74,903	109,394	146 %
CVH-08	45,739	96,434	211 %							45,739	96,434	211 %
CVH-09	17,922	34,337	192 %							17,922	34,337	192 %
CVH-10	210,415	133,940	64 %							210,415	133,940	64 %
CVH-11	75,872	64,177	85 %							75,872	64,177	85 %
CVH-12	38,189	49,756	130 %							38,189	49,756	130 %
CVH-13	122,394	93,523	76 %							122,394	93,523	76 %
CVH-14	141,753	137,816	97 %							141,753	137,816	97 %
CVH-15	153,921	147,065	96 %							153,921	147,065	96 %
CVH-16	85,710	42,346	49 %							85,710	42,346	49 %
CVH-17	75,844	41,850	55 %							75,844	41,850	55 %
CVH-18	101,373	66,605	66 %							101,373	66,605	66 %
DNH-01				218,923	140,227	64 %				218,923	140,227	64 %
DNH-02				306,484	193,938	63 %				306,484	193,938	63 %
DNH-03				211,783	94,126	44 %				211,783	94,126	44 %
DNH-04				190,749	123,707	65 %				190,749	123,707	65 %
DNH-05				200,213	127,590	64 %				200,213	127,590	64 %
DNH-06				60,547	25,216	42 %				60,547	25,216	42 %
DNH-15				9,208	31,211	339 %				9,208	31,211	339 %
DNH-16				20,081	25,922	129 %				20,081	25,922	129 %
DNH-17				5,911	6,008	102 %				5,911	6,008	102 %
MH-03							462,232	274,525	59 %	462,232	274,525	59 %
MH-05							481,776	359,733	75 %	481,776	359,733	75 %
MH-07							134,430	90,368	67 %	134,430	90,368	67 %
MH-08							190,591	125,466	66 %	190,591	125,466	66 %
MH-10							44,907	50,925	113 %	44,907	50,925	113 %
MH-12							338,160	238,258	70 %	338,160	238,258	70 %
Total	2,168,825	1,897,285	87 %	1,223,898	767,947	63 %	1,652,096	1,139,277	69 %	5,044,819	3,804,508	75 %

Nota: Solo cinco lotes del fundo Cristal Valle, tres del fundo Duna Nova y uno del fundo El Madero lograron superar sus proyecciones exportables, lo que coincide con el mismo número de lotes en el comparativo neto.

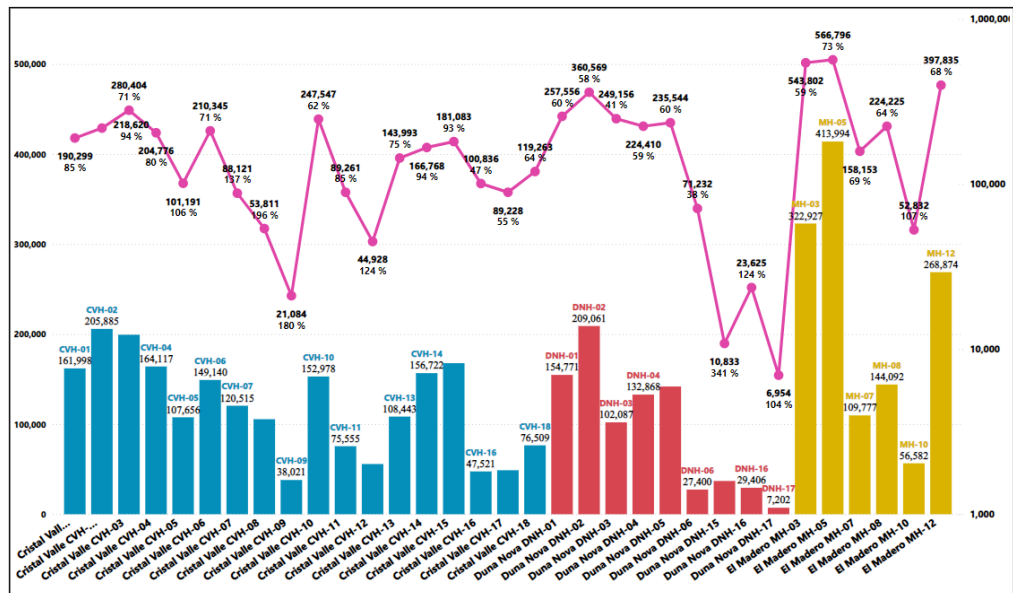


Fig. 19. Análisis neto - pronóstico y el resultado por hectárea.

Nota: Lotes más pequeños, como el lote 9 de Cristal Valle, alcanzaron un 180% de su proyección respectiva, mientras que los lotes de mayor superficie apenas lograron un 73% del pronóstico, caso del lote 5 del fundo El Madero.

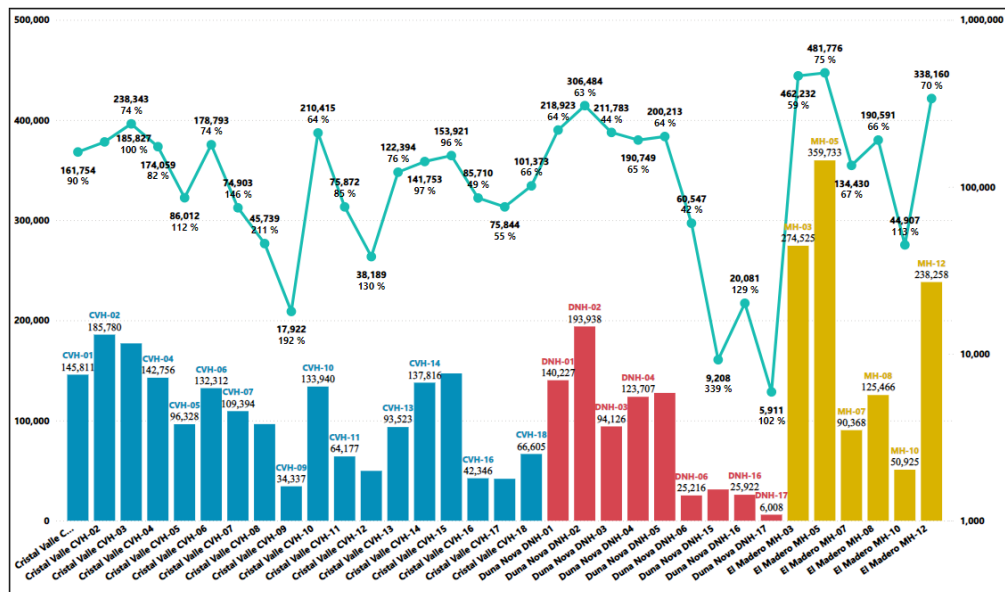


Fig. 20. Análisis exportable - pronóstico y el resultado por hectárea.

Nota: La comparación entre el pronóstico y el resultado exportable es similar al caso del comparativo neto, ya que los mismos nueve lotes cumplieron con sus respectivas proyecciones.

- **Comparativo entre el pronóstico y el resultado por fondo.**

En el Fondo **Duna Nova**, tanto la producción neta como la exportable no lograron alcanzar las estimaciones anticipadas, representando solo el 58% de los kilogramos proyectados para cada categoría. Por otro lado, en el Fondo **El Madero**, tanto la producción neta como la exportable también quedaron por debajo de las expectativas previstas, alcanzando solo el 68% de los kilogramos proyectados para cada categoría. Esto podría haber sido influenciado por factores similares a los observados en el Fondo Duna Nova, o por condiciones específicas de este fondo en particular.

En cuanto y por último en el Fondo **Cristal Valle**, el escenario fue similar, con la producción neta y exportable alcanzando solo el 84% de los kilogramos proyectados para cada categoría. A pesar de estar más cerca de las expectativas en comparación con los otros fundos, aún representa un rendimiento por debajo de lo esperado. Los detalles y números logrados de los tres fundos se observan en la figura N°21 y N°22.

**En resumen**, ningún fondo cumplió con las expectativas previstas en términos de producción neta y exportable, debido a que la mayoría de los lotes que integran cada fondo, tampoco pudieron alcanzar sus respectivas proyecciones, lo que en conjunto hace que los fundos no lleguen a sus proyecciones totales previstas. Esto destaca la importancia de realizar un análisis detallado de las condiciones y factores que influyen en la producción agrícola para mejorar el rendimiento en futuras temporadas.

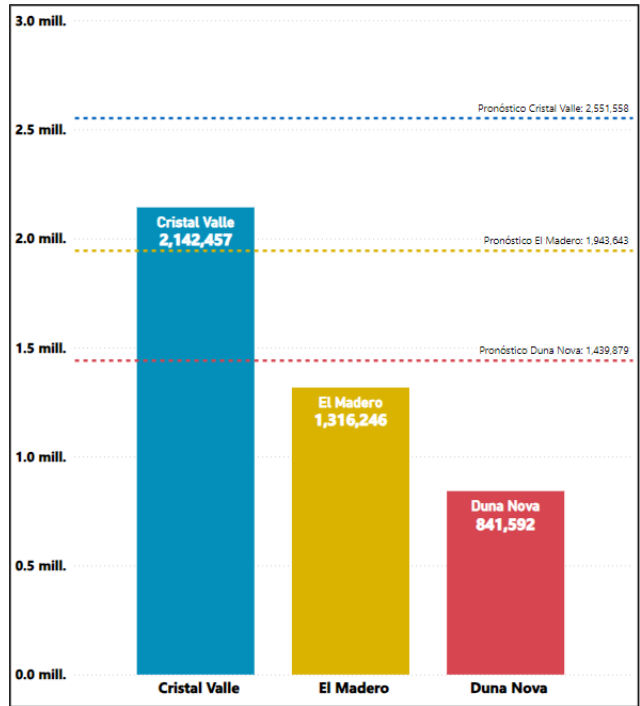


Fig. 21. Análisis neto - pronóstico y el resultado por hectárea.

Nota: Se observó que ningún fundo logró sobrepasar sus proyecciones netas, siendo el fundo Cristal Valle el que estuvo más cerca de alcanzar su meta.

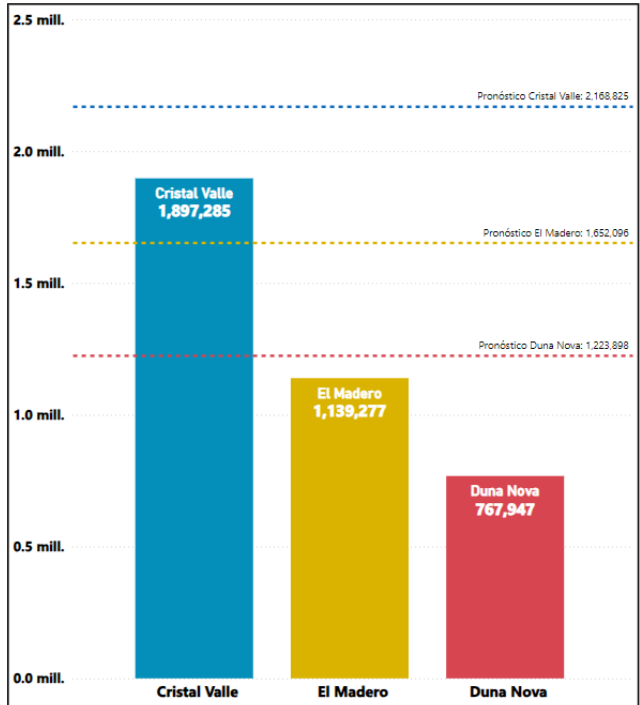


Fig. 22. Análisis exportable - pronóstico y el resultado por hectárea.

Nota: A pesar de que varios lotes superaron sus proyecciones individuales, esto no fue suficiente para que, en términos generales, los fondos pudieran sobrepasar las proyecciones exportables de manera global.

### 3.2 Caracterización de la Calidad de Palta Hass

#### 3.2.1 Caracterización y uniformidad de frutos por lotes y fundo dentro de campo.

El objetivo principal de la producción de palto es maximizar la exportación de fruta a mercados internacionales. Durante el proceso de cosecha, se identifica una parte de la fruta que no se envía a la planta empacadora, conocida como "fruta de descarte en campo". Esta fruta se vende en el mercado local a un precio inferior. Para que la producción sea considerada de alta calidad, la cantidad total de fruta de descarte no debe exceder el 11% del lote total ni del área de cultivo.

#### - Resultados porcentuales de descarte en campo por lote.

El análisis de los datos señala que el descarte en campo, dividido por lote, se ha mantenido por debajo del límite establecido al inicio de la cosecha, el cual fue determinado en 11% del total recolectado. Ningún lote en los fundos de El Madero, Cristal Valle y Duna Nova ha excedido este umbral, he incluso en ciertos lotes se no se ha registrado fruta de descarte como es el caso de los lotes 1, 2, 15, 16 y 17 de Duna Nova o los lotes 3, 7, 8, 10 y 12 de fundo El Madero o los lotes 1, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15 ,16 y 18 pertenecientes al fundo Cristal Valle. Todos estos detalles numéricos y porcentuales que se ven reflejados en la tabla N°8 y figura N°23.

**En resumen,** por consiguiente, en términos de calidad, se infiere que se han obtenido resultados satisfactorios con resultados muy bajos de fruta descartada en campo.

TABLA 8  
FRUTA DESCARTADA EN CAMPO POR LOTE.

