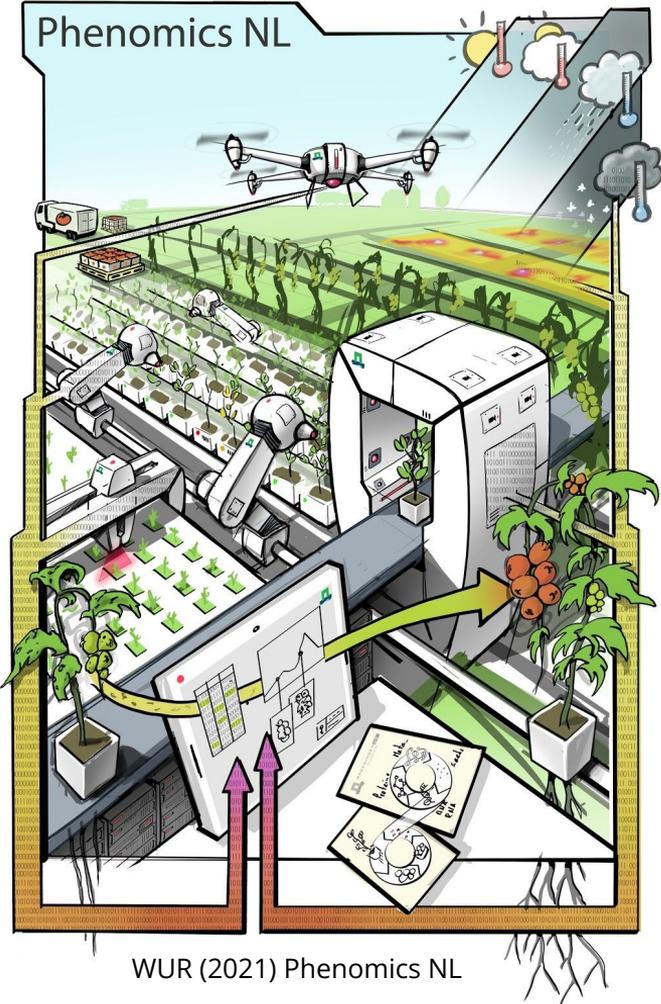


Phenomics NL



WUR (2021) Phenomics NL



# Deep Learning: Bases y herramientas para el fenotipado de alto rendimiento

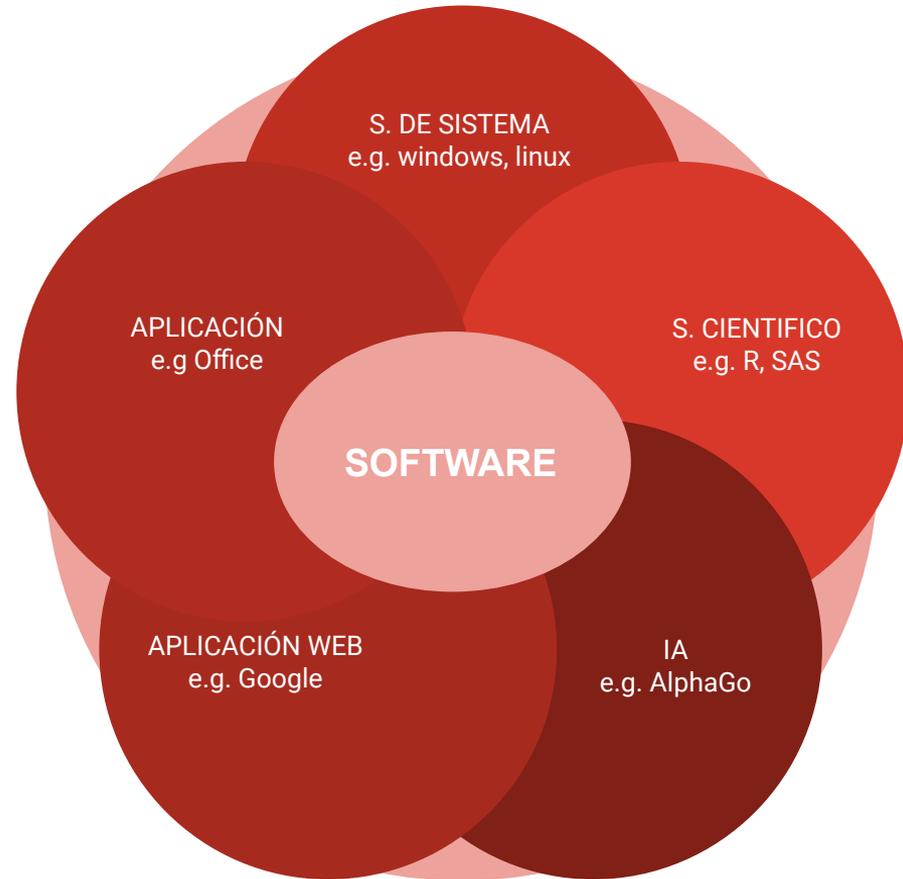
**Flavio Lozano Isla**  
Ing. Agr. MSc.  
Plant breeder

