



Desafíos y Oportunidades Futuras en la Agroalimentación 4.0

MÓDULO 11

Proyecto apoyado por



Ricardo Luna



Desafíos y oportunidades futuras en la Agroalimentación 4.0



cii.conchaytoro.com

VIÑA CONCHA Y TORO
— FAMILY OF WINERIES —

 CENTRO DE
INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN

Sobre mi ...

- Ingeniero Químico, M.eng., PhD.
- Líder de I+D+i en ingeniería
- + 5 años de experiencia en I+D+i

¿ Como llegué a trabajar en transformación digital e industria 4.0?

¿Cual es mi experiencia en transformación digital en la agroindustria?





Industria Vitivinícola Inteligente

Impulsando la transformación digital y la industria 4.0

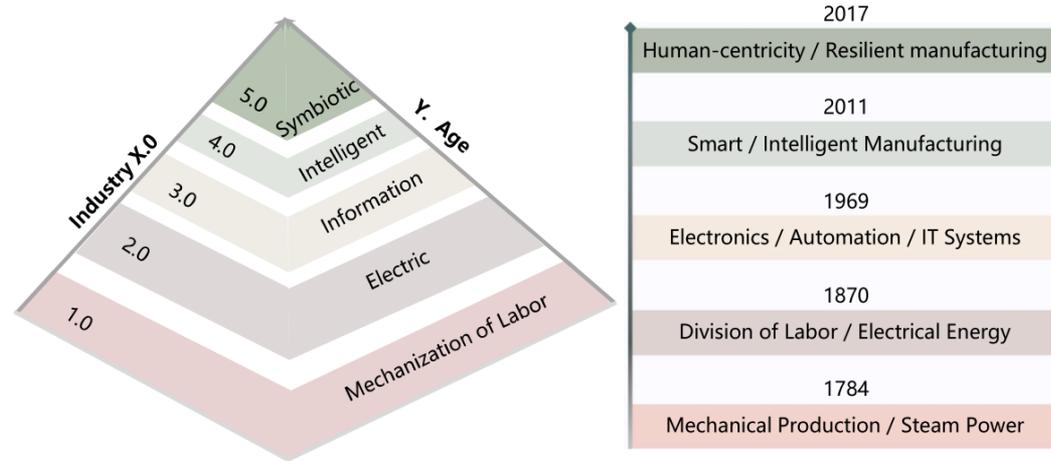
Conectar el mundo físico con el mundo digital es el gran desafío que se abre paso en una industria con profundas raíces en la historia y nuestra cultura.





Evolución industrial

Industria 5.0 es una evolución futura diseñada que combina la creatividad y subjetividad de los humanos trabajando junto con máquinas eficientes, inteligentes (IA) y precisas



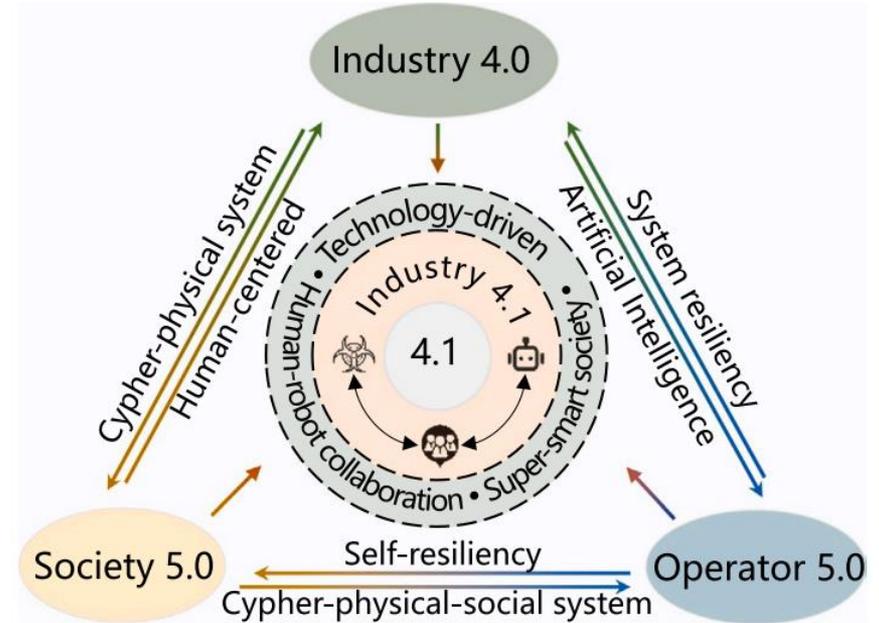
Fuente imagen: Leng et al. 2022



Estamos en un periodo de transición hacia la industria 5.0

Evolución hacia la industria 5.0

- Industria 4.0: sienta las bases técnicas
- Sociedad 5.0: centra las necesidades en la sociedad
- Operador 5.0: énfasis en el aspecto humano





Evolución de la sociedad

Hacia la sociedad 5.0



“A través del alto grado de integración entre el ciberespacio y el espacio físico, será posible equilibrar el avance económico con la resolución de problemas sociales al proporcionar bienes y servicios que aborden de manera detallada diversas necesidades latentes, independientemente de la ubicación, edad, género o idioma”

Kravets et al. 2022

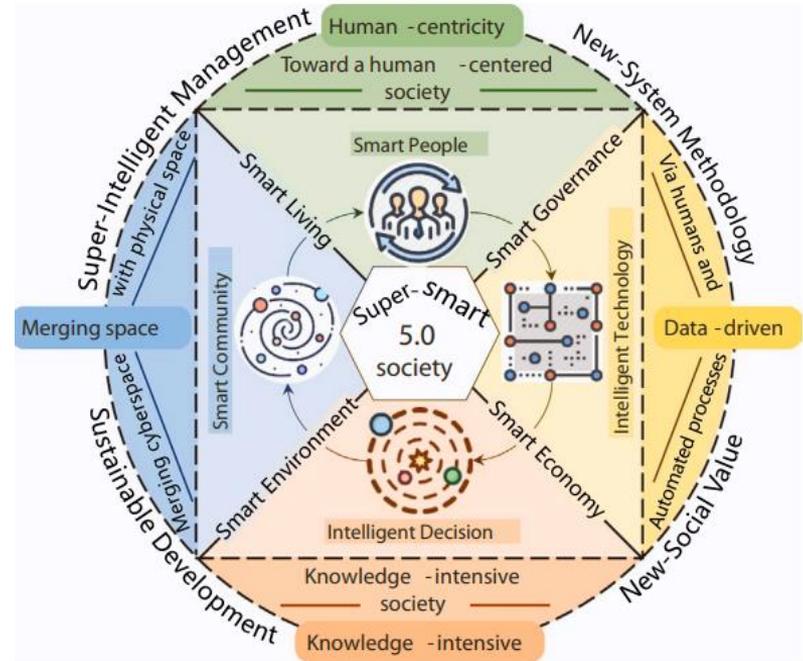
<https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-030-95112-2>



Sociedad 5.0

Se caracteriza por 4 conceptos

- Centrada en el ser humano
- Fusión del ciberespacio con el espacio físico
- Sociedad intensiva en conocimiento
- Impulsada por datos