Fundo	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total			
	Lote	Total Neto	Total Desc	Alcance	Total Neto	Total Desc	Alcance	Total Neto	Total Desc	Alcance	Total Neto	Total Desc	Alcance
CVH-01	161,998	--	0.0%								161,998	--	0.0%
CVH-02	205,885	--	0.0%								205,885	--	0.0%
CVH-03	199,385	--	0.0%								199,385	--	0.0%
CVH-04	164,117	2,891	1.8 %								164,117	2,891	1.8 %
CVH-05	107,656	--	0.0%								107,656	--	0.0%
CVH-06	149,140	2,168	1.5 %								149,140	2,168	1.5 %
CVH-07	120,515	--	0.0%								120,515	--	0.0%
CVH-08	105,567	--	0.0%								105,567	--	0.0%
CVH-09	38,021	--	0.0%								38,021	--	0.0%
CVH-10	152,978	--	0.0%								152,978	--	0.0%
CVH-11	75,555	427	0.6 %								75,555	427	0.6 %
CVH-12	55,767	--	0.0%								55,767	--	0.0%
CVH-13	108,443	--	0.0%								108,443	--	0.0%
CVH-14	156,722	--	0.0%								156,722	--	0.0%
CVH-15	167,797	--	0.0%								167,797	--	0.0%
CVH-16	47,521	--	0.0%								47,521	--	0.0%
CVH-17	48,881	484	1.0 %								48,881	484	1.0 %
CVH-18	76,509	--	0.0%								76,509	--	0.0%
DNH-01				154,771	--	0.0%					154,771	--	0.0%
DNH-02				209,061	--	0.0%					209,061	--	0.0%
DNH-03				102,087	427	0.4 %					102,087	427	0.4 %
DNH-04				132,868	427	0.3 %					132,868	427	0.3 %
DNH-05				141,856	427	0.3 %					141,856	427	0.3 %
DNH-06				27,400	484	1.8 %					27,400	484	1.8 %
DNH-15				36,941	--	0.0%					36,941	--	0.0%
DNH-16				29,406	--	0.0%					29,406	--	0.0%
DNH-17				7,202	--	0.0%					7,202	--	0.0%
MH-03							322,927	--	0.0%		322,927	--	0.0%
MH-05							413,994	4,535	1.1 %		413,994	4,535	1.1 %
MH-07							109,777	--	0.0%		109,777	--	0.0%
MH-08							144,092	--	0.0%		144,092	--	0.0%
MH-10							56,582	--	0.0%		56,582	--	0.0%
MH-12							268,874	--	0.0%		268,874	--	0.0%
<b>Total</b>	<b>2,142,457</b>	<b>5,970</b>	<b>0.3 %</b>	<b>841,592</b>	<b>1,766</b>	<b>0.2 %</b>	<b>1,316,246</b>	<b>4,535</b>	<b>0.3 %</b>	<b>4,300,295</b>	<b>12,271</b>	<b>0.3 %</b>	

Nota: Solo 9 lotes obtuvieron fruta descartada en campo a diferencia del total restante.

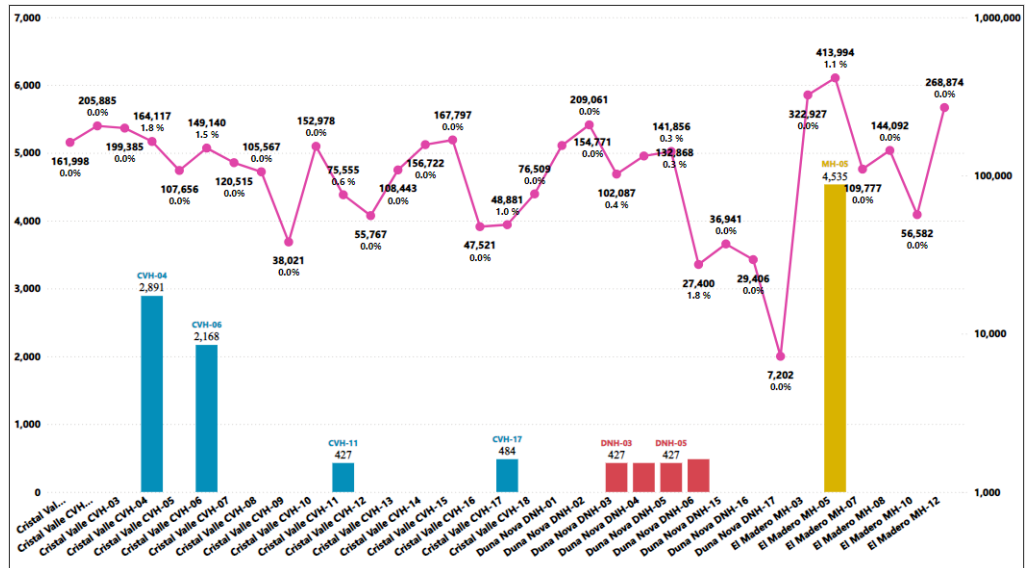


Fig. 23. Fruta descartada en campo por lote

Nota: Se determinó que el lote 5 del fundo El Madero presentó el porcentaje más alto de fruta descartada en campo, con un total de 4,535 kilogramos.

- **Resultados porcentuales de descarte en campo por fundo.**

Los datos obtenidos, análogos a la situación previamente observada respecto al descarte en campo por lote, demuestran que ninguno de los lotes excedió el umbral establecido del 11%. Este patrón también se refleja en el análisis por fundo, dado que la agregación de los lotes no superó el límite permitido para el descarte en campo, resultando en un porcentaje global inferior al 0.29%. De manera seccionada, los 3 fundos obtuvieron 0.28% 0.21% y 0.34% respectivamente para **Cristal Valle**, **Duna Nova** y **El Madero**. Los detalles numéricos y los porcentajes específicos se ilustran en la Tabla N°9.

**En síntesis**, los fundos Cristal Valle, Duna Nova y El Madero han obtenido resultados porcentuales de 0.28%, 0.21% y 0.34%, respectivamente. Estos fundos han logrado mantener niveles extremadamente bajos de descarte, lo que se traduce en una mayor eficiencia de materia prima de la fruta destinada a la planta empaquera.

TABLA 9  
FRUTA DESCARTADA EN CAMPO POR FUNDO.

Fundo	Cosecha Neta	Total Descarte Campo	Alcance
<b>Cristal Valle</b>	2,142,457	5,970	✓ 0.28 %
<b>Duna Nova</b>	841,592	1,766	✓ 0.21 %
<b>El Madero</b>	1,316,246	4,535	✓ 0.34 %
<b>Total</b>	<b>4,300,295</b>	<b>12,271</b>	✓ <b>0.29 %</b>

Nota: No se superó el límite del 11% en esta categoría de forma global, parámetro establecido por la gerencia.

### 3.2.2 Caracterización y uniformidad de la eficiencia de materia prima por lotes y fundo en planta empacadora.

Desde la cosecha hasta la llegada a la planta empacadora, la fruta atraviesa un proceso de clasificación que determina su destino comercial. Este proceso consta de tres escenarios posibles: la fruta apta para la exportación, destinada a los mercados extranjeros; la fruta de descarte, que se destina a la venta en el mercado local; y la fruta mermada, que también se destina al mercado local, pero con un estado de calidad inferior, proceso denominado “Eficiencia de Materia Prima”. Según los estándares definidos por la gerencia, se determinó que al menos el 85% de la fruta recibida en la planta empacadora sea clasificada como apta para la exportación. Una proporción del 11% o menos se destinó como fruta de descarte, mientras que un máximo del 4% se catalogó como fruta mermada, si se logran cumplir estos estándares, se considera que la producción alcanza un nivel muy alto en términos de calidad.

#### - Resultados porcentuales de eficiencia de materia prima en fruta exportada.

Los datos muestran que, en el Fundo **Duna Nova**, dos de sus lotes, el 15 y el 17, no alcanzaron los estándares de calidad establecidos por la gerencia de producción, con tasas de exportación de fruta del 84% y 83% por el contrario los lotes 4, 3 y 2 tienen valores porcentuales de exportación de 93% para cada uno de ellos respectivamente. En síntesis, el fundo en su conjunto logró un estándar de calidad del 91% en fruta exportada, destacándose como el fundo con el mayor porcentaje de fruta destinada a la venta en el extranjero. Por otro lado, en el Fundo **El Madero**, solo el lote número 7 no cumplió con los estándares de calidad, registrando solo un 82% de fruta exportada y por el contrario el lote 10 logro un alcance de exportación del 90% siendo este el único lote que destaca del resto su alto índice porcentual exportado. Al igual que el fundo **Duna Nova**, en general, este fundo logró cumplir con el estándar con un 87% de fruta exportada, lo que lo posiciona en el último lugar en comparación con los otros fundos. Por último, el Fundo **Cristal Valle** cumplió con los estándares de calidad establecidos para todos sus lotes. Es el único fundo que no tiene valores por debajo de los estándares de calidad descritos anteriormente, siendo los lotes 1, 2, 6, 7, 8, 9 los más destacados debido a que superaron el 90% de exportación e incluso llegando a pasar el 91% en algunos de ellos como el lote 7 y 8. Detalles ilustrados en la tabla N°10 y figura N°24.

**En resumen**, a pesar de que tres lotes no cumplieron con los niveles de exportación deseados, la empresa alcanzó un porcentaje global de exportación del 89%. Este resultado supera en 4 puntos porcentuales el umbral establecido por la gerencia, evidenciando un desempeño superior al requerido en términos de eficiencia y calidad.

TABLA 10  
EMP – KILOGRAMOS EXPORTADOS

Fundo Lote	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total		
	Packing	Exportado	Alcance	Packing	Exportado	Alcance	Packing	Exportado	Alcance	Packing	Exportado	Alcance
CVH-01	161,998	145,811	90 %							161,998	145,811	90 %
CVH-02	205,885	185,780	90 %							205,885	185,780	90 %
CVH-03	199,385	177,053	89 %							199,385	177,053	89 %
CVH-04	161,226	142,756	89 %							161,226	142,756	89 %
CVH-05	107,656	96,328	89 %							107,656	96,328	89 %
CVH-06	146,972	132,312	90 %							146,972	132,312	90 %
CVH-07	120,515	109,394	91 %							120,515	109,394	91 %
CVH-08	105,567	96,434	91 %							105,567	96,434	91 %
CVH-09	38,021	34,337	90 %							38,021	34,337	90 %
CVH-10	152,978	133,940	88 %							152,978	133,940	88 %
CVH-11	75,127	64,177	85 %							75,127	64,177	85 %
CVH-12	55,767	49,756	89 %							55,767	49,756	89 %
CVH-13	108,443	93,523	86 %							108,443	93,523	86 %
CVH-14	156,722	137,816	88 %							156,722	137,816	88 %
CVH-15	167,797	147,065	88 %							167,797	147,065	88 %
CVH-16	47,521	42,346	89 %							47,521	42,346	89 %
CVH-17	48,397	41,850	86 %							48,397	41,850	86 %
CVH-18	76,509	66,605	87 %							76,509	66,605	87 %
DNH-01				154,771	140,227	91 %				154,771	140,227	91 %
DNH-02				209,061	193,938	93 %				209,061	193,938	93 %
DNH-03				101,660	94,126	93 %				101,660	94,126	93 %
DNH-04				132,441	123,707	93 %				132,441	123,707	93 %
DNH-05				141,428	127,590	90 %				141,428	127,590	90 %
DNH-06				26,916	25,216	94 %				26,916	25,216	94 %
DNH-15				36,941	31,211	84 %				36,941	31,211	84 %
DNH-16				29,406	25,922	88 %				29,406	25,922	88 %
DNH-17				7,202	6,008	83 %				7,202	6,008	83 %
MH-03							322,927	274,525	85 %	322,927	274,525	85 %
MH-05							409,459	359,733	88 %	409,459	359,733	88 %
MH-07							109,777	90,368	82 %	109,777	90,368	82 %
MH-08							144,092	125,466	87 %	144,092	125,466	87 %
MH-10							56,582	50,925	90 %	56,582	50,925	90 %
MH-12							268,874	238,258	89 %	268,874	238,258	89 %
Total	2,136,486	1,897,285	89 %	839,827	767,947	91 %	1,311,710	1,139,277	87 %	4,288,024	3,804,508	89 %

Nota: El color rojo en la línea de datos señala que no se cumplió con el parámetro del 85% de fruta exportada que fue enviada a la planta empacadora.

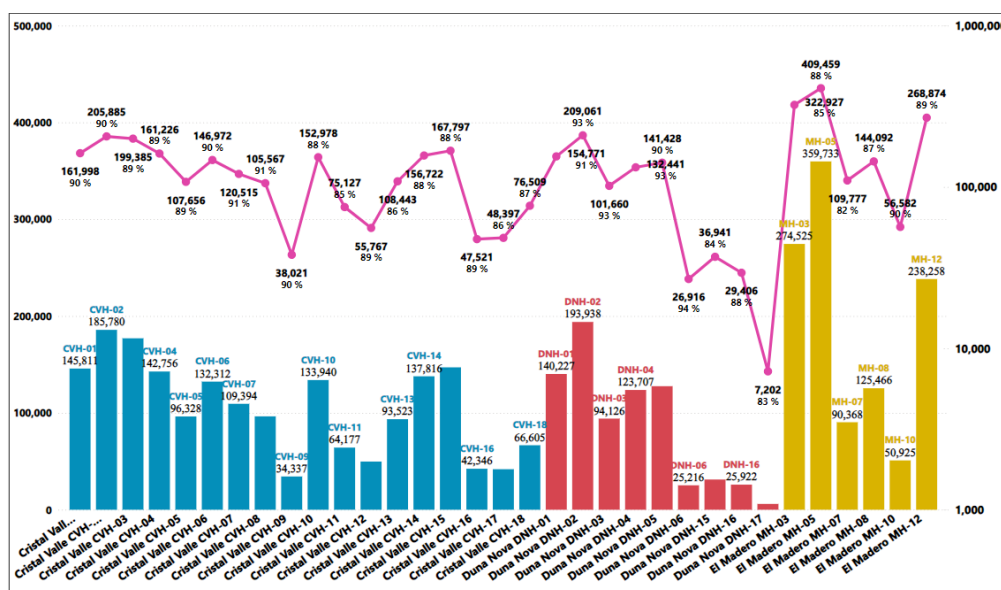


Fig. 24. Eficiencia de materia prima – total exportado

Nota: La línea de tendencia superior representa el total enviado a packing, junto con el porcentaje correspondiente al alcance de exportación por fundo.