 [flozano@lamolina.edu.pe](mailto:flozano@lamolina.edu.pe)

 [lozanoisla.com](http://lozanoisla.com)

# ¿Qué es un software?

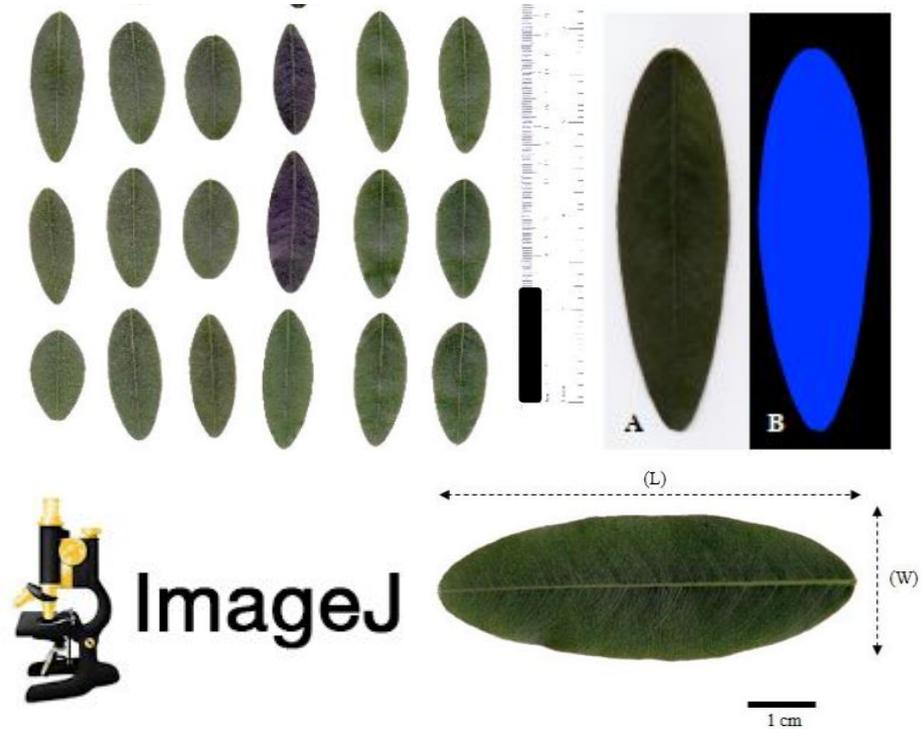
- Conjunto de programas, instrucciones y reglas para ejecutar ciertas tareas en una computadora u ordenador (RAE, 2021)
  - Español: programas o aplicaciones informáticas
- Los programas y otra información operativa utilizada por una computadora (Oxford Languages, 2021)



Stackoverflow (2021)