Tecnologías habilitadoras de la industria 5.0

Capacidades de simulación

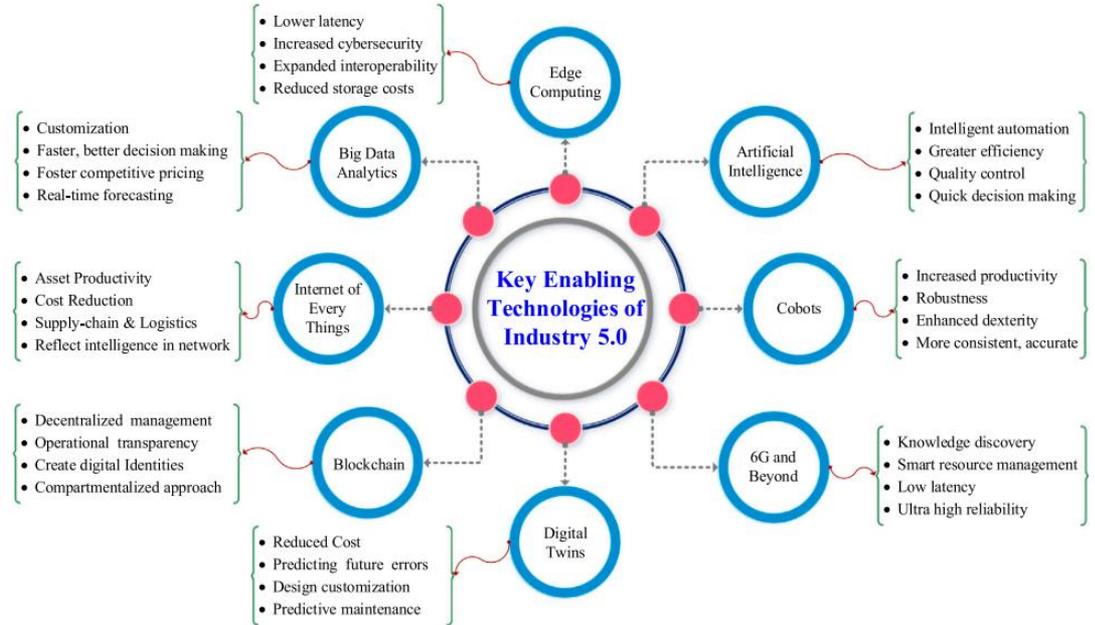
- Simulación avanzada – FEM, PDE
- Cyber-Physical systems
- Digital Twins
- Metaverso

Cobots



Necesidades sociales

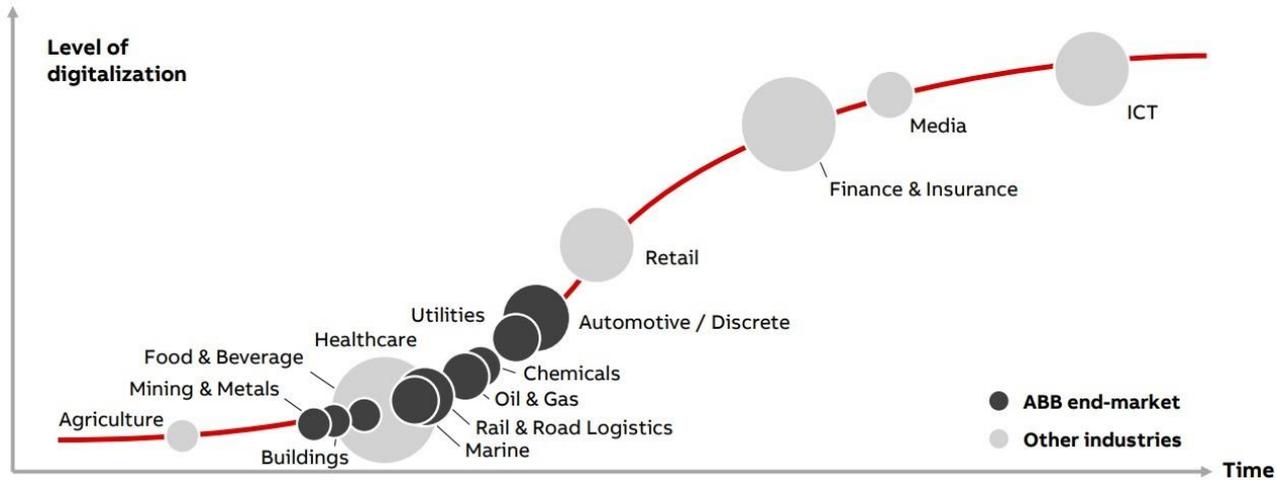
- Prevención y valorización de residuos
- Producción agrícola sustentable
- Manufactura aditiva (materiales inteligentes)





¿Dónde se encuentra la industria agroindustria?

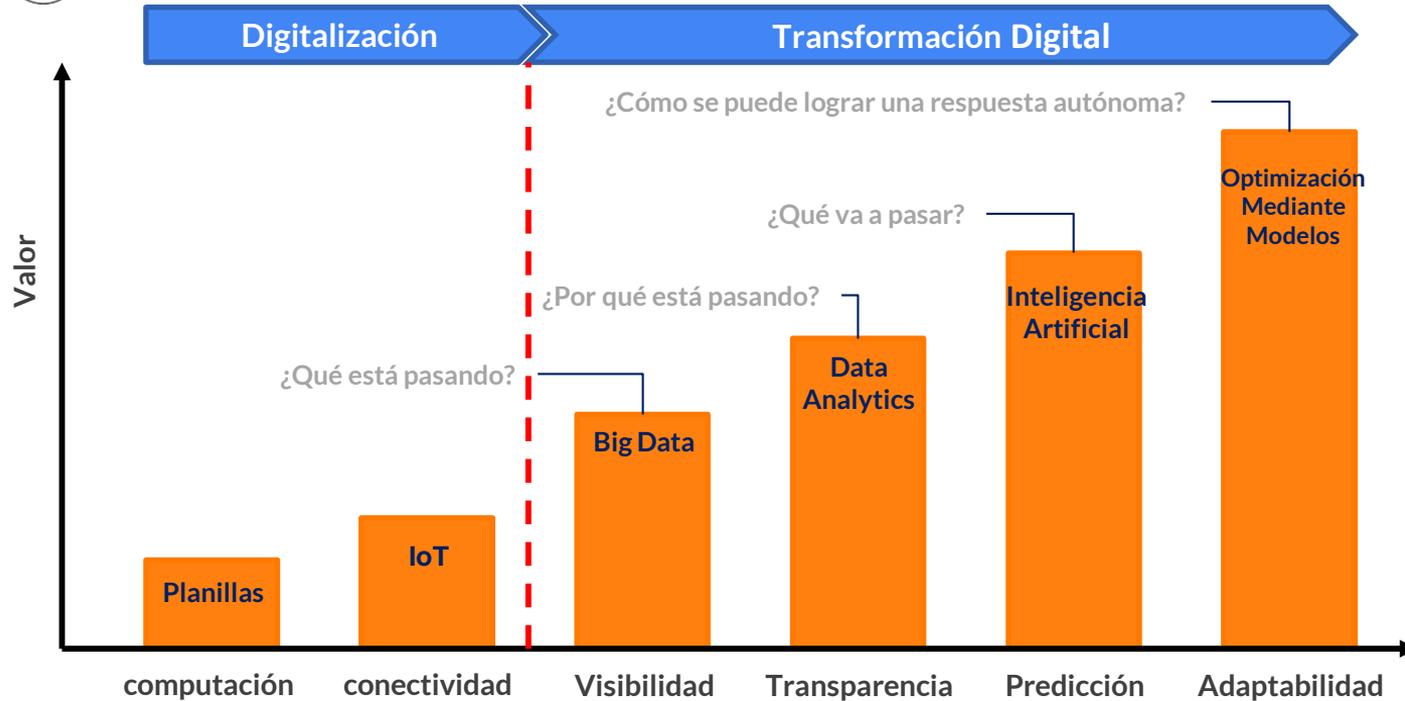
La agroindustria se encuentra en una fase de latencia con alta proyección de crecimiento