- **Resultados porcentuales de eficiencia de materia prima en fruta descartada.**

El análisis exhaustivo revela que, dentro del conjunto de lotes evaluados, únicamente cinco de ellos no cumplieron con los estrictos estándares de calidad establecidos. En

el Fundo **El Madero**, se observó que los lotes 3 y 7 excedieron el límite permitido de fruta descartada, registrando porcentajes de 11.37% y 14.72%, respectivamente, caso contrario ocurre con el lote 10 que registro el porcentaje más bajo con un total de 6% lo que significa que tuvo una cantidad mayor de fruta exportada. Por otro lado, en el Fundo **Duna Nova**, los lotes 15 y 17 presentaron un índice superior al estándar establecido, alcanzando un 12.40% y un 13.76%, respectivamente, mientras que los lotes 6 y 4 destacan por el bajo índice porcentual de fruta descarta con valores de 2% y 3% para ambos lotes respectivamente. Por último, en el Fundo **Cristal Valle**, se identificó que el lote 11 también sobrepasó el límite con un porcentaje de fruta descartada del 11.37%, por el contrario, el lote 8 y 7 registran los valores más bajos con porcentajes de 5% y 6% para cada uno. En términos generales, el promedio de fruta descartada fue del 7.70% para **Cristal Valle**, del 5.21% para **Duna Nova** y del 9.63% para **El Madero**. Los detalles específicos sobre los lotes, fundos, resultados numéricos y porcentajes de alcance se encuentran detallados en la tabla N°11 y figura N°25, proporcionando una visión completa y transparente.

**En síntesis**, se identificaron tres lotes que no cumplen con los estándares estipulados por la gerencia. No obstante, a nivel general, se logró un porcentaje de fruta descartada del 8%, lo que está 3 puntos porcentuales por debajo del límite fijado.

TABLA 11  
EMP – KILOGRAMOS DESCARTADOS

Fundo	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total			
	Lote	Packing	Descarte	Alcance	Packing	Descarte	Alcance	Packing	Descarte	Alcance	Packing	Descarte	Alcance
CVH-01	161,998	10,188	6.3 %								161,998	10,188	6.3 %
CVH-02	205,885	12,661	6.1 %								205,885	12,661	6.1 %
CVH-03	199,385	15,282	7.7 %								199,385	15,282	7.7 %
CVH-04	161,226	12,679	7.9 %								161,226	12,679	7.9 %
CVH-05	107,656	7,390	6.9 %								107,656	7,390	6.9 %
CVH-06	146,972	9,406	6.4 %								146,972	9,406	6.4 %
CVH-07	120,515	6,980	5.8 %								120,515	6,980	5.8 %
CVH-08	105,567	5,712	5.4 %								105,567	5,712	5.4 %
CVH-09	38,021	2,456	6.5 %								38,021	2,456	6.5 %
CVH-10	152,978	13,733	9.0 %								152,978	13,733	9.0 %
CVH-11	75,127	8,539	11.4 %								75,127	8,539	11.4 %
CVH-12	55,767	4,370	7.8 %								55,767	4,370	7.8 %
CVH-13	108,443	11,402	10.5 %								108,443	11,402	10.5 %
CVH-14	156,722	13,563	8.7 %								156,722	13,563	8.7 %
CVH-15	167,797	14,781	8.8 %								167,797	14,781	8.8 %
CVH-16	47,521	3,520	7.4 %								47,521	3,520	7.4 %
CVH-17	48,397	4,649	9.6 %								48,397	4,649	9.6 %
CVH-18	76,509	7,143	9.3 %								76,509	7,143	9.3 %
DNH-01				154,771	9,668	6.2 %					154,771	9,668	6.2 %
DNH-02				209,061	8,211	3.9 %					209,061	8,211	3.9 %
DNH-03				101,660	3,833	3.8 %					101,660	3,833	3.8 %
DNH-04				132,441	3,908	3.0 %					132,441	3,908	3.0 %
DNH-05				141,428	9,336	6.6 %					141,428	9,336	6.6 %
DNH-06				26,916	629	2.3 %					26,916	629	2.3 %
DNH-15				36,941	4,582	12.4 %					36,941	4,582	12.4 %
DNH-16				29,406	2,632	9.0 %					29,406	2,632	9.0 %
DNH-17				7,202	991	13.8 %					7,202	991	13.8 %
MH-03								322,927	36,512	11.3 %	322,927	36,512	11.3 %
MH-05								409,459	34,787	8.5 %	409,459	34,787	8.5 %
MH-07								109,777	16,160	14.7 %	109,777	16,160	14.7 %
MH-08								144,092	13,854	9.6 %	144,092	13,854	9.6 %
MH-10								56,582	3,592	6.3 %	56,582	3,592	6.3 %
MH-12								268,874	21,357	7.9 %	268,874	21,357	7.9 %
Total	2,136,486	164,451	7.7 %	839,827	43,790	5.2 %	1,311,710	126,261	9.6 %	4,288,024	334,503	7.8 %	

Nota: De los lotes evaluados, cinco presentan un descarte que supera el límite del 11%.

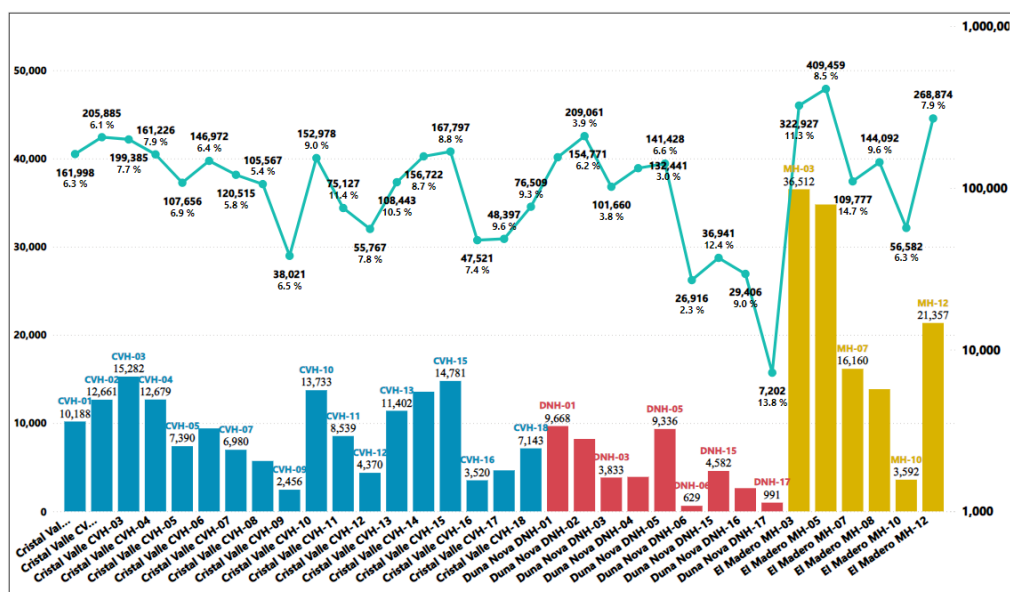


Fig. 25. Eficiencia de materia prima – total descartado

Nota: El promedio de descarte por lote se sitúa entre el 5% y el 7%, lo cual sigue siendo inferior al límite del 11% establecido por la gerencia.

- **Resultados porcentuales de eficiencia de materia prima en fruta mermada.**

El análisis exhaustivo de la cantidad de fruta descartada revela un resultado sobresaliente en términos de calidad para los tres fundos de la empresa. Ningún lote, sin excepción, superó el límite establecido para la cantidad de fruta desechada. En el caso del fundo **El Madero**, los valores de sus lotes oscilan entre el 3% y el 4% sin sobrepasar este último, situación similar ocurre en los fundos **Duna Nova** y **Cristal Valle**, donde los valores son consistentes entre cada uno de los lotes que los componen no sobrepasando el límite mencionado anteriormente. Este logro refleja la eficacia de los procesos de producción y manejo implementados en los fundos. Los datos de forma general por fundo indican que los porcentajes de fruta descartada fueron del 3.50%, 3.34% y 3.52% para **Cristal Valle**, **Duna Nova** y **El Madero** respectivamente por lo que en términos general la empresa logra obtener una cantidad de merma muy por debajo del límite impuesto por gerencia, respectivamente. Los detalles específicos sobre los lotes y los porcentajes de descarte se encuentran detallados en la tabla N° 12 y figura N° 26.

**En resumen**, a diferencia de las dos evaluaciones previas, no se identificó ningún lote que excediera el umbral del 4% para la fruta mermada, logrando un total del 3.48% en esta categoría de evaluación. En términos de clasificación, el fundo El Madero presentó el mayor porcentaje de fruta mermada, seguido por el fundo Cristal Valle, mientras que el fundo Duna Nova ocupó la última posición en términos de porcentaje de fruta mermada.

TABLA 12  
EMP – KILOGRAMOS MERMADOS

Fundo	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total		
	Lote	Packing	Merma %	Packing	Merma %		Packing	Merma %		Packing	Merma %	
CVH-01	161,998	5,999	3.7 %							161,998	5,999	3.7 %
CVH-02	205,885	7,444	3.6 %							205,885	7,444	3.6 %
CVH-03	199,385	7,050	3.5 %							199,385	7,050	3.5 %
CVH-04	161,226	5,791	3.6 %							161,226	5,791	3.6 %
CVH-05	107,656	3,937	3.7 %							107,656	3,937	3.7 %
CVH-06	146,972	5,254	3.6 %							146,972	5,254	3.6 %
CVH-07	120,515	4,142	3.4 %							120,515	4,142	3.4 %
CVH-08	105,567	3,421	3.2 %							105,567	3,421	3.2 %
CVH-09	38,021	1,228	3.2 %							38,021	1,228	3.2 %
CVH-10	152,978	5,305	3.5 %							152,978	5,305	3.5 %
CVH-11	75,127	2,411	3.2 %							75,127	2,411	3.2 %
CVH-12	55,767	1,641	2.9 %							55,767	1,641	2.9 %
CVH-13	108,443	3,518	3.2 %							108,443	3,518	3.2 %
CVH-14	156,722	5,344	3.4 %							156,722	5,344	3.4 %
CVH-15	167,797	5,951	3.5 %							167,797	5,951	3.5 %
CVH-16	47,521	1,656	3.5 %							47,521	1,656	3.5 %
CVH-17	48,397	1,897	3.9 %							48,397	1,897	3.9 %
CVH-18	76,509	2,761	3.6 %							76,509	2,761	3.6 %
DNH-01				154,771	4,876	3.2 %				154,771	4,876	3.2 %
DNH-02				209,061	6,912	3.3 %				209,061	6,912	3.3 %
DNH-03				101,660	3,700	3.6 %				101,660	3,700	3.6 %
DNH-04				132,441	4,826	3.6 %				132,441	4,826	3.6 %
DNH-05				141,428	4,501	3.2 %				141,428	4,501	3.2 %
DNH-06				26,916	1,071	4.0 %				26,916	1,071	4.0 %
DNH-15				36,941	1,148	3.1 %				36,941	1,148	3.1 %
DNH-16				29,406	852	2.9 %				29,406	852	2.9 %
DNH-17				7,202	204	2.8 %				7,202	204	2.8 %
MH-03							322,927	11,890	3.7 %	322,927	11,890	3.7 %
MH-05							409,459	14,938	3.6 %	409,459	14,938	3.6 %
MH-07							109,777	3,248	3.0 %	109,777	3,248	3.0 %
MH-08							144,092	4,772	3.3 %	144,092	4,772	3.3 %
MH-10							56,582	2,065	3.6 %	56,582	2,065	3.6 %
MH-12							268,874	9,259	3.4 %	268,874	9,259	3.4 %
<b>Total</b>	<b>2,136,486</b>	<b>74,750</b>	<b>3.5 %</b>	<b>839,827</b>	<b>28,090</b>	<b>3.3 %</b>	<b>1,311,710</b>	<b>46,172</b>	<b>3.5 %</b>	<b>4,288,024</b>	<b>149,013</b>	<b>3.5 %</b>

Nota: A diferencia de los dos casos anteriores de eficiencia en materia prima, en esta categoría ningún lote logró resultados superiores al 4%, que es el límite establecido por la gerencia.

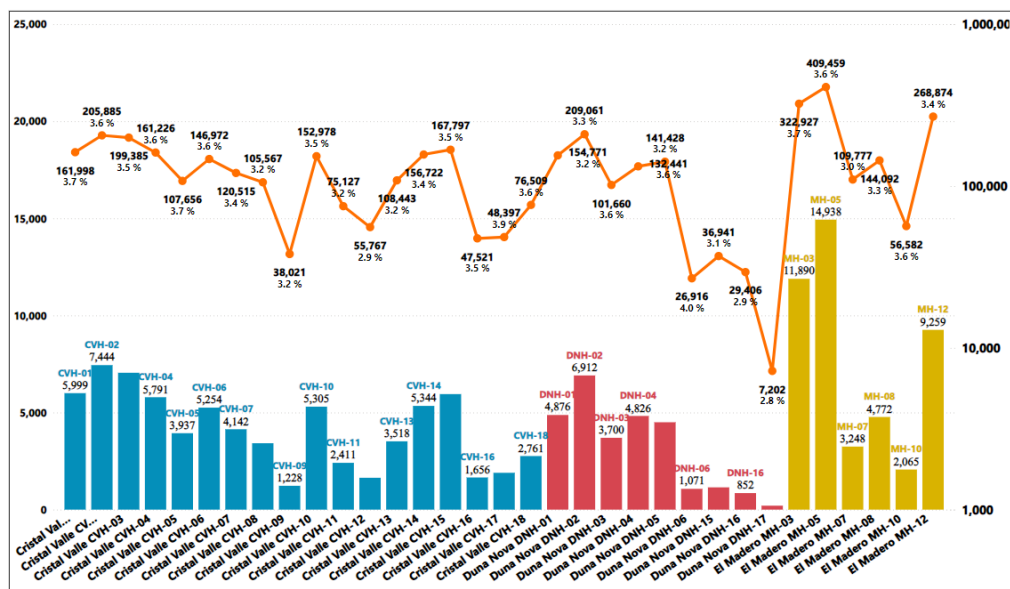


Fig. 26. Eficiencia de materia prima – total mermado

Nota: El promedio de fruta mermada se sitúa entre el 3.48% y el 3.50% en términos generales, lo que indica que los niveles de fruta mermada se mantienen bajos durante esta campaña.

### 3.2.3 Caracterización y uniformidad por calibración de los frutos exportados.

Una vez completada la selección inicial, la fruta destinada a la exportación pasa por una fase de calibración, donde se clasifica según su peso y tamaño en rangos numéricos del 08 al 32. Es importante mencionar que los clientes pueden utilizar métodos de categorización diferentes a los de la empresa productora, lo que requiere una normalización de las clasificaciones para un análisis cuantitativo preciso. La calibración es crucial en la comercialización del palto Hass.