# Uso de software en plantas

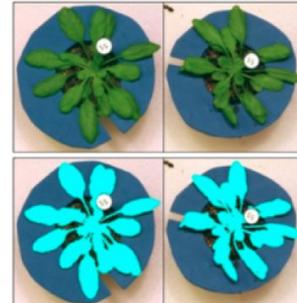
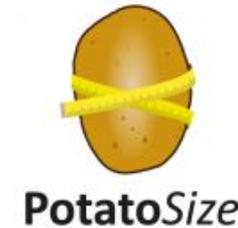
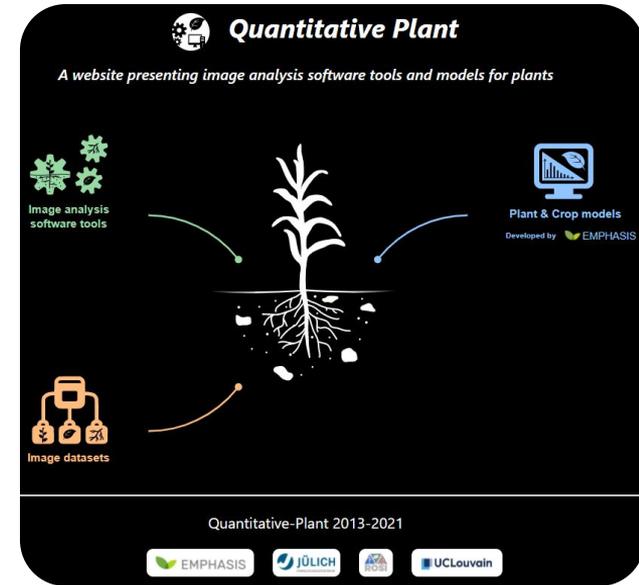
- Evaluación cuantitativa
- Uso de software en plantas:
  - Daño de plagas/enfermedades
  - Conteo de estructuras
    - Células, semillas
  - Evaluación de cobertura/follaje
  - Extracción de dimensiones
- Mayoría de métodos se realizan de forma manual
  - Escala individual



Zárate-Salazar *et al.* (2018)

# Uso de software en plantas: repositorio

- Desarrollo de diferentes algoritmos para la evaluación de parámetros en plantas
  - Parámetros de las raíces
  - Cobertura de plantas
  - Dimensiones de frutos
- En diferentes lenguajes de programación y tipos de licencias
- Proyecto: Quantitative Plant



[quantitative-plants.org](http://quantitative-plants.org)

# Fenómica

- Con la finalidad de incrementar los rendimientos y productividad
  - Implementación de modelos con variables fenotípicas
  - Diferentes escalas de evaluación
- Fenómica = Fenotipado + Genética
  - Requiera mucha información para asociación genética
- Métodos tradicionales son complejos de implementar



Reynolds *et al.* (2020)

# Germinación de semillas

**Problema:** Las semillas de *Striga* son pequeñas y su conteo requiere de mucho trabajo manual

**Enfoque:** Uso de visión de computadora con un modelo Faster R-CNN para la detección de semillas germinadas

**Resultados:** Precision de 96.62% con una velocidad de análisis de 100 a 3000 veces mayor comparado al análisis manual

Software | [Open Access](#) | Published: 01 May 2020

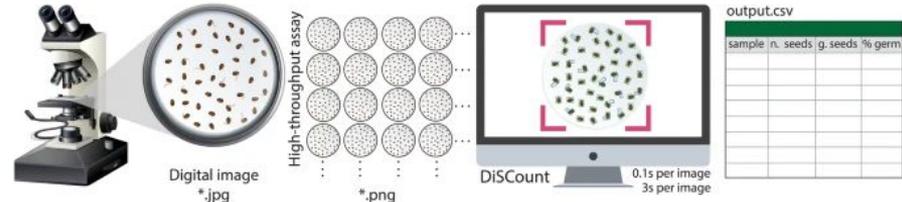
## DiSCount: computer vision for automated quantification of *Striga* seed germination

[Raul Masteling](#) ✉ [Lodewijk Voorhoeve](#) [Joris IJsselmuiden](#) [Francisco Dini-Andreote](#) [Wietse de Boer](#) & [Jos M. Raaijmakers](#) ✉