Fuente imagen: ABB



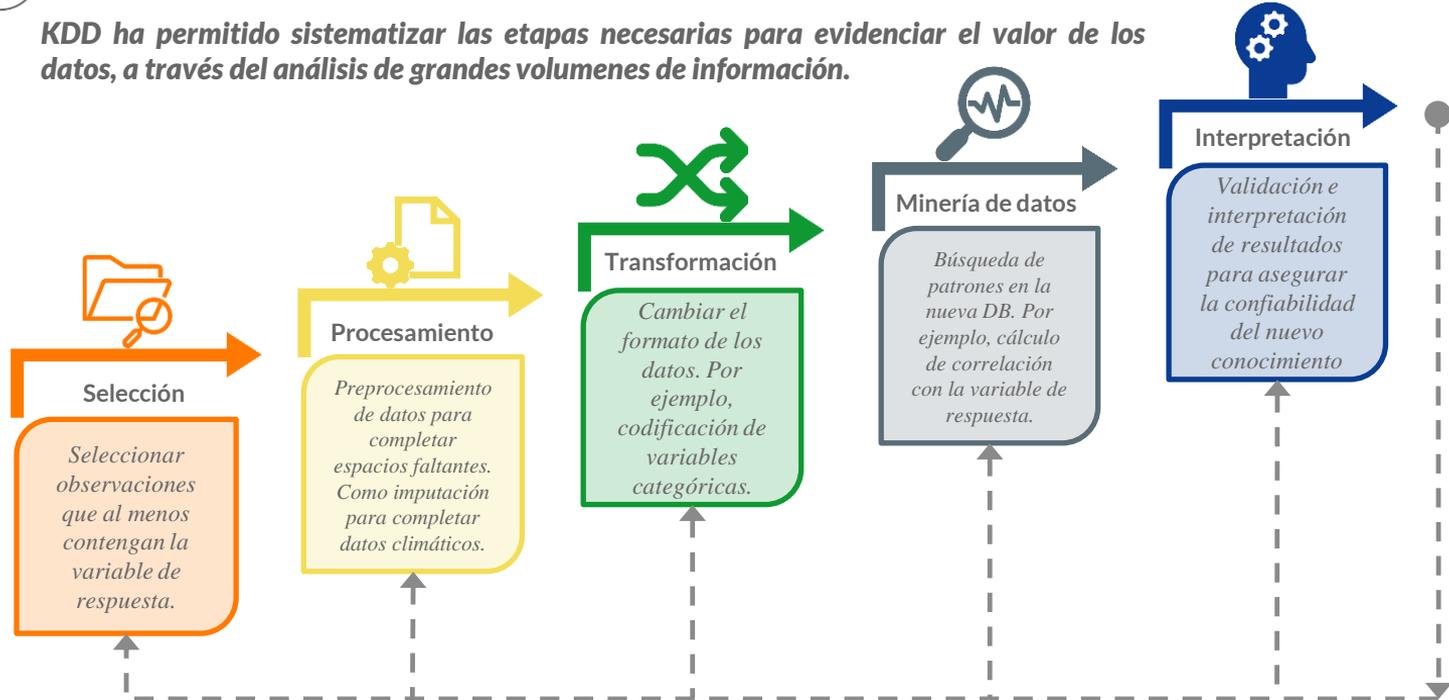
La transformación digital es un proceso





Metodología KDD (Knowledge Discovery in Databases) para machine learning

KDD ha permitido sistematizar las etapas necesarias para evidenciar el valor de los datos, a través del análisis de grandes volúmenes de información.





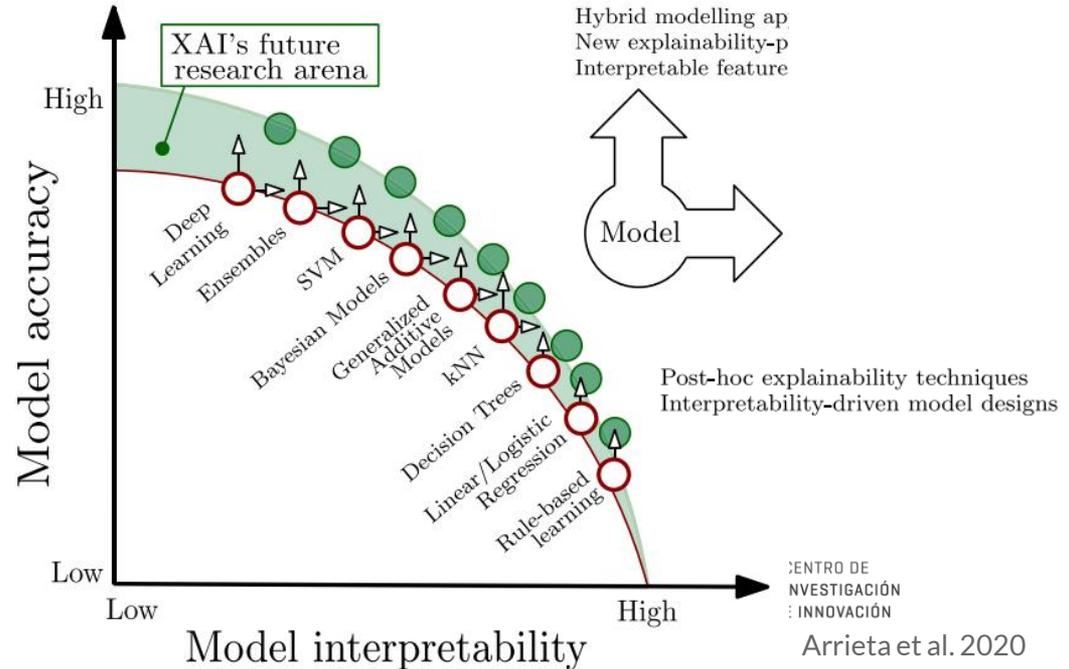
Viticultura de Precisión

Pronóstico de volumen de cosecha mediante Inteligencia Artificial Explicable

Necesidades

- Transparencia y comprensión
- Confianza y Aceptación
- Cumplimiento normativo y ético

trade-off entre la interpretabilidad y el poder predictivo de los algoritmos





ETAPA 1: Selección de variables

¿Es posible predecir el rendimiento de cosecha de un viñedo a partir de información histórica?

Se realizó una selección de variables a partir de 3 fuentes de información directamente relacionadas con el volumen de cosecha:

- **Características del cultivo:** el volumen de cosecha obtenido por cada unidad productiva de un viñedo (cuartel) está directamente relacionado con la variedad de la uva, la aptitud y el sistema de conducción.
- **Datos climáticos:** el desarrollo y el crecimiento de la vid se ve afectado por variables ambientales como la temperatura, la humedad, el viento y en ocasiones incluso hasta las precipitaciones.
- **Índices de vegetación:** a partir de imágenes multiespectrales se pueden calcular diferentes indicadores relacionados con el contenido de clorofila, la salud de las plantas y el contenido de agua.