**En resumen**, la relevancia de esta clasificación se centra en la identificación de calibres destacados, específicamente los tamaños 08, 10 y 12, que representan los calibres más grandes y pesados dentro del espectro total de calibración.

TABLA 13  
EQUIVALENCIA DE CALIBRES CLIENTE - PRODUCTOR

Calibre Cliente	Calibre Productor	Peso Máximo	Peso Mínimo
✓ Calibre 08	✓ Calibre 08	0.565	0.475
✓ Calibre 10	✓ Calibre 10	0.474	0.377
✓ Calibre 12	✓ Calibre 12	0.376	0.315
✓ Calibre 14	✓ Calibre 14	0.314	0.274
Calibre 16	Calibre 16	0.273	0.243
Calibre 18	Calibre 18	0.242	0.218
Calibre 26	Calibre 26	0.160	0.151
Calibre 30	Calibre 30	0.140	0.129
Calibre 32	Calibre 32	0.128	0.088
✓ Calibre 48	✓ Calibre 20	0.217	0.198
✓ Calibre 60	✓ Calibre 22	0.197	0.177
✓ Calibre 70	✓ Calibre 24	0.176	0.161
✓ Calibre 84	✓ Calibre 28	0.150	0.141

Nota: Los calibres de interés son el número 08, 10 y 12, ya que son los que presentan una mayor demanda y retorno financiero.

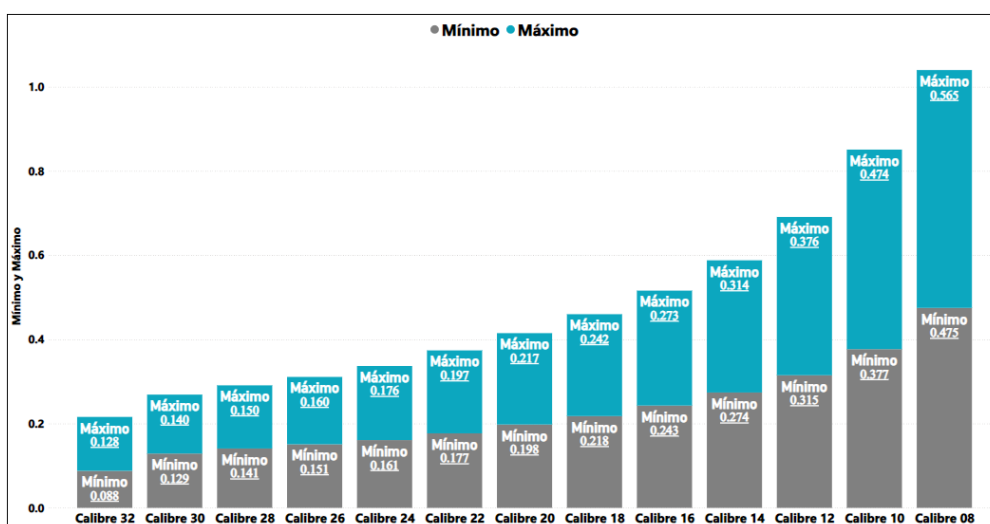


Fig. 27. Variación del peso por calibre

Nota: Existe una relación inversamente proporcional entre el peso y el número de calibre; es decir, a medida que disminuye el número del calibre, aumenta el peso correspondiente.

- **Resultados de calibres por semana**

El análisis revela que la semana 20 fue la de mayor cosecha, con un total de 666,766 kilos recolectados. Durante esta semana se recolectaron todos los calibres, excepto el 08 y el rango de calibres del 26 al 30. El calibre predominante fue el número 18, con 99,800 kilos, mientras que el calibre menos común fue el 32, con solo 2,060 kilos recolectados. En contraste, la semana 13 se destacó por ser la de menor cosecha en términos de calibres, con únicamente 69,210 kilos recolectados. La atención se centró en calibres de mayor interés, incluyendo los calibres 08, 12 y 14, aunque también se recolectaron calibres 16, 20 y 24 debido a una desviación en el enfoque de cosecha. El calibre más destacado en esta semana fue el 14, con 30,940 kilos recolectados. La disparidad en la cantidad de cosecha entre los distintos lotes, fundos y calibres sugiere variaciones en los análisis de materia seca, lo cual influye en la cantidad de cosecha semanal. Estos resultados indican que una planificación más precisa, adaptada a las condiciones específicas de cada lote, podría optimizar la recolección y maximizar los rendimientos económicos. Los resultados detallados están presentados en la tabla N°14 y la figura N°28, que proporcionan una visión clara de la distribución de la cosecha en diferentes calibres a lo largo de las semanas.

**En resumen**, las semanas 20 y 21 registraron la mayor cantidad de kilogramos de fruta exportada, mientras que las semanas 13 y 14 fueron las que presentaron la menor cantidad de fruta enviada al extranjero, además se registraron 3 calibres conjuntos del rango 10 al 20, del 22 al 24 y por último del rango 26 al 30, que son calibres denominados industrial o de categoría 3.

TABLA 14  
CALIBRES EXPORTADOS POR SEMANA

Calibres	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
08	60										
10	3.520	1.810	3.650	1.180	2.610	3.390	710	3.410	650	200	70
10-20	4.600	11.000	15.460	13.037	6.206	7.067	35.308	36.240	22.307	7.290	
12	20.640	12.010	16.170	14.920	21.140	15.350	10.180	22.280	4.810	6.326	1.430
14	30.940	31.400	33.540	36.790	58.400	33.250	30.290	51.990	18.920	18.002	4.290
16	13.920	37.390	58.220	58.170	78.920	37.660	48.770	84.790	54.250	38.258	8.296
18		21.890	67.430	73.900	95.160	34.480	66.010	99.800	48.210	4.204	1.330
20	100	10.950	47.880	49.910	50.220	16.220	53.920	70.928	151.308	121.881	43.262
22		9.700	24.730	69.307	25.225	5.850	42.900	98.246	136.437	130.344	54.300
22-24		1.430	2.970	8.220	1.636	143	3.651	24.256	37.175	30.170	9.360
24	30	6.020	9.910	44.114	2.970	311	16.360	65.676	65.175	66.650	19.200
26		2.560	4.760	25.730	110		5.810	32.710	38.080	24.650	9.610
26-30		830	2.290						5.040	3.280	
28		2.450	3.560	22.470			4.590	40.031	45.738	20.730	7.030
30		1.830	3.740	43.100	10		7.050	35.280	16.320	33.820	12.720
32		1.820	3.210	6.970			590	2.060	980		
Total	69.210	146.690	293.060	470.241	349.438	152.861	297.898	666.766	659.334	520.822	178.188

Nota: Se destaca la semana 20 entre todas las demás debido a la cantidad de kilogramos exportados durante ese período.

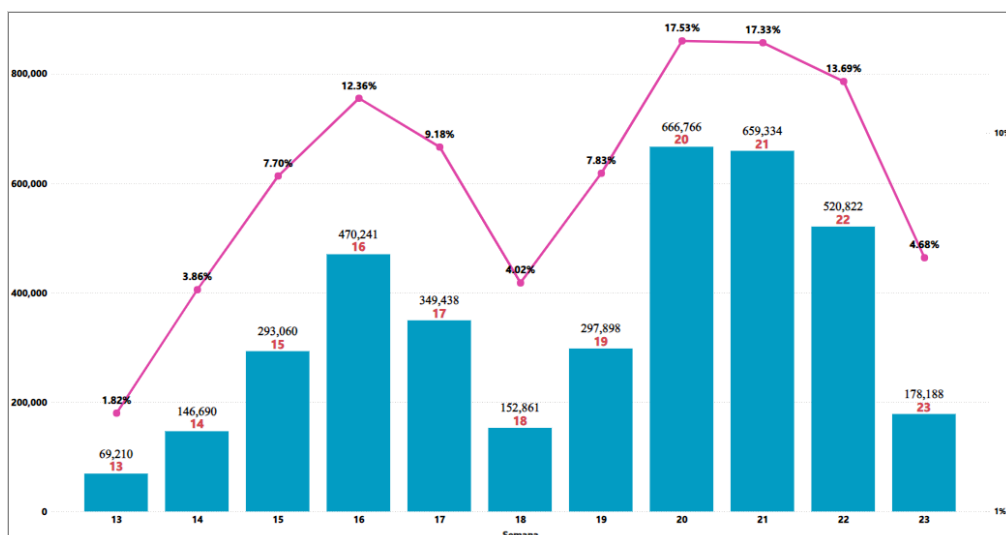


Fig. 28. Exportación por semana

Nota: La línea superior muestra la relación porcentual de exportación por semana, alcanzando picos cercanos al 18% como nivel máximo.

#### - **Resultados de calibres por mes**

El análisis detallado de la cosecha revela una concentración predominante de la actividad en los últimos días de marzo y en la primera quincena de junio. En marzo, se reportó la menor cantidad de calibres cosechados, alcanzando un total de 69,210 kilos, lo que lo sitúa como el mes con el menor rendimiento en comparación con otros períodos. Sin embargo, este mes se centró en la recolección de calibres de alto valor, lo que subraya un enfoque estratégico en productos de mayor interés. Por otro lado, el mes de mayo destacó como el más productivo, con una cosecha notable de 2,201,672 kilos de calibres exportados. En particular, los calibres 20 y 22 se destacaron significativamente, con ambos superando los 400,000 kilos cada uno. Abril también mostró una cosecha considerable, totalizando 1,309,953 kilos, y se posicionó como el segundo mes más productivo. En contraste, junio acumuló 223,673 kilos, ocupando el tercer lugar en términos de cantidad cosechada. A pesar de que la cosecha en junio fue menor en comparación con abril y mayo, se mantuvo una calidad consistente en los calibres recolectados. Los detalles específicos de este análisis se encuentran en la tabla N°15 y en la figura N°29.

**En resumen**, el análisis mensual de la cosecha resalta una marcada variación en la actividad a lo largo del período considerado. Mientras que marzo presentó una baja actividad con enfoque en calibres de alto valor, mayo se destacó por su alta productividad y diversidad en la cosecha. Abril mostró un rendimiento significativo con una estrategia de cosecha equilibrada, mientras que junio, aunque con menor volumen, aseguró la calidad continua de los calibres.

TABLA 15  
SEGMENTACIÓN DE CALIBRES EXPORTADOS POR MES

Calibres	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
08	60				60
10	3.520	11.320	6.210	150	21.200
10-20		46.303	102.063	10.150	158.516
12	20.640	71.650	50.244	2.722	145.256
14	30.940	173.580	135.512	7.780	347.812
16	13.920	244.860	245.332	14.532	518.644
18		268.170	242.914	1.330	512.414
20	100	161.860	400.549	54.069	616.579
22		129.412	403.568	64.060	597.040
22-24		14.332	93.890	10.790	119.012
24	30	63.025	209.461	23.900	296.416
26		33.160	99.430	11.430	144.020
26-30		3.120	8.320		11.440
28		28.480	110.199	7.920	146.599
30		48.680	90.350	14.840	153.870
32		12.000	3.630		15.630
Total	69.210	1.309.953	2.201.672	223.673	3.804.508

Nota: El mes de mayo registra la mayor cantidad de kilos exportados, cubriendo casi todos los calibres, excepto el calibre 08, con un total de 2,202,673 kilogramos.

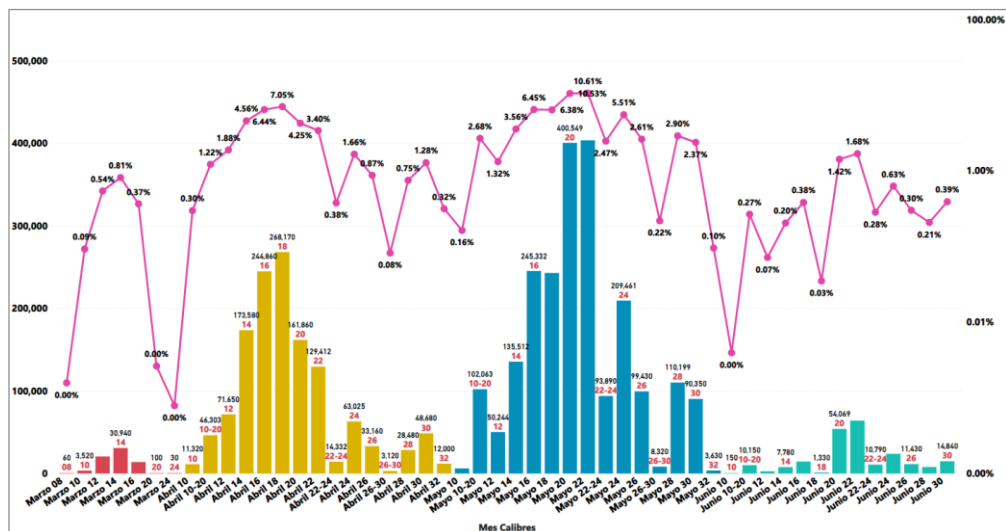


Fig. 29. Segmentación de calibres exportados por mes

Nota: Se observa que los calibres 20 y 22 tienen una mayor presencia dentro del conjunto de calibres registrados por el sistema.

- **Resultados de cajas exportadas**

El análisis indica que el fundo Cristal Valle lideró en cantidad de cajas exportadas, con porcentajes por lote que no superan el 4.9%. Le sigue el fundo El Madero, con porcentajes que no exceden el 9.5%, y en tercer lugar está el fundo Duna Nova, con porcentajes que no sobrepasan el 5.1%. La distribución de las cajas exportadas sigue el mismo patrón que la cosecha exportable, dado que cada caja enviada al extranjero pesa exactamente 10 kilos, manteniendo una proporción directa con el total exportado, detalles y porcentajes ilustrados en la figura N°30 y 31.

**En resumen**, se exportaron 380,451 cajas. De estas, 189,728 pertenecen al fundo Cristal Valle, representando el 49.9%; 76,795 cajas al fundo Duna Nova, con un 20.2%; y 113,928 cajas al fundo El Madero.