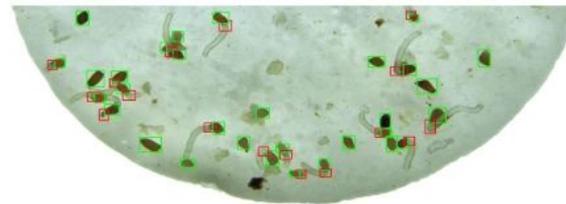
[Plant Methods](#) 16, Article number: 60 (2020) | [Cite this article](#)

1504 Accesses | 3 Citations | 9 Altmetric | [Metrics](#)

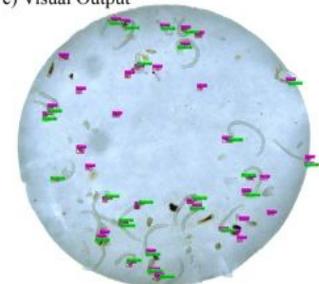
### a Software Workflow



### b Image Annotation



### c) Visual Output



# DeepCob: análisis de mazorcas de maíz

**Problema:** Imágenes almacenadas bajo distintas condiciones para extraer parámetros en 19'867 mazorcas contenidas en 3'449 imágenes

**Enfoque:** Comparación de 3 modelos usando Mask R-CNN para extracción de parámetros de mazorca

**Resultados:** Extracción de diferentes características como longitud, diámetros, color con una alta precisión ( $R = 0.99$ )



Plant Methods

[Home](#) [About](#) [Articles](#) [Submission Guidelines](#)

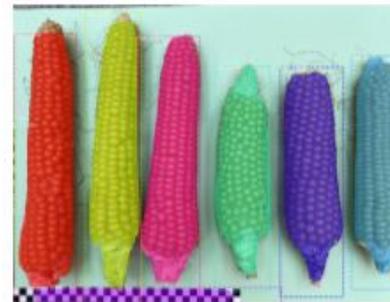
Methodology | [Open Access](#) | [Published: 21 August 2021](#)

## DeepCob: precise and high-throughput analysis of maize cob geometry using deep learning with an application in genebank phenomics

[Lydia Kienbaum](#), [Miguel Correa Abondano](#), [Raul Blas](#) & [Karl Schmid](#)

[Plant Methods](#) **17**, Article number: 91 (2021) | [Cite this article](#)

**1590** Accesses | **7** Altmetric | [Metrics](#)

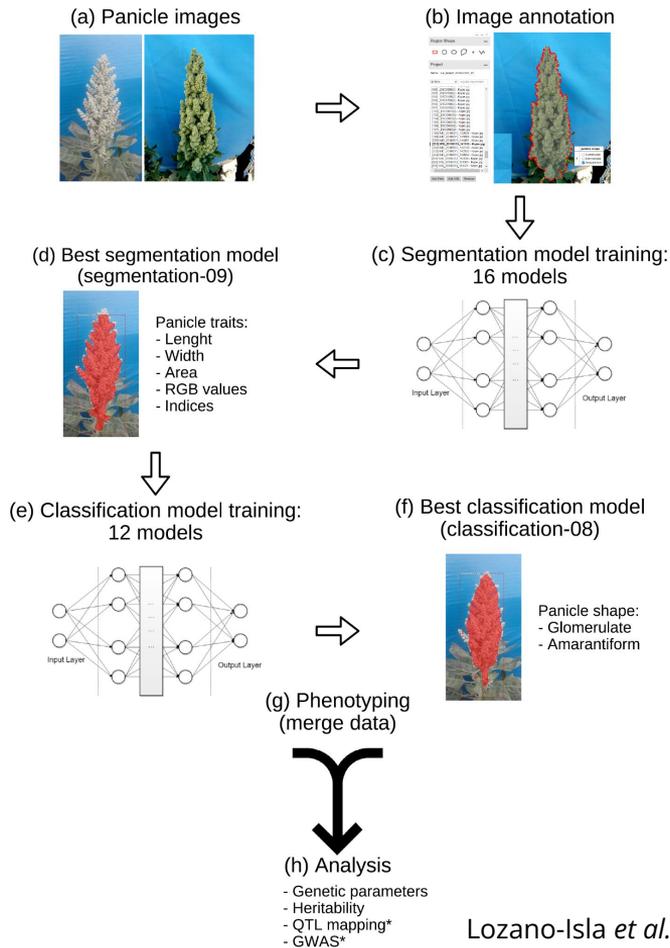


# Análisis de imágenes de panojas de quinua

**Problema:** Fenotipado rápido de panículas de quinua para detección de parámetros para su uso en estudios de asociación genómica