Frecuencia:
5 DÍAS

Valores:
**Máximo, mínimo
y promedio**

**13 índices de
vegetación**

**5
temporadas**

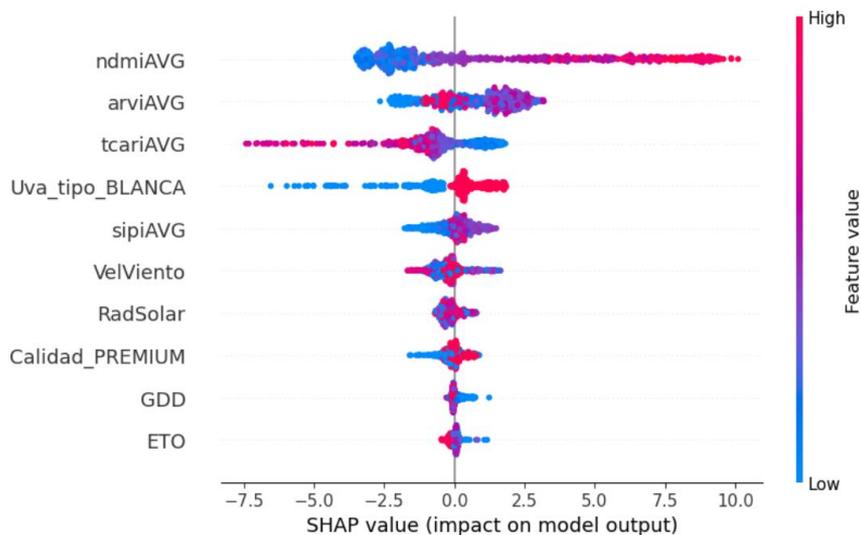




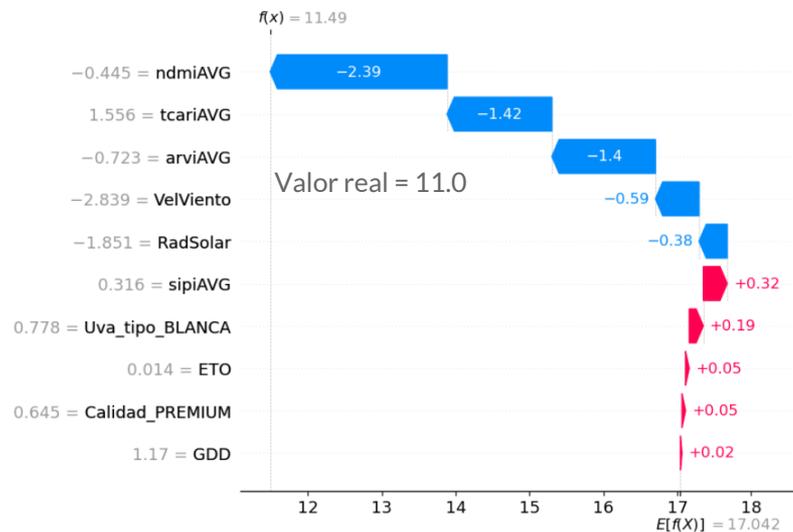
Interpretación pronóstico de cosecha

Inteligencia artificial explicable para una mayor adopción y comprensión de los resultados

Interpretabilidad global Valle Limarí



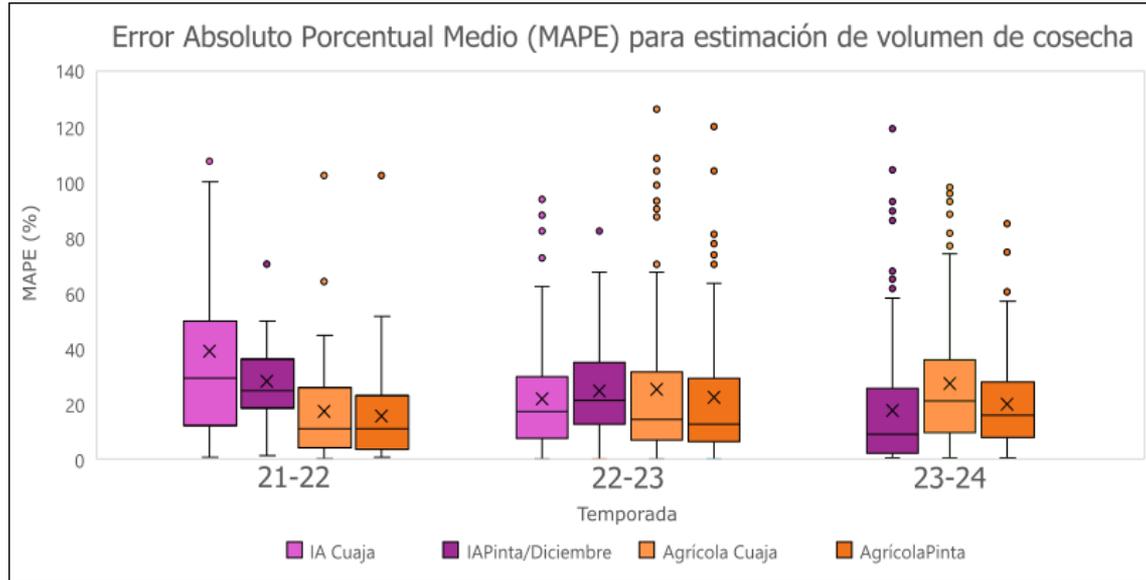
Interpretabilidad local: Fundo Quebrada Seca C3





Viticultura de Precisión

Disminución del error del pronóstico de cosecha mediante IA



	2021-2022				2022-2023				2023-2024		
	IA Cuaja	IA Pinta	Proy Cuaja	Proy Pinta	IA Cuaja	IA Pinta	Proy Cuaja	Proy Pinta	IA Diciembre	Proy Cuaja	Proy Pinta
Error Promedio	38.56	28.28	16.90	15.28	21.69	24.31	25.09	22.15	17.19	26.63	19.22
Desviación Estandar	47.27	19.74	18.20	17.22	18.36	16.72	33.80	26.85	22.59	23.23	14.59



Inteligencia artificial explicable para quien?

¿Puede un trabajador agrícola interpretar todos estos resultados?

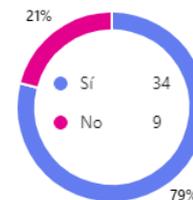
¿Conoce y/o utiliza los índices de vegetación?



Evaluación conocimiento y uso de índices de vegetación en agricultura de precisión

Resultados encuesta: 43 respuestas

¿Conoces qué son los índices de vegetación utilizados en la agricultura de precisión?