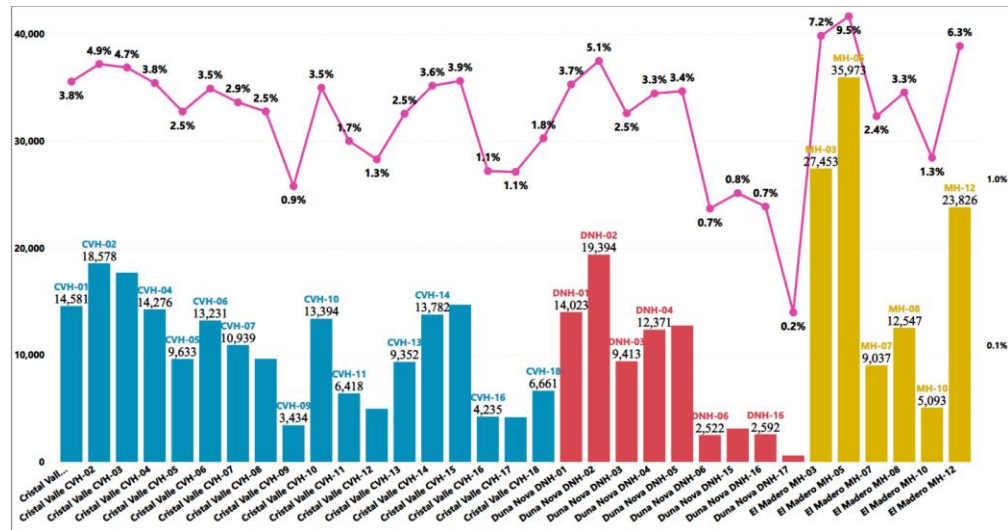


Fig. 30. Segmentación de cajas exportadas por lote

Nota: El peso de cada caja exportada es de 10 kilogramos, lo que establece una relación proporcional directa con el peso total exportado.

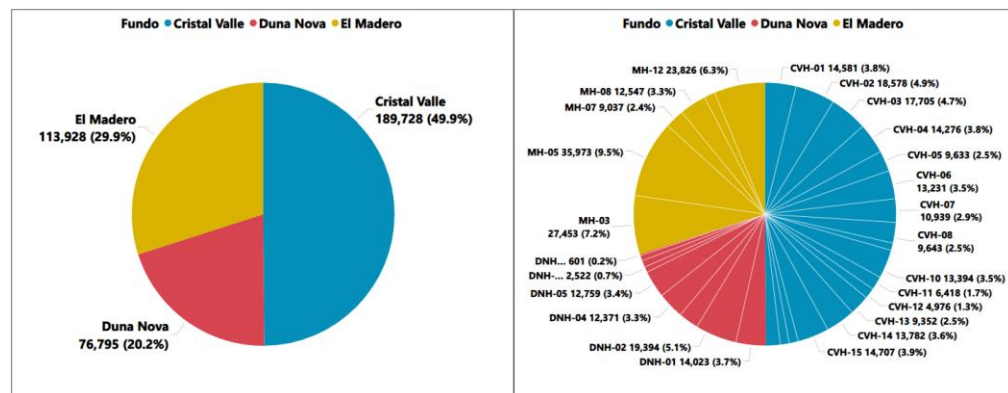


Fig. 31. Segmentación de cajas exportadas por fundo

Nota: El fundo con mayor participación en la exportación de cajas es Cristal Valle, representando el 49.9% del total exportado.

- **Resultados por calibre**

**Segmentación kilogramos por calibre**

Los calibres de interés 10, 12 y 14 estuvieron presentes en la campaña actual, representando el 0.56%, 3.82% y 9.14% del total exportado, respectivamente. El análisis también identificó rangos de calibres conjuntos, tales como 10-20, 22-24 y 26-30, correspondientes a fruta exportada de categoría industrial o Cat 3, que se clasifica como fruta de mediana calidad. Además, se observó por primera vez la

presencia del calibre 08, con un total de 60 kilos, data e información que se detalla en la tabla N°16 y la figura N°32.

**En resumen**, el calibre más prevalente fue el número 20, con un 16.21% del total, seguido por los calibres 22, 16 y 18, que alcanzaron porcentajes de 15.69%, 13.63% y 13.47%, respectivamente. Estos cuatro calibres representaron el 54.14% del total de la cosecha exportada.

TABLA 16  
SEGMENTACIÓN DE KILOGRAMOS POR CALIBRE

Calibre Cliente	Calibre Productor	Total General	%
08	08	60	0.00%
10	10	21,200	0.56%
10-20	10-20	158,516	4.17%
12	12	145,256	3.82%
14	14	347,812	9.14%
16	16	518,644	13.63%
18	18	512,414	13.47%
20	20	616,579	16.21%
22	22	597,040	15.69%
22-24	22-24	119,012	3.13%
24	24	296,416	7.79%
26	26	144,020	3.79%
26-30	26-30	11,440	0.30%
28	28	146,599	3.85%
30	30	153,870	4.04%
32	32	15,630	0.41%
48	20	151,730	3.99%
60	22	34,642	0.91%
70	24	25,502	0.67%
84	28	48,899	1.29%
<b>Total</b>		<b>3,804,508</b>	<b>100.00%</b>

Nota: Los calibres equivalentes del cliente y sus respectivas equivalencias están resaltados en amarillo en la parte inferior.

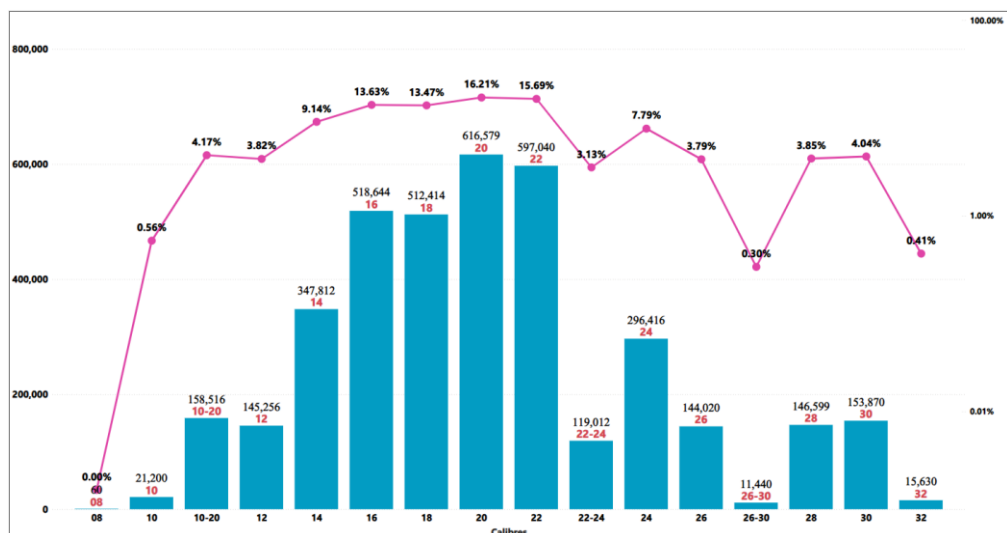


Fig. 32. Segmentación de kilogramos por calibres

Nota: Se identificaron tres rangos de calibres compuestos: “10-20, 22-24 y 20-30”, que corresponden a fruta de tercera categoría exportada en grandes volúmenes a países vecinos, generando un bajo valor de retorno.

### Segmentación de calibres por cliente

En total, se exportaron 3,804,508 kilogramos. De esta cantidad, la empresa Society Company adquirió 3,204,440 kilogramos con calibres que abarcan desde el número 8 hasta el 32 exceptuando el rango de calibre 26-30, lo que equivale al 84% del total. El restante 16%, equivalente a 600,068 kilos que abarca desde el calibre 10 hasta el 32 exceptuando el número 8, fue exportado por la propia empresa en calidad de productora y exportadora, detalles especificados en la figura N°33 y tabla N°17.

**En resumen**, estos resultados proporcionan una visión completa de la distribución y el alcance de la cosecha por calibres, así como el volumen total exportado.

TABLA 17  
SEGMENTACIÓN DE CALIBRES POR CLIENTE

Calibres	Agrícola S.A.C	Society Company	Total
08		60	60
10	3.310	17.890	21.200
10-20	148.436	10.080	158.516
12	15.350	129.906	145.256
14	36.440	311.372	347.812
16	53.720	464.924	518.644
18	61.660	450.754	512.414
20	47.850	568.729	616.579
22	47.480	549.560	597.040
22-24	108.142	10.870	119.012
24	26.300	270.116	296.416
26	12.480	131.540	144.020
26-30	11.440		11.440
28	10.250	136.349	146.599
30	13.620	140.250	153.870
32	3.590	12.040	15.630
<b>Total</b>	<b>600.068</b>	<b>3.204.440</b>	<b>3.804.508</b>

Nota: En esta campaña, solo un cliente adquirió la totalidad de la fruta cosechada.

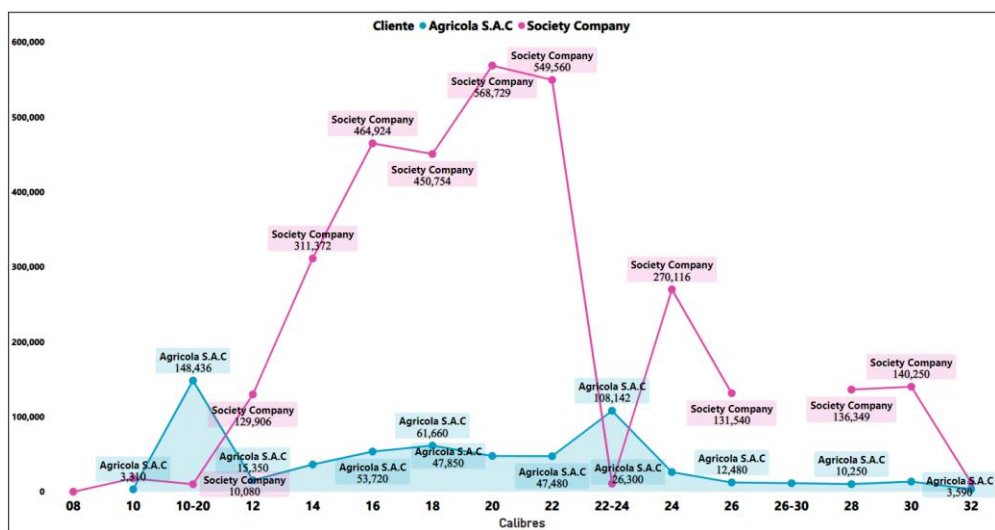


Fig. 33: Segmentación de calibres por cliente

Nota: la línea fucsia representa la exportación generada por nuestro cliente.

### 3.3 Caracterización de los Sectores de Influencia

En el proceso de compra y venta, se negocian principalmente calibres de alto rendimiento como el 08, 10 y 12. Tras acordar los términos, el productor debe enfocar la cosecha en estos calibres para minimizar la fruta descartada y las pérdidas en la planta empacadora. Esta cosecha dirigida se basa en lotes con un alto porcentaje de fruta para exportación, identificado en la primera selección. Además, se evalúan los lotes según el indicador de exportación: al menos 85% para el primer caso, 88% para el segundo, y 91% para el tercero, asegurando un enfoque en la calidad de la producción.

#### 3.3.1 Caracterización de los Sectores de Influencia al 85%

El análisis revela que varios lotes en los fundos Cristal Valle y Duna Nova son clave para la exportación, superando el umbral del 85%. En Cristal Valle, los lotes 1, 2 y 3 tienen tasas de exportación de 95%, 89% y 96%, respectivamente. Igualmente, los lotes 7, 8 y 9 alcanzan el 88%, 95% y 91%, mientras que los lotes 16, 17 y 18 registran 99%, 89% y 97%. En Duna Nova, tres lotes no alcanzan el estándar: los lotes 2, 15 y 17, con 83%, 2% y 40%, pero los restantes superan el 93%. En el fundo El Madero, solo el lote 10 cumple con el estándar, logrando un 98%. Para más detalles, consulte la tabla N°18 y la figura N°34.

**En resumen,** el análisis independiente revela que los lotes más adecuados para una cosecha selectiva provienen principalmente del fundo Cristal Valle, que cuenta con nueve lotes. El fundo Duna Nova tiene cinco lotes, y El Madero solo uno. Entre estos lotes, dos poseen un 99% de influencia, dos un 98%, y los demás tienen porcentajes menores, pero todos superan el umbral del 85% establecido por la gerencia.

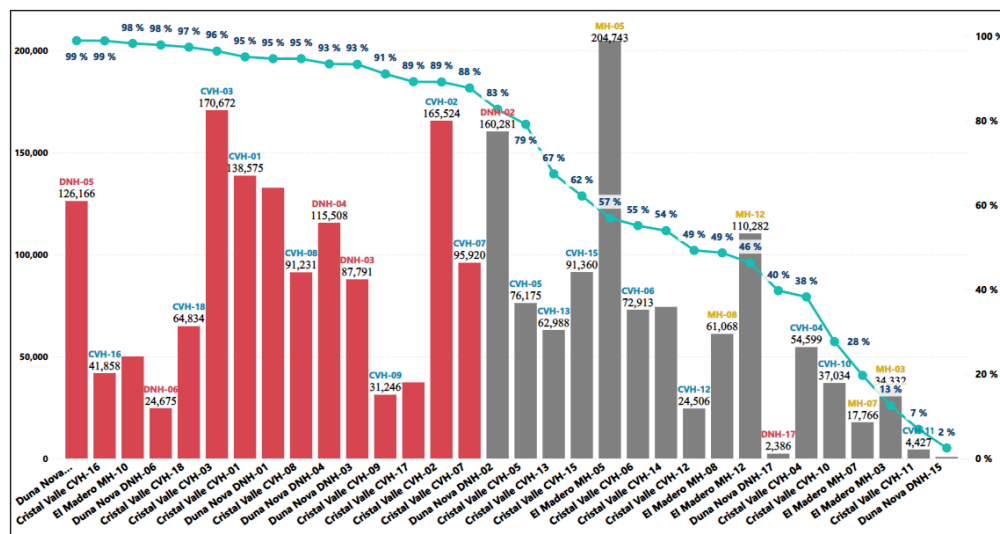


Fig. 34. Sectores de Influencia al 85%

Nota: Análisis para detectar lotes que permitan un alto porcentaje de cosecha dirigida a calibres de interés.