**Enfoque:** Uso de 16/12 modelos para segmentación y clasificación respectivamente

**Resultados:** Modelo para la segmentación y clasificación de panojas. Extracción de los parámetros genéticos-cuantitativos

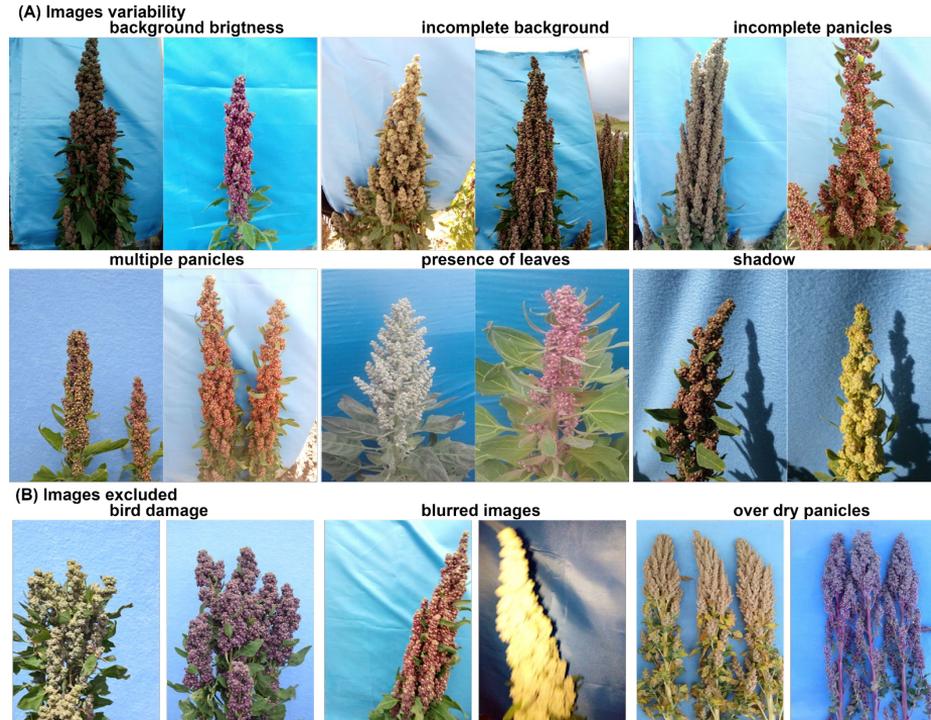


# Materiales y Métodos

## Experimentos y selección de imágenes

Season	Genotypes	Generation	Location	Exp. design	Photographic device	Resolution
2016-2017	1200	F6	Camacani, Puno	RCBD	Nikon D5101	9MP
2017-2018	600	F7	Illpa, Puno	Lattice 10x10	ZTE Blade A610	8MP
2018-2019	25	F8	Camacani, Puno	Lattice 5x5	Samsung SM-T285M	3.7MP
2018-2019	25	F8	Illpa, Puno	Lattice 5x5	Samsung SM-T285M	3.7MP

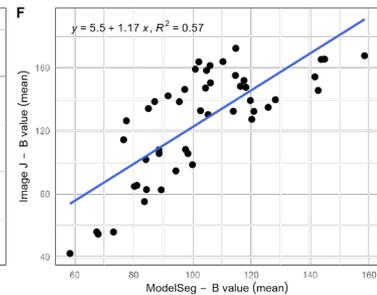