Seleccione la opción que describa mejor su experiencia con los siguientes índices de vegetación:

NDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada)

GNDVI (Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada Verde)

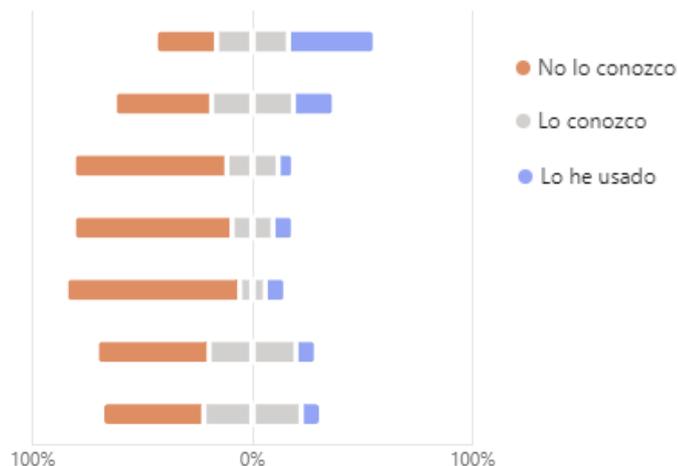
ARVI (Índice de Vegetación Resistente a la Atmósfera)

MSAVI (Índice de Vegetación Ajustado al Suelo Modificado)

SIPI (Índice de Pigmentación Insensible a la estructura)

NDMI (Índice de Humedad de Diferencia Normalizada)

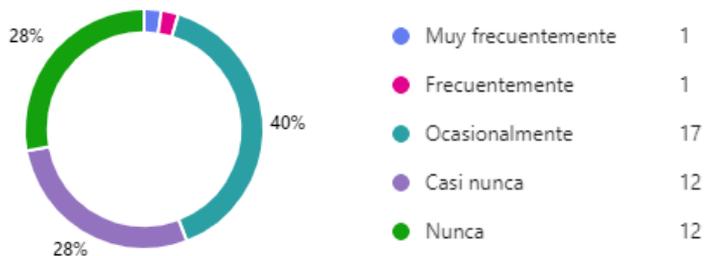
MSI (Índice de Estrés Hídrico)



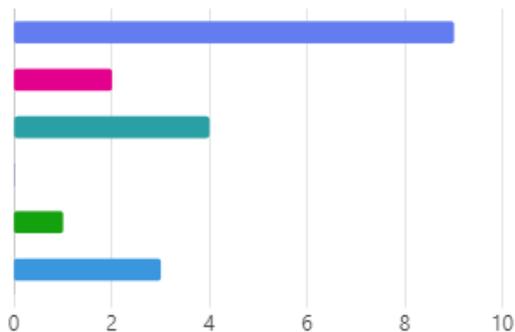
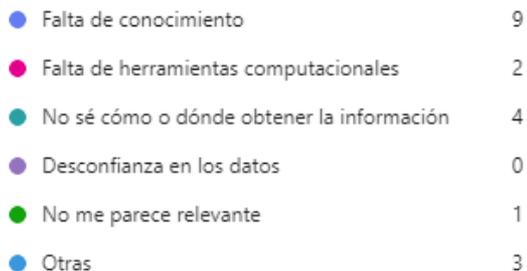


Usabilidad de los índices de vegetación

¿Con qué frecuencia utilizas los índices de vegetación en tus actividades laborales?



Si la respuesta anterior fue **Nunca**, por favor indique una o más razones por las que aún no los ha utilizado en su trabajo:





Viticultura de precisión

Plataforma digital agrícola SmartAgro

Permite acceder a la información de forma georreferenciada de los fundos, cuarteles, casetas, bombas y sectores de riego.

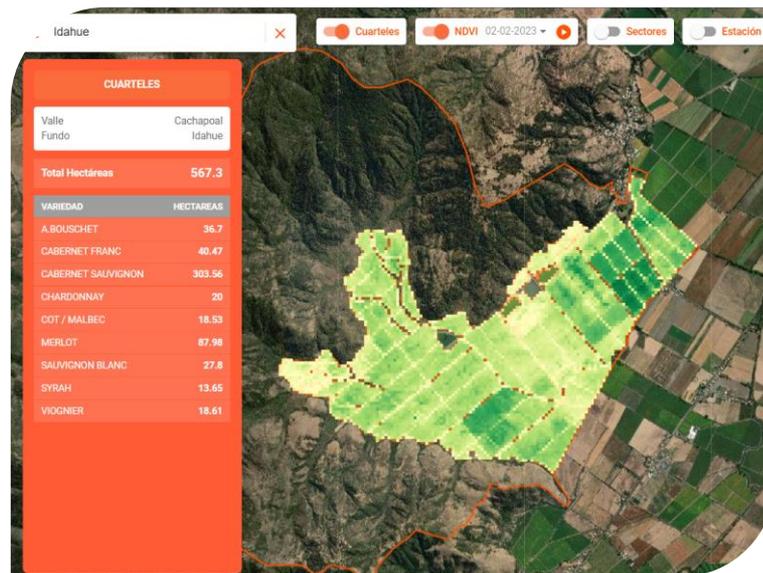
- Conectada a estaciones meteorológicas METEOVID e INIA
- Consume y procesa imágenes satelitales Sentinel-2

Contiene dos soluciones basadas en I+D:

- Modelos de IA para la estimación de volumen de cosecha.
- Predicciones en el periodo fenológico de cuaja y pinta.
- Recomendaciones de riego basadas en la evapotranspiración

Piloto 2022-23 en 2000 ha de viñedos propios de la compañía.

VIÑA CONCHA Y TORO
— FAMILY OF WINERIES —





Bienvenido a
SmartAgro

[→ Iniciar sesión](#)

VIÑA CONCHA Y TORO
— FAMILY OF WINERIES —



CENTRO DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN



Enología de precisión

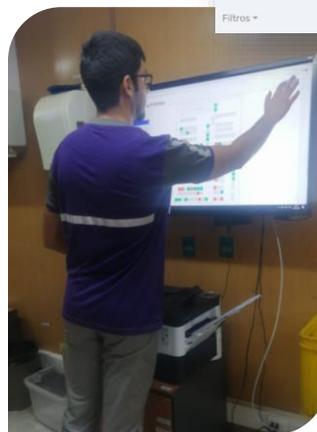
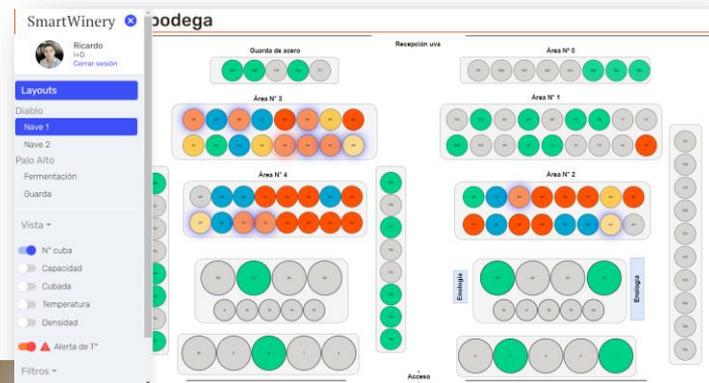
Plataforma digital de enología - SmartWinery

Sistema que entrega diferentes fuentes de información en la elaboración de vinos

- Sensores de temperatura, densidad y remontajes
- Información química de uvas y vinos
- Insumos enológicos

Contiene dos soluciones de IA basadas en I+D:

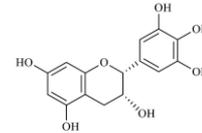
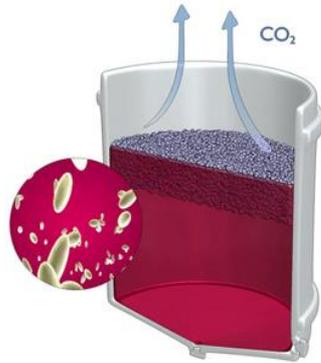
- Simulador de vinificación
- Índice de calidad