TABLA 18  
SECTORES DE INFLUENCIA AL 85%

Fundo Lote	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			Total		
	Total	Lotes 85%	Influencia	Total	Lotes 85%	Influencia	Total	Lotes 85%	Influencia	Total	Lotes 85%	Influencia
CVH-01	145,811	138,575	95 %							145,811	138,575	95 %
CVH-02	185,780	165,524	89 %							185,780	165,524	89 %
CVH-03	177,053	170,672	96 %							177,053	170,672	96 %
CVH-04	142,756	54,599	38 %							142,756	54,599	38 %
CVH-05	96,328	76,175	79 %							96,328	76,175	79 %
CVH-06	132,312	72,913	55 %							132,312	72,913	55 %
CVH-07	109,394	95,920	88 %							109,394	95,920	88 %
CVH-08	96,434	91,231	95 %							96,434	91,231	95 %
CVH-09	34,337	31,246	91 %							34,337	31,246	91 %
CVH-10	133,940	37,034	28 %							133,940	37,034	28 %
CVH-11	64,177	4,427	7 %							64,177	4,427	7 %
CVH-12	49,756	24,506	49 %							49,756	24,506	49 %
CVH-13	93,523	62,988	67 %							93,523	62,988	67 %
CVH-14	137,816	74,303	54 %							137,816	74,303	54 %
CVH-15	147,065	91,360	62 %							147,065	91,360	62 %
CVH-16	42,346	41,858	99 %							42,346	41,858	99 %
CVH-17	41,850	37,320	89 %							41,850	37,320	89 %
CVH-18	66,605	64,834	97 %							66,605	64,834	97 %
DNH-01				140,227	132,664	95 %				140,227	132,664	95 %
DNH-02				193,938	160,281	83 %				193,938	160,281	83 %
DNH-03				94,126	87,791	93 %				94,126	87,791	93 %
DNH-04				123,707	115,508	93 %				123,707	115,508	93 %
DNH-05				127,590	126,166	99 %				127,590	126,166	99 %
DNH-06				25,216	24,675	98 %				25,216	24,675	98 %
DNH-15				31,211	777	2 %				31,211	777	2 %
DNH-16				25,922						25,922		
DNH-17				6,008	2,386	40 %				6,008	2,386	40 %
MH-03							274,525	34,332	13 %	274,525	34,332	13 %
MH-05							359,733	204,743	57 %	359,733	204,743	57 %
MH-07							90,368	17,766	20 %	90,368	17,766	20 %
MH-08							125,466	61,068	49 %	125,466	61,068	49 %
MH-10							50,925	50,016	98 %	50,925	50,016	98 %
MH-12							238,258	110,282	46 %	238,258	110,282	46 %
<b>Total</b>	<b>1,897,285</b>	<b>1,335,486</b>	<b>70 %</b>	<b>767,947</b>	<b>650,249</b>	<b>85 %</b>	<b>1,139,277</b>	<b>478,209</b>	<b>42 %</b>	<b>3,804,508</b>	<b>2,463,944</b>	<b>65 %</b>

Nota: Solo 15 lotes cumplen con el criterio para llevar a cabo una cosecha enfocada en calibres de alto interés y rentabilidad.

## IV. DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis en términos de producción.

El sistema digital de análisis permitió desglosar de manera detallada y amplia los resultados cuantitativos de la producción de palta Hass. Se determinó que la cosecha neta fue de 4,300,295 kg, con un 88% destinado a la exportación. **Cristal Valle** lideró la producción con 2,142,457 kg, exportando el 89% de su producción, seguido por **El Madero** con 1,316,246 kg y una exportación del 87%, y finalmente **Duna Nova** con 841,592 kg netos, con 91% de exportación de su producción neta.

A pesar de estos resultados, un análisis comparativo reveló que la producción total solo alcanzó el 72% de las proyecciones previstas para ambas categorías de cosecha que se estimaron en 5,935,081 kg netos y 5,044,819 kg exportables. **Cristal Valle** logró el 84% de su meta, **El Madero** el 68%, y **Duna Nova** el 58%. El bajo rendimiento por hectárea fue la principal causa de no cumplir con las expectativas, con solo 9 de 33 lotes cumpliendo y superando sus respectivas proyecciones, incluyendo 5 lotes de **Cristal Valle**, 3 de **Duna Nova** y 1 de **El Madero**. A pesar de no cumplir con las estimaciones de producción, el sistema pudo segmentar los resultados detalladamente según el origen, identificando los lotes con niveles bajos de productividad por hectárea.

### 4.2 Análisis en términos de calidad.

El análisis de calidad de la palta Hass mediante el modelo digital, reveló que solo el 0.3% de la fruta total cosechada, equivalente a 12,271 kg, fue **desechada en el campo**, demostrando altos estándares de calidad en la producción. En la planta empacadora, se logró **exportar** el 88.72% de la fruta enviada, superando el objetivo del 85% en todos los fundos. Además, el porcentaje de **fruta descartada en la planta** fue del 7.8%, manteniéndose todos los fundos por debajo del límite del 11%. **La merma** representó un 3.48%, cumpliendo con el límite del 4% en todos los lotes, lo que subraya la eficacia de materia prima en estas operaciones.

Respecto a los calibres, se observó un incremento en los calibres grandes como el **08, 10, 12 y 14**, aunque la mayoría de la fruta exportada correspondió a los calibres **16, 18, 20 y 22**. El mes de **mayo** destacó por registrar las mayores exportaciones, beneficiado por niveles óptimos de materia seca. **Society Company** adquirió el 84.23% de la fruta exportada, mostrando un especial interés en los calibres **20 y 22**.

Finalmente, la introducción del análisis independiente de "**Sectores de Influencia**" resaltó que **Duna Nova** se distingue en niveles de influencia exportable del 85% a más, indicando su idoneidad para estrategias de cosecha selectiva y exportación. Estos resultados confirman que el sistema proporciona una identificación precisa y detallada de los indicadores de calidad y segmentación sectorial en el análisis cuantitativo de este sector.

### 4.3 Comparación con métodos tradicionales

El modelo digital utilizado para evaluar cuantitativamente la producción y calidad del cultivo de palto Hass destinado a la exportación presenta numerosas ventajas en comparación con los métodos tradicionales. Se destaca por su alta **precisión y fiabilidad** en el procesamiento de datos, fundamentado en bibliotecas analíticas del lenguaje multipropósito **Python** que emplean algoritmos avanzados para detectar y corregir anomalías como valores atípicos, desviaciones en los tipos de datos y presencia de correlación de valores nulos, entre otros. En términos de **eficiencia temporal**, este modelo digital facilita un análisis más rápido, optimizando los procesos de monitoreo y evaluación en tiempo real, lo cual contribuye al ahorro de tiempo y recursos humanos. Además, es altamente **escalable y adaptable**, capaz de operar en múltiples servidores de bases de datos como **Sql Server, Access u Oracle**, tanto en la nube como en servidores locales. Su capacidad para **integrar** y utilizar tecnologías diversas en el análisis es una de sus fortalezas. Aunque actualmente no incluye modelos predictivos avanzados como **máquinas de vectores de soporte, redes neuronales, regresión lineal o regresión logística**, el modelo proporciona una potente **capacidad analítica** que permite identificar patrones y tendencias en la producción y calidad de manera efectiva. Esta funcionalidad se complementa con **Power BI**, una herramienta de inteligencia de negocios que facilita la visualización de datos de manera intuitiva a través de interfaces gráficas interactivas, mejorando la **capacitación y el uso** del sistema por parte de los usuarios. Finalmente, el modelo resulta **económicamente rentable** gracias al uso de **Python**, un lenguaje de programación de código abierto. Aunque **Power BI** requiere una licencia, también ofrece una versión gratuita con el 95% de sus funcionalidades habituales, lo que amplía el acceso a sus capacidades analíticas sin incurrir en los costos típicos asociados con las licencias de software. Además, su **operación eficiente** solo demanda un personal capacitado para gestionar la herramienta, reduciendo significativamente los costos laborales involucrados.

### 4.4 Decisiones empresariales recomendadas

#### 4.4.1 Recomendación términos financieros

En el ámbito financiero, se recomendó mantener en la categoría de inversión todos los lotes del fundo Duna Nova, junto con los lotes 7 y 10 de El Madero y los lotes 11, 12, 16, 17 y 18 de Cristal Valle, para evitar costos con retornos de inversión muy bajos. Esta recomendación se basa en que la producción por hectárea ha sido inferior a las 10 toneladas en estos lotes. Aunque tres lotes del fundo Duna Nova superan esta cantidad por hectárea, los demás no cumplen con este criterio, lo que justifica mantener esta estrategia en conjunto. Un caso peculiar se encuentra el lote 9 del fundo Cristal Valle, el cual se recomendó devolverlo en la categoría de inversión ya que inicialmente se encontraba en la categoría de costo, esto debido

a que tiene el más bajo rendimiento por hectárea de su fundo y genera retornos financieros muy bajos, recomendación que se ve reflejado en la tabla N° 19.

#### 4.4.2 Recomendación en términos producción

En cuanto a la gestión productiva, se aconsejó priorizar la atención inmediata en los lotes 7 y 10 del fundo El Madero, así como en los lotes 9, 11, 12, 16, 17 y 18 de Cristal Valle, debido a su baja productividad por hectárea, que está por debajo de las 10 toneladas a pesar de su edad. En el caso del fundo Duna Nova no se consideran las recomendaciones debido a que estos lotes son relativamente nuevos y mantienen un régimen productivo acorde a su edad de 3 años, aun así solo se utiliza para monitorear la factibilidad de su rendimiento, información ilustrada también en la tabla N° 19.

TABLA 19  
RECOMENDACIÓN EN TÉRMINOS FINANCIEROS Y PRODUCTIVOS

Fundo Lote	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero		
	Edad	Estado Financiero	Recomendación Financiera y Productiva	Edad	Estado Financiero	Recomendación Financiera y Productiva	Edad	Estado Financiero	Recomendación Financiera y Productiva
CVH-01	5	● Costo	↑↑						
CVH-02	5	● Costo	↑↑						
CVH-03	5	● Costo	↑↑						
CVH-04	5	● Costo	↑↑						
CVH-05	5	● Costo	↑↑						
CVH-06	5	● Costo	↑↑						
CVH-07	4	● Costo	↑↑						
CVH-08	4	● Costo	↑↑						
CVH-09	4	● Costo	Retorno Financiero						
CVH-10	4	● Costo	↑↑						
CVH-11	4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión						
CVH-12	4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión						
CVH-13	5	● Costo	↑↑						
CVH-14	5	● Costo	↑↑						
CVH-15	5	● Costo	↑↑						
CVH-16	4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión						
CVH-17	4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión						
CVH-18	4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión						
DNH-01				4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión			
DNH-02				4	⊖ Inversión	↑↑			
DNH-03				4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión			
DNH-04				4	⊖ Inversión	↑↑			
DNH-05				4	⊖ Inversión	↑↑			
DNH-06				4	⊖ Inversión	Mantener en Inversión			
DNH-15				3	⊖ Inversión	Mantener en Inversión			
DNH-16				3	⊖ Inversión	Mantener en Inversión			
DNH-17				3	⊖ Inversión	Mantener en Inversión			
MH-03							5	● Costo	↑↑
MH-05							5	● Costo	↑↑
MH-07							5	⊖ Inversión	Mantener en Inversión
MH-08							6	● Costo	↑↑
MH-10							5	⊖ Inversión	Mantener en Inversión
MH-12							5	● Costo	↑↑

Nota: El sistema sugiere clasificar el lote 9 del fundo Cristal Valle como una inversión, debido a su baja producción por hectárea. Además, se recomienda considerar tres lotes del fundo Duna Nova en la categoría de costo.

#### 4.4.3 Recomendación en términos de calidad

En el contexto de la gestión de calidad, se ha recomendado la continuidad de los programas estandarizados de prácticas culturales y tratamientos fitosanitarios, tal como se detalla en la tabla N° 20. Esta recomendación se sustenta en los resultados excepcionales obtenidos en

términos de eficiencia de materia prima, tanto en el proceso de descarte en campo como en la planta empacadora, con niveles consistentemente óptimos de fruta exportada, descartada y mermada, todos estos niveles óptimos se manifiestan en la mayoría de los lotes y fundos.

TABLA 20  
RECOMENDACIÓN EN TÉRMINOS DE CALIDAD

Fundo	Cristal Valle		Duna Nova		El Madero		
	Lote	Análisis - Detección	Categoría	Análisis - Detección	Categoría	Análisis - Detección	Categoría
CVH-01	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-02	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-03	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-04	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-05	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-06	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-07	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-08	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-09	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-10	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-11	● Desnivel (1)		Descarte				
CVH-12	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-13	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-14	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-15	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-16	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-17	● Carga Balanceada	✓	✓				
CVH-18	● Carga Balanceada	✓	✓				
DNH-01		● Carga Balanceada		✓	✓		
DNH-02		● Carga Balanceada		✓	✓		
DNH-03		● Carga Balanceada		✓	✓		
DNH-04		● Carga Balanceada		✓	✓		
DNH-05		● Carga Balanceada		✓	✓		
DNH-06		● Carga Balanceada		✓	✓		
DNH-15		● Desnivel (2)		Exportación - Descarte			
DNH-16		● Carga Balanceada		✓	✓		
DNH-17		● Desnivel (2)		Exportación - Descarte			
MH-03		● Desnivel (1)				Descarte	
MH-05		● Carga Balanceada				✓	✓
MH-07		● Desnivel (2)				Exportación - Descarte	
MH-08		● Carga Balanceada				✓	✓
MH-10		● Carga Balanceada				✓	✓
MH-12		● Carga Balanceada				✓	✓

Nota: La mayoría de los lotes mantienen una carga equilibrada en la eficiencia de materia prima. Sin embargo, los lotes 11 de Cristal Valle, los lotes 15 y 17 de Duna Nova, así como los lotes 3 y 7 de El Madero, presentan cargas no compensadas en su eficiencia de materia prima.

En otro aspecto, el análisis independiente denominado "sectores de influencia" aconseja realizar cosechas selectivas enfocadas en calibres específicos. Se sugiere iniciar este proceso en quince de los 33 lotes evaluados, dado que estos lotes tienen una tasa de exportación igual o superior al 85%. De esos quince lotes, nueve corresponden al fundo Cristal Valle, cinco al fundo Duna Nova y uno al fundo El Madero. Esta recomendación se basa en la observación de que estos lotes presentan una notable capacidad para la exportación de fruta de palto Hass. Además, dentro de estos quince lotes, cinco superan el 88% en su capacidad exportable, y uno destaca con una capacidad superior al 91%, como se detalla en la tabla N°21. Esta estrategia busca optimizar la calidad y cantidad de la fruta destinada a mercados internacionales, mejorando así el rendimiento general y la rentabilidad.

TABLA 21  
RECOMENDACIÓN EN SECTORES DE INFLUENCIA

Fundo	Cristal Valle			Duna Nova			El Madero			
	Lote	Recomendación Influencia	Lotes 85%	Estado	Recomendación Influencia	Lotes 85%	Estado	Recomendación Influencia	Lotes 85%	Estado
CVH-01	🟡 Estrategia +85%	138.575	✅ (1° nivel)							
CVH-02	🟡 Estrategia +85%	165.524	✅ (1° nivel)							
CVH-03	🟡 Estrategia +85%	170.672	✅ (1° nivel)							
CVH-07	🟡 Estrategia +85%	95.920	✅ (1° nivel)							
CVH-08	🟡 Estrategia +85%	91.231	✅ (1° nivel)							
CVH-09	🟡 Estrategia +85%	31.246	✅ (1° nivel)							
CVH-16	🟡 Estrategia +85%	41.858	✅ (1° nivel)							
CVH-17	🟡 Estrategia +85%	37.320	✅ (1° nivel)							
CVH-18	🟡 Estrategia +85%	64.834	✅ (1° nivel)							
DNH-01				🟡 Estrategia +85%	132.664	✅ (1° nivel)				
DNH-03				🟡 Estrategia +85% +88%	87.791	✅ (2° nivel)				
DNH-04				🟡 Estrategia +85% +88%	115.508	✅ (2° nivel)				
DNH-05				🟡 Estrategia +85% +88%	126.166	✅ (2° nivel)				
DNH-06				🟡 Estrategia +85% +88% +91%	24.675	✅ (3° nivel)				
MH-10							🟡 Estrategia +85% +88%	50.016	✅ (2° nivel)	

Nota: Solo un lote cumple con los tres criterios de cosecha selectiva: lote 06 de Duna Nova.

#### 4.4.4 Recomendación en términos de pronóstico

En cuanto a la proyección productiva, se recomienda adoptar un enfoque integrador que contemple variables independientes más allá del simple conteo de frutos. Este enfoque sugiere considerar factores como las condiciones climáticas, el tipo de suelo, las prácticas de fertilización, el riego, los tratamientos fitosanitarios, la fenología y las labores culturales. La intención es obtener información más precisa para el pronóstico de la cosecha. Actualmente, el pronóstico presenta una desviación del 30% respecto al total estimado, como se refleja en la tabla N°22.

TABLA 22  
RECOMENDACIÓN EN ANOMALÍAS DEL PRONÓSTICO

Lote	% Cosecha	Variación de Proyección	Frutos Planta	Frutos Correctos	1° Clasificación	2° Clasificación	Diferencia de Frutos	Recomendación Conteo
CVH-01	85 %	--Debajo del limite	238	202	Normal	Normal	36	Adicionar variables
CVH-02	94 %	Conteo Correcto	229	215	Normal	Normal	13	Adicionar variables
CVH-03	71 %	--Debajo del limite	289	205	Atípico	Normal	83	Adicionar variables
CVH-04	80 %	--Debajo del limite	215	172	Normal	Normal	43	Adicionar variables
CVH-05	106 %	Conteo Correcto	106	113	Normal	Normal	-7	Adicionar variables
CVH-06	71 %	--Debajo del limite	200	142	Normal	Normal	58	Adicionar variables
CVH-07	137 %	--Encima del limite	97	132	Normal	Normal	-36	Adicionar variables
CVH-08	196 %	--Encima del limite	57	111	Normal	Normal	-54	Adicionar variables
CVH-09	180 %	--Encima del limite	21	37	Atípico	Normal	-17	Adicionar variables
CVH-10	62 %	--Debajo del limite	342	212	Atípico	Normal	131	Adicionar variables
CVH-11	85 %	--Debajo del limite	91	77	Normal	Normal	14	Adicionar variables
CVH-12	124 %	--Encima del limite	46	57	Normal	Normal	-11	Adicionar variables
CVH-13	75 %	--Debajo del limite	221	166	Normal	Normal	55	Adicionar variables
CVH-14	94 %	Conteo Correcto	204	191	Normal	Normal	12	Adicionar variables
CVH-15	93 %	Conteo Correcto	208	193	Normal	Normal	15	Adicionar variables
CVH-16	47 %	--Debajo del limite	138	65	Normal	Normal	73	Adicionar variables
CVH-17	55 %	--Debajo del limite	124	68	Normal	Normal	56	Adicionar variables
CVH-18	64 %	--Debajo del limite	103	66	Normal	Normal	37	Adicionar variables
DNH-01	60 %	--Debajo del limite	151	91	Normal	Normal	60	Adicionar variables
DNH-02	58 %	--Debajo del limite	315	183	Atípico	Normal	132	Adicionar variables
DNH-03	41 %	--Debajo del limite	216	88	Normal	Normal	127	Adicionar variables
DNH-04	59 %	--Debajo del limite	192	114	Normal	Normal	78	Adicionar variables
DNH-05	60 %	--Debajo del limite	217	131	Normal	Normal	86	Adicionar variables
DNH-06	38 %	--Debajo del limite	73	28	Normal	Atípico	45	Adicionar variables
DNH-15	341 %	--Encima del limite	9	31	Atípico	Normal	-22	Adicionar variables
DNH-16	124 %	--Encima del limite	19	24	Atípico	Atípico	-5	Adicionar variables
DNH-17	104 %	Conteo Correcto	7	7	Atípico	Atípico	0	Adicionar variables
MH-03	59 %	--Debajo del limite	206	122	Normal	Normal	84	Adicionar variables
MH-05	73 %	--Debajo del limite	219	160	Normal	Normal	59	Adicionar variables
MH-07	69 %	--Debajo del limite	72	50	Normal	Normal	22	Adicionar variables
MH-08	64 %	--Debajo del limite	210	135	Normal	Normal	75	Adicionar variables
MH-10	107 %	Conteo Correcto	46	49	Normal	Normal	-3	Adicionar variables
MH-12	68 %	--Debajo del limite	298	202	Atípico	Normal	97	Adicionar variables

Nota: La corrección de los frutos por planta al valor real modifica los valores atípicos detectados al inicio de la investigación, reduciéndolos a un total de tres.

#### 4.4.5 Recomendación en relaciones genéricas

En el contexto de las relaciones genéricas, se sugiere enfocar el análisis en siete lotes seleccionados de la muestra total evaluada, con el fin de identificar sus características distintivas. El objetivo es replicar las condiciones observadas en estos lotes en el resto de la muestra. Esta recomendación se fundamenta en el hecho de que estos siete lotes cumplen de manera integral con todos los indicadores de evaluación, que incluyen el rendimiento mínimo por hectárea, la eficiencia de materia prima tanto en planta como en campo, así como el potencial de influencia en el sector de exportación, como se detalla en la tabla N°23.

TABLA 23  
RECOMENDACIÓN EN RELACIONES GENÉRICAS

Fundo Lote	Cristal Valle				Duna Nova				El Madero			
	Estado Financiero	Producción	EMP	Sector Influyente	Estado Financiero	Producción	EMP	Sector Influyente	Estado Financiero	Producción	EMP	Sector Influyente
CVH-01	✔ Costo	✔ Eficiente	✔ Balanceado	✔ +85%								
CVH-02	✔ Costo	✔ Eficiente	✔ Balanceado	✔ +85%								
CVH-03	✔ Costo	✔ Eficiente	✔ Balanceado	✔ +85%								
CVH-04	Costo	Eficiente	Balanceado	● ●								
CVH-05	Costo	Eficiente	Balanceado	● ●								
CVH-06	Costo	Eficiente	Balanceado	● ●								
CVH-07	✔ Costo	✔ Eficiente	✔ Balanceado	✔ +85%								
CVH-08	✔ Costo	✔ Eficiente	✔ Balanceado	✔ +85%								
CVH-09	Costo	● ●	Balanceado	+85%								
CVH-10	Costo	Eficiente	Balanceado	● ●								
CVH-11	Inversión	● ●	● ●	● ●								
CVH-12	Inversión	● ●	Balanceado	● ●								
CVH-13	Costo	Eficiente	Balanceado	● ●								
CVH-14	Costo	Eficiente	Balanceado	● ●								
CVH-15	Costo	Eficiente	Balanceado	● ●								
CVH-16	Inversión	● ●	Balanceado	+85%								
CVH-17	Inversión	● ●	Balanceado	+85%								
CVH-18	Inversión	● ●	Balanceado	+85%								
DNH-01					Inversión	● ●	Balanceado	+85%				
DNH-02					Inversión	Eficiente	Balanceado	● ●				
DNH-03					Inversión	● ●	Balanceado	+85% +88%				
DNH-04					✔ Inversión	✔ Eficiente	✔ Balanceado	✔ +85% +88%				
DNH-05					✔ Inversión	✔ Eficiente	✔ Balanceado	✔ +85% +88%				
DNH-06					Inversión	● ●	Balanceado	+85% +88% +91%				
DNH-15					Inversión	● ●	● ●	● ●				
DNH-16					Inversión	● ●	Balanceado	● ●				
DNH-17					Inversión	● ●	● ●	● ●				
MH-03									Costo	Eficiente	● ●	● ●
MH-05									Costo	Eficiente	Balanceado	● ●
MH-07									Inversión	● ●	● ●	● ●
MH-08									Costo	Eficiente	Balanceado	● ●
MH-10									Inversión	● ●	Balanceado	+85% +88%
MH-12									Costo	Eficiente	Balanceado	● ●

Nota: Una tabla que relaciona todas las variables estudiadas con el objetivo de identificar los lotes que cumplen con todos los criterios establecidos.

## V. CONCLUSIONES

### 5.1 Conclusión general

Basado en la investigación realizada, el modelo digital permite y facilita una cuantificación integral, visual y automatizada de la gestión productiva y de calidad a lo largo de todo el proceso de cosecha y la subsecuente exportación. Este enfoque permite descubrir detalles que son imperceptibles, a su vez, proporciona un respaldo robusto para la toma de decisiones empresariales en todos los niveles de categorización, brindando apoyo en los ámbitos productivo, de calidad y financiero. Esto se logra gracias a que el sistema fue diseñado utilizando herramientas del campo interdisciplinario de la Ciencia de Datos, lo que le confiere una alta capacidad de gestión, adaptabilidad, interoperabilidad, flexibilidad y rapidez en la manipulación y análisis de la información, generando recomendaciones según los resultados obtenidos.

### 5.2 Conclusiones específicas

1. En el ámbito de la gestión productiva, esta metodología tecnológica ha posibilitado una medición precisa del volumen de fruta cosechada en kilogramos, ya que el modelo desarrollado realiza esta medición a nivel de hectárea por cada lote del fundo correspondiente. Este enfoque proporciona una visión holística comparativa entre los 33 lotes posicionándolos según su capacidad total de producción en relación con el área total que abarcan. Este modelo digital permite examinar detalladamente las mediciones comparativas junto con los indicadores de producción generados por la gerencia. Además, permite un análisis comparativo numérico y porcentual con las proyecciones de cosecha emitidas por el departamento de calidad, manteniendo el mismo nivel de segmentación y garantizando la confiabilidad y automatización de todo el proceso.
2. En términos de gestión de calidad, el sistema permite la segmentación de la cuantificación en eficiencia de materia prima, calibres y clientes. Esto lo logra mediante la conversión de los calibres del modelo de clasificación del cliente al modelo de clasificación utilizado por la empresa, así como la categorización de la eficiencia de la materia prima en tres niveles de proceso (exportación, descarte y merma). Todos estos aspectos se segmentan en resultados diarios correspondiente a su semana de origen, organizados según el mes de cosecha. Además, el sistema incorpora un análisis independiente denominado "Sectores de Influencia", que permite identificar los lotes con mayores porcentajes de exportación en diferentes niveles, lo que facilita una cosecha selectiva y precisa centrada en los calibres más relevantes. Esto proporciona adaptabilidad, flexibilidad y rapidez según los requisitos del análisis.

3. Finalmente, este modelo ofrece múltiples ventajas sobre los programas tradicionales. Está diseñado con características que permiten adaptabilidad y escalabilidad en diversos formatos de datos, facilitando así la expansión e integración de nuevas funcionalidades. Además, puede integrar tecnologías existentes como APIs, gestores de bases de datos y servidores, tanto en entornos en la nube como locales, gracias a la versatilidad de lenguaje Python y Power BI. Además de estas capacidades, el modelo utiliza una automatización confiable mediante líneas de código que aceleran el procesamiento de datos, aprovechando las bibliotecas y la flexibilidad del lenguaje de programación multipropósito. También ofrece capacidades visuales avanzadas e intuitivas a través de Power BI, una herramienta de inteligencia empresarial que utiliza el lenguaje M y expresiones DAX para análisis detallados de datos. Adicionalmente, es económicamente eficiente, dado que Python es de código abierto sin costos de licencia, y Power BI ofrece una versión gratuita con más del 95% de sus funcionalidades, lo que permite ahorrar recursos financieros y humanos. En conjunto, estas características hacen que el modelo sea esencial para la toma de decisiones empresariales, facilitando decisiones más precisas y en tiempo real gracias a su interfaz gráfica intuitiva.