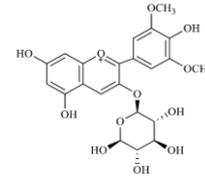


Fermentación de vinos tintos o maceración fermentativa

Coexisten dos procesos: la fermentación y la extracción de compuestos fenólicos



Taninos



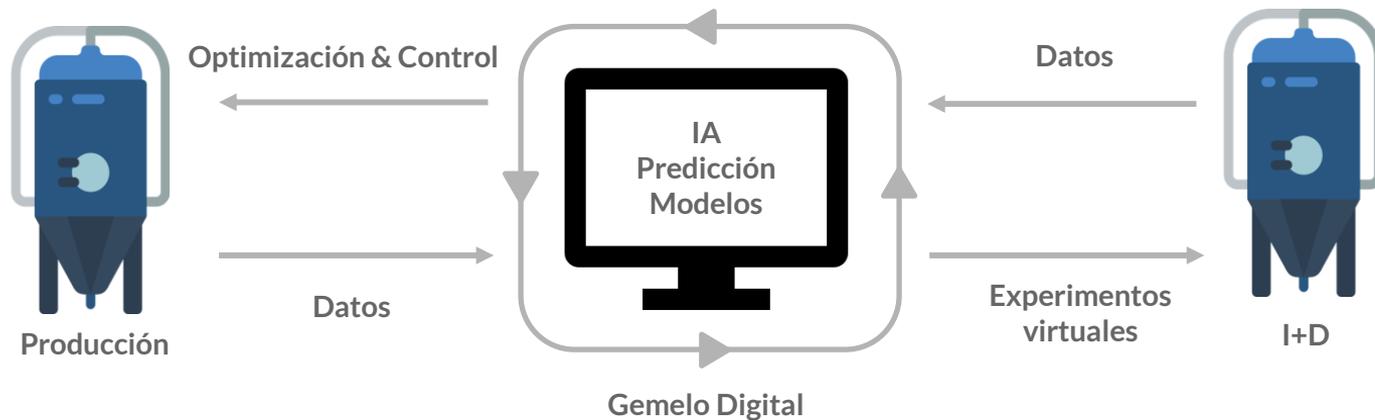
Antocianinas





Gemelos digitales de procesos

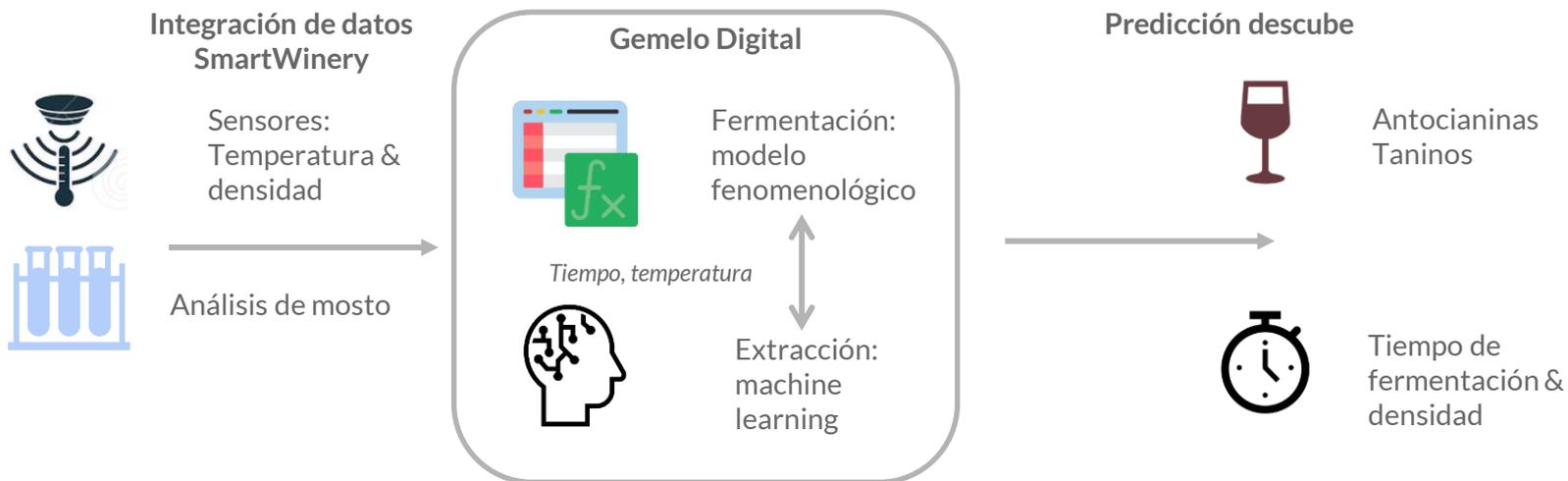
Representación digital equivalente al proceso real conectadas entre sí





Simulador de fermentación de vinos tintos Cabernet Sauvignon

Modelo híbrido que representa los procesos de fermentación y maceración de forma simultanea

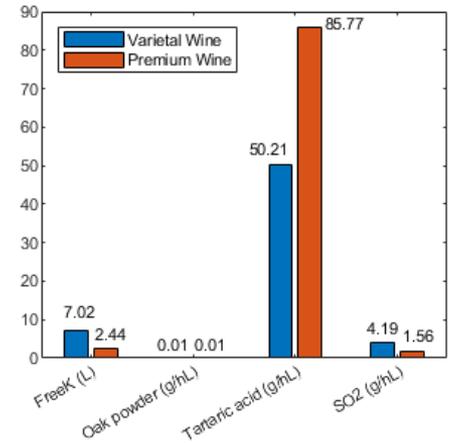
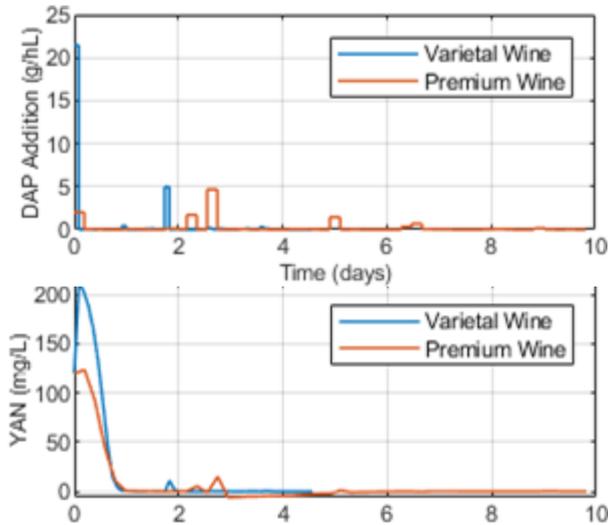
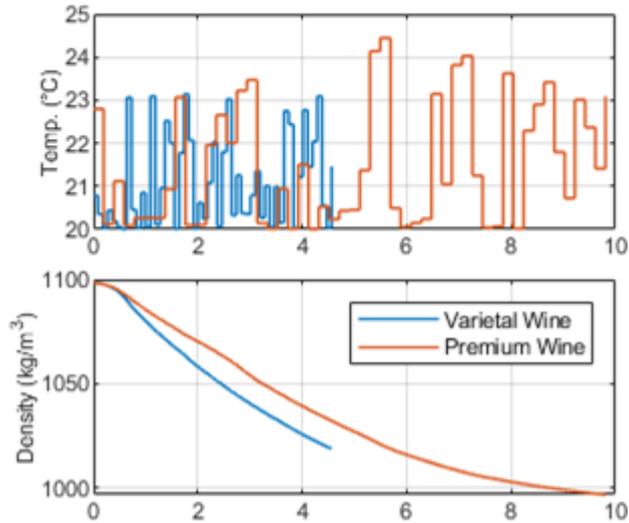




Condiciones de fermentación basados en modelos

Trayectorias de temperatura, adiciones de FDA y otros insumos enológicos

Generación de recetas de vinificación: predicción y optimización de composición fenólica y tiempo de fermentación

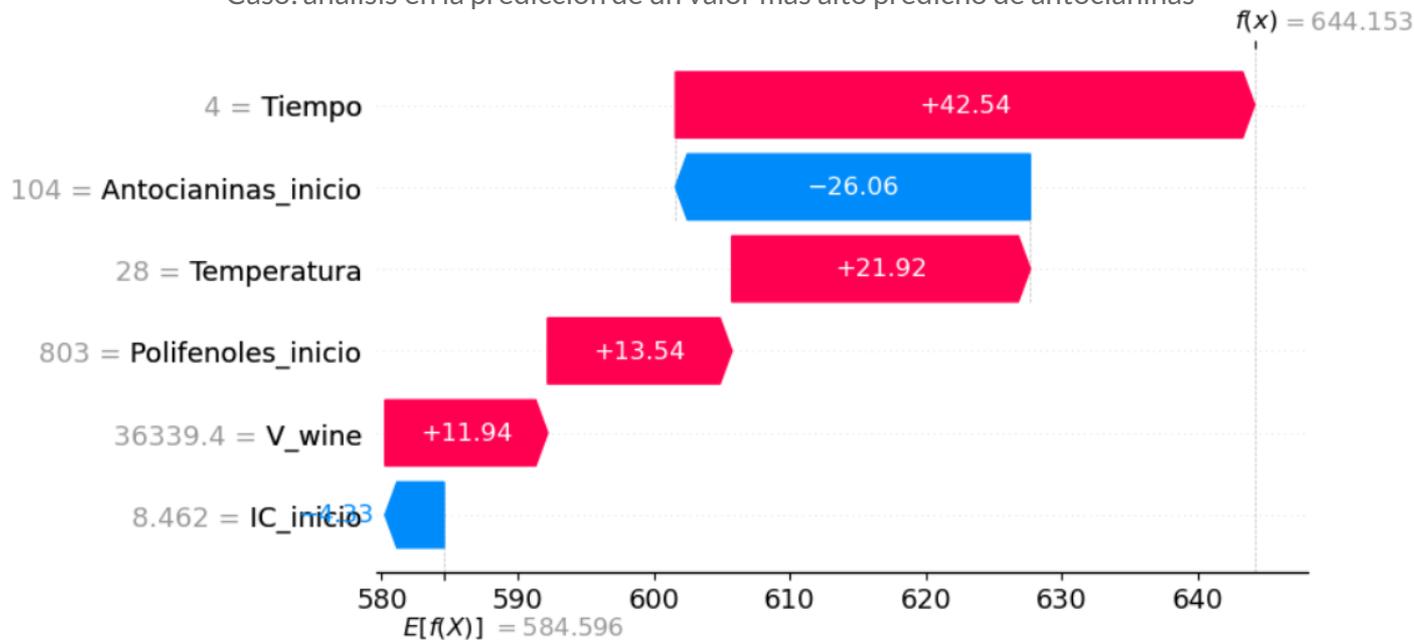




Modelo de extracción mediante machine learning

Interpretabilidad local mediante Shapley values

Caso: análisis en la predicción de un valor más alto predicho de antocianinas

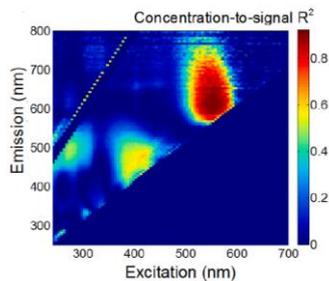




SmartWinery

Índice de calidad – una solución de I+D para la predicción

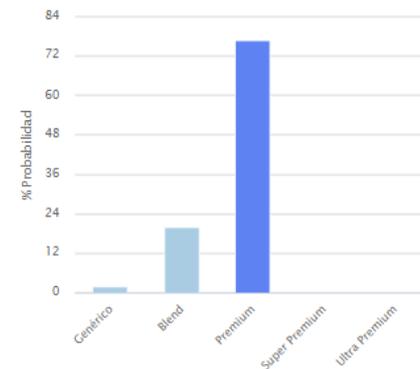
Modelos utilizando algoritmos de machine learning para predecir la calidad del vino



INDICE DE CALIDAD UVA

Clasificación de uva en romana

Aptitud de la uva



Bienvenidos

SmartWinery



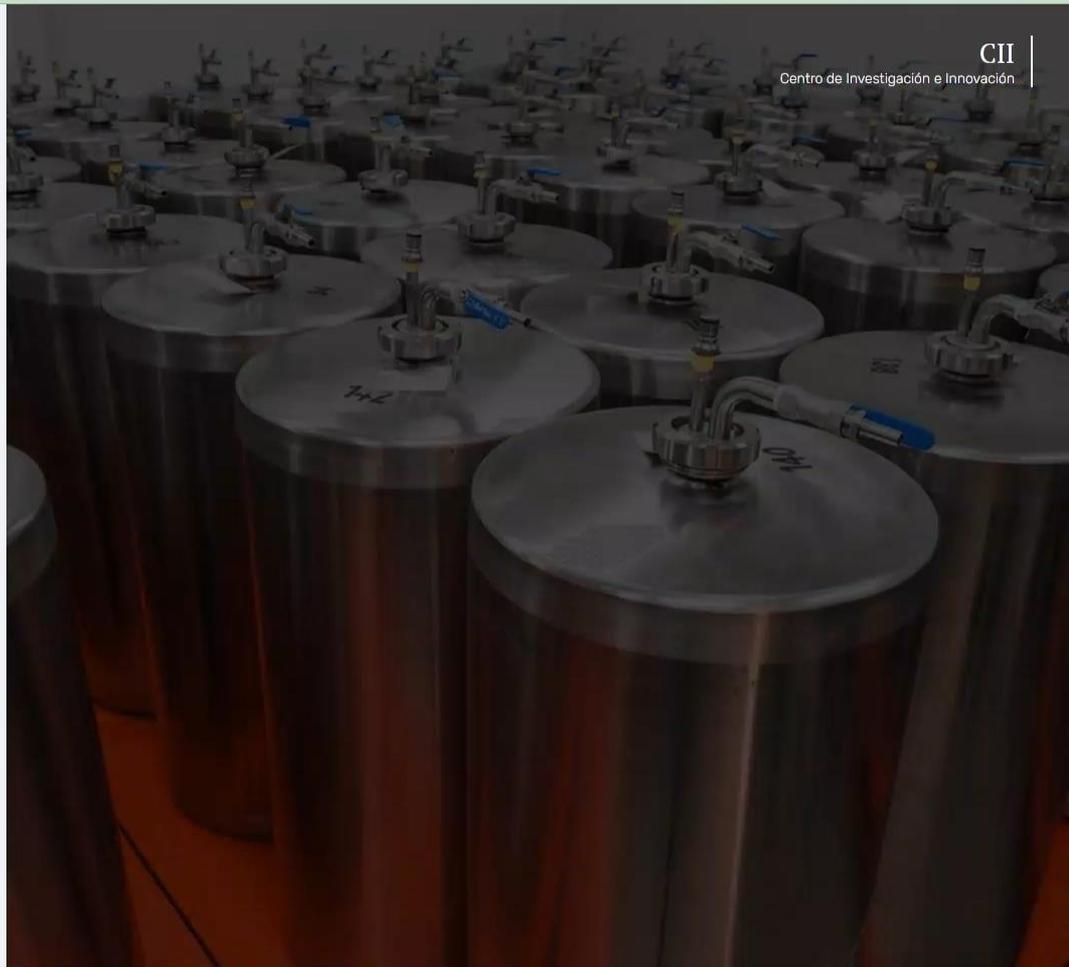
Ingresar con Microsoft



Ingresar con Gmail

Cerrar sesiones

VIÑA CONCHA Y TORO
— FAMILY OF WINERIES —



CII

Centro de Investigación e Innovación



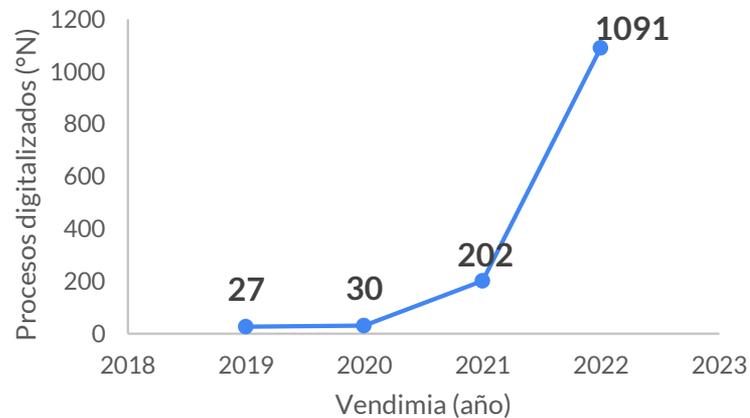
Medir la transferencia tecnológica

Se ha requerido hacer muchos pilotos ...

Transferencia tecnológica SmartAgro



Transferencia tecnológica SmartWinery



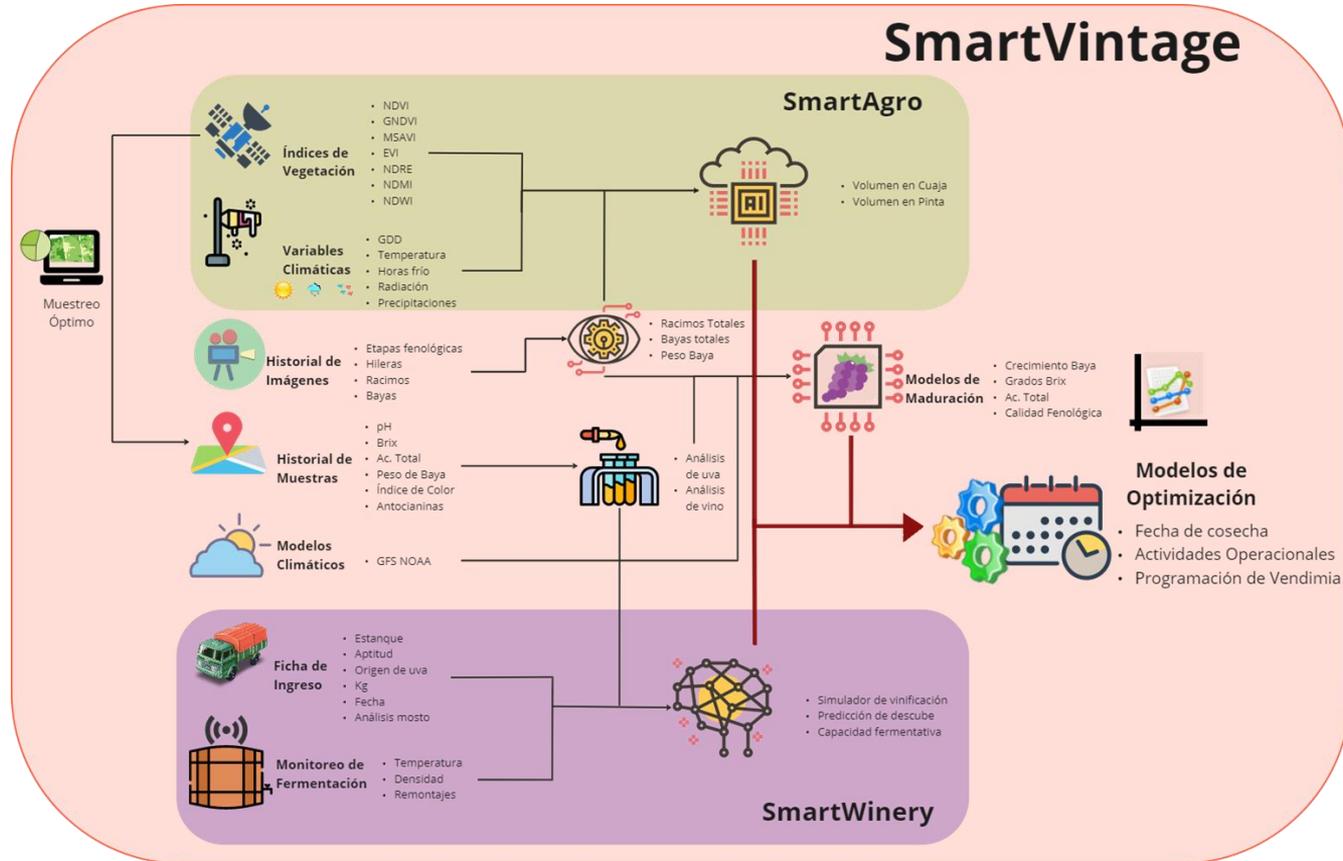


Aprendizajes

- El trabajo colaborativo e interdisciplinario es clave para avanzar más rápido.
- El hacer pilotos para hacer una evaluación técnico-económica es clave para disminuir riesgos.
- Gestión del cambio: se requiere crear un ambiente de exploración donde el error no sea “castigado”.
- Identificar agentes del cambio; reconocer, medir y premiar fomenta la competitividad.
- Se requiere hacer mesas de trabajo para evaluar desde el inicio un posible caso de negocio.
- Hacer participar a los usuarios desde el inicio: escucha activa, talleres de co-creación.
- Tener un balance entre funcionalidades tecnológicas disruptivas y funcionalidades básicas mejora la adopción.
- Tener visión y un plan estructurado por etapas.



Visión de Vendimia 5.0



Desafíos y oportunidades futuras en la Agroalimentación 4.0



cii.conchaytoro.com

VIÑA CONCHA Y TORO
— FAMILY OF WINERIES —

 CENTRO DE
INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN



Taller grupal

Ejercicio 1

- Discusión en grupo: 3 desafíos en la adopción de la industria 4.0
- Discusión en grupo: 3 oportunidades actuales para adoptar y convencer de la industria 4.0

*Dividir los desafíos en cultura, automatización y digitalización

Ejercicio 2

- Discusión en grupo: proponer tecnologías habilitadoras
- Discusión en grupo: beneficios cualitativos, cuantitativos, costos de implementación