## VI. RECOMENDACIONES

Acorde a las conclusiones obtenidas en la cuantificación de la información de cosecha en la gestión de la producción y de calidad, sugerimos las siguientes recomendaciones:

- 1. Ampliar el modelo a otros cultivos y áreas:** Considerando la eficacia demostrada en la evaluación de la producción y calidad del palto Hass, se recomienda adaptar y aplicar este modelo a otros cultivos de exportación con el objetivo de proporcionar beneficios similares en términos de automatización y precisión en diversas áreas agrícolas.
- 2. Desarrollo de funciones predictivas avanzadas:** Ampliar las capacidades del modelo para incluir análisis predictivos que anticipen rendimientos futuros y posibles problemas en la producción, incluyendo el uso de algoritmos de machine learning y redes neuronales para predecir patrones de crecimiento y calidad de la fruta.
- 3. Crear un departamento de proyección:** Crear un departamento exclusivo para las proyecciones agrícolas, recomendación enfocada en establecer un respaldo para las decisiones mediante la integración de múltiples variables independientes. Esto abarca la realización de pronósticos de cosecha, cálculo de la lámina de riego, planificación de fertilización, aplicación de tratamientos agrícolas y consideración de factores climáticos, entre otros aspectos relevantes del mismo campo.
- 4. Capacitación en análisis y ciencia de datos:** Invertir en la formación del personal en ciencia de datos y en el uso de herramientas de informática y estadística como Python, R y Power BI para lograr una mejor comprensión y uso del modelo, así como la capacidad de personalizar y expandir sus funcionalidades según las necesidades específicas de la empresa.
- 5. Implementar un sistema de alerta temprana avanzada:** Desarrollar e integrar un sistema de alerta temprana basado en los datos del modelo para identificar rápidamente cualquier desviación de las proyecciones esperadas para permitir tomar acciones correctivas de manera oportuna y mitigar posibles problemas antes de que afecten significativamente la producción o la calidad.
- 6. Colaboración con unidades de Investigación y Universidades:** Colaborar con instituciones académicas y de investigación para validar y mejorar continuamente el modelo con la finalidad de proporcionar acceso a nuevos métodos y tecnologías, así como a conocimientos especializados que pueden potenciar aún más la eficiencia y precisión del modelo.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. El Perú es el país con la Inseguridad Alimentaria más alta de Suramérica, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/peru/noticias/detail-events/es/c/1603081/>
- [2] Agro Perú: Informa. Gobierno aprobó la Política Nacional Agraria al 2030, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://www.agroperu.pe/gobierno-aprobo-la-politica-nacional-agraria-al-2030/>
- [3] Asociación de Gremios Productores Agrarios del Perú agap. El Sector Agro en el Perú, 2020. [En línea] Disponible: <https://agapperu.org/wp-content/uploads/2020/07/agap-sectoragroperuano24jun2020-update.pdf>
- [4] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. Tecnologías Digitales en la Agricultura y las Zonas Rurales. Roma, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/digital-agriculture/es/>
- [5] B. Candelaria, O. Ruiz, F. Gallardo y *et al.*, "Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión," *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 14, no. 3, pp. 999-1010, 2011. [En línea]. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-04622011000300004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-04622011000300004&lng=es&tlng=es).
- [6] Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL, el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO, "Perspectivas de la Agricultura y el Desarrollo Rural en las Américas una Mirada hacia América Latina y el Caribe 2021-2022", San José, Costa Rica, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/ec3e9a9f-593e-4c55-85a3-b5eefbeca839/content>
- [7] M. A. Marqués. "Modelos predictivos de producción agroindustrial con Machine Learning a partir de información pública". Trabajo de fin de Máster, Máster en Transformación Digital del Sector Agroalimentario y Forestal (DIGITAL-AGRI), Universidad de Córdoba, España, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://helvia.uco.es/handle/10396/22527>
- [8] J. D. Garzón Camero, "Diseño de un modelo predictivo de la oferta de aguacate Hass en el municipio de Herveo Tolima", Trabajo de fin de grado, Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad Santo Tomas de Aquino, Tolima, Colombia, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/35564/2021JuanGarzon.pdf?sequence=1>
- [9] C. A. Lozano Vásquez y J. E. Suaterna Cabrera, "Análítica de datos para el rendimiento en los cultivos de aguacate Hass en Colombia", trabajo de fin de máster, Departamento de Administración de Empresas, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, D.C, Colombia, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/6cb96693-9f32-49e2-a9f9-69935b46aeb7/content>
- [10] S. A. Lara Vizuite, "Aplicación de Técnicas de Machine Learning como método de validación para predecir la efectividad de un modelo estadístico de series de tiempo en la producción de fruta fresca en las diferentes provincias del Ecuador, trabajo de fin de máster, Departamento de Ciencias Matemáticas y Física, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2022. [En Línea]. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/63075/1/bmat-mis%2002-2022-ing.%20civil%20-%20lara%20vizuetete%20silvia%20alexandra.pdf>

- [11] E. I. Bermeo Vargas y D. A. Zorrilla Pascual, “Desarrollo de un sistema automático de selección de paltas Hass por sus índices de calidad para la empresa Agroindustrias Verde flor SAC.”, Trabajo de fin de grado, Departamento de Ingeniería Mecatrónica, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, 2019. [En Línea]. Disponible en: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/629958/Bermeo\\_VE.pdf?sequence=3](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/629958/Bermeo_VE.pdf?sequence=3)
- [12] D. C. Chambilla Chávez, “Implementación de sistemas de información geográfica para el manejo integrado de la mosca de la fruta en Senasa”, Trabajo de fin de grado, Departamento de Ingeniería Empresarial y Sistemas, Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c3ef6b7e-8842-48b1-8a4e-5eaf627bed2d/content>
- [13] E. A. Mendoza Chávez, “Implementación de herramientas Python en el proceso de producción de cultivos agrícolas del fundo San Juan de Buenavista”, Trabajo de fin de grado, Departamento de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú, 2021. [En Línea]. Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59522/Mendoza\\_VEA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/59522/Mendoza_VEA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [14] M. C. Mescua Salhuana, “El Big Data Analytics y la Competitividad Empresarial Peruana”, Trabajo de fin de máster, Escuela de Posgrado, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú, 2020. [En Línea]. Disponible en: [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3941/NEG-T030\\_09412555\\_D%20%20MESCUA%20SALHUANA%20MOISES%20CARLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3941/NEG-T030_09412555_D%20%20MESCUA%20SALHUANA%20MOISES%20CARLOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- [15] V. P. Pineda, “Uso de las TIC’s y su impacto en los procesos logísticos de empresas agroexportadoras de espárragos Lima-Ica, 2016-2018”, Trabajo de fin de grado, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/handle/20.500.12805/1117>
- [16] R. G. Echeverría. “Innovación para sistemas agroalimentarios sostenibles, saludables e inclusivos y sociedades rurales de América Latina y el Caribe: Marco de acción 2021-2025”, en FAO, Chile, 2021. [En Línea]. Disponible en: <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1414181/>
- [17] M. A. Marqués. “Modelos predictivos de producción agroindustrial con Machine Learning a partir de información pública”. Trabajo de fin de Máster, Máster en Transformación Digital del Sector Agroalimentario y Forestal (DIGITAL-AGRI), Universidad de Córdoba, España, 2020. [En Línea]. Disponible en: <https://helvia.uco.es/handle/10396/22527>
- [18] X. M. Méndez-Gutiérrez, Y. M. Valiente-Saldana, J. E. Mantilla-Sevillano, y Y. G. Gonzales-Rentería, “Transformación digital y su impacto en la gestión empresarial de empresas consultoras de talento humano,” Koinonía, vol. 8, supl. 1, pp. 705-717, 2023. [En línea]. Disponible en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2542-30882023000300705&lng=es&nrm=iso](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-30882023000300705&lng=es&nrm=iso).
- [19] Rubén G. Echevarría. “Gasto en inversión agrícola como porcentaje del PBI agrícola por país del 2012 al 2016” [En Línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/figure/Agricultural-research-spending-as-share-of-AgGDP-by-country-2012-2016\\_fig1\\_381995753](https://www.researchgate.net/figure/Agricultural-research-spending-as-share-of-AgGDP-by-country-2012-2016_fig1_381995753).

## VIII. ANEXOS

### Anexo – 1: Matriz de Consistencia Interna

Tesis: “Modelo de solución digital para la evaluación cuantitativa de la producción y calidad del cultivo de exportación de palto (*Persea americana* var. *Hass*), para la toma de decisiones empresariales”

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>
<p><b><u>PROBLEMA PRINCIPAL:</u></b> ¿Cómo se puede desarrollar un modelo de solución digital para evaluar de manera cuantitativa la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación?</p>	<p><b><u>OBJETIVO GENERAL:</u></b> Desarrollar un modelo de solución digital para evaluar de manera cuantitativa la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación.</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS GENERAL:</u></b> El modelo de solución digital permitirá una evaluación cuantitativa precisa de la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación, lo que facilitará la toma de decisiones empresariales</p>	<p><b><u>De la Hip. General:</u></b> <b>V. Ind.:</b> Desarrollo de un modelo de solución digital <b>V. Dep.:</b> Evaluación de la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación</p>
<p><b><u>PROBLEMA ESPECIFICO N°1:</u></b> ¿Cómo diseñar y desarrollar un modelo de solución digital que permita evaluar la producción del cultivo de palto Hass durante un período determinado?</p>	<p><b><u>OBJETIVO ESPECIFICO N°1:</u></b> Diseñar y desarrollar un modelo de solución digital para evaluar la producción del cultivo de palto Hass.</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS ESPECIFICA N°1:</u></b> La utilización de un modelo de solución digital permitirá optimizar la medición precisa de la cantidad de palto Hass producido.</p>	<p><b><u>De la Hip. Esp. N°1:</u></b> <b>V. Ind.:</b> Utilización de modelo de solución digital <b>V. Dep.:</b> Evaluación de la Producción del cultivo de palto Hass de exportación</p>
<p><b><u>PROBLEMA ESPECIFICO N°2:</u></b> ¿Cómo diseñar y desarrollar un modelo de solución digital que permita evaluar la calidad del cultivo de palto Hass durante un período determinado?</p>	<p><b><u>OBJETIVO ESPECIFICO N°2:</u></b> Diseñar y desarrollar un modelo de solución digital para evaluar la calidad del cultivo de palto Hass.</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS ESPECIFICA N°2:</u></b> La utilización de un modelo de solución digital permitirá una evaluación precisa de la calidad del palto Hass.</p>	<p><b><u>De la Hip. Esp. N°2:</u></b> <b>V. Ind.:</b> Utilización de modelo de solución digital <b>V. Dep.:</b> Evaluación de la calidad del cultivo de palto Hass de exportación</p>
<p><b><u>PROBLEMA ESPECIFICO N°3:</u></b> ¿Cómo se compara la eficacia del modelo de solución digital con los métodos tradicionales de evaluación de la producción y calidad del cultivo de palto Hass?</p>	<p><b><u>OBJETIVO ESPECIFICO N°3:</u></b> Validar el modelo de solución digital mediante pruebas y comparaciones con métodos tradicionales de evaluación de la producción y calidad del cultivo de palto Hass.</p>	<p><b><u>HIPÓTESIS ESPECIFICA N°3:</u></b> El modelo de solución digital será comparable o superior a los métodos tradicionales de evaluación en términos de precisión y eficiencia de la producción y calidad del cultivo de palto Hass.</p>	<p><b><u>De la Hip. Esp. N°3:</u></b> <b>V. Ind.:</b> Validación del modelo de solución digital <b>V. Dep.:</b> Evaluación en términos de precisión y eficiencia de la producción y calidad del cultivo de palto Hass mediante métodos tradicionales.</p>

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Anexo – 2: Matriz de Consistencia

INDICADORES	INDICES	METODO
<p><b><u>INDICADORES DE LA V. IND. DE LA HIP. ESPEC. N°1:</u></b> - Solución digital, Python y Power BI</p>	Tablas y figuras	<p><b><u>POBLACIÓN:</u></b> Fundo Agrícola ubicado en Nasca y el agro empacadora ubicada en la ciudad de Ica.</p> <p><b><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u></b> Es una investigación aplicada porque el propósito fundamental es desarrollar un modelo de solución digital para evaluar la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación.</p> <p><b><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</u></b> Inv. Descriptiva, porque identifica, recopilar y analiza los indicadores clave para evaluar la producción y calidad del cultivo de palto Hass.</p> <p>Inv. Explicativa, porque se comprobará las hipótesis causales del problema al desarrollar el modelo de solución digital que permita una evaluación cuantitativa precisa de la producción y calidad del cultivo de palto Hass de exportación, facilitando la toma de decisiones empresariales</p> <p><b><u>DISEÑO ESPECIFICO:</u></b> Es de causa-efecto. Estudio ex - post factum. Método inductivo – deductivo, análisis y síntesis para las variables.</p> <p><b><u>INSTRUMENTO:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Técnicas de recolección de datos.</li> <li>- Técnicas de análisis de datos.</li> <li>- Series, estadísticas.</li> <li>- Solución digital, programación en Python y Power BI</li> </ul>
<p><b><u>INDICADORES DE LA V. IND. DE LA HIP. ESPEC. N°2:</u></b> - Solución digital, Python y Power BI</p>	Tablas y figuras	
<p><b><u>INDICADORES DE LA V. IND. DE LA HIP. ESPEC. N°3:</u></b> - Estado de situación y Resultados (activo, pasivo, patrimonio, ingresos y egresos).</p>	Tablas y figuras	
<p><b><u>INDICADORES DE LA V. DEP. DE LA HIP. ESPEC. N°1:</u></b> - Rendimiento del cultivo de palto Hass (en toneladas por hectárea, lote y fundo)</p>	Tn/ha.	
<p><b><u>INDICADORES DE LA V. DEP. DE LA HIP. ESPEC. N°2:</u></b> - Calidad del cultivo de palto Hass (evaluada mediante parámetros como tamaño, peso y apariencia).</p>	Calibre, tamaño, apariencia	
<p><b><u>INDICADORES DE LA V. DEP. DE LA HIP. ESPEC. N°3:</u></b> - Eficiencia en la toma de decisiones empresariales (medida por la rapidez y precisión en la toma de decisiones relacionadas con la producción y exportación de palto Hass).</p>	Rapidez y precisión en la toma de decisiones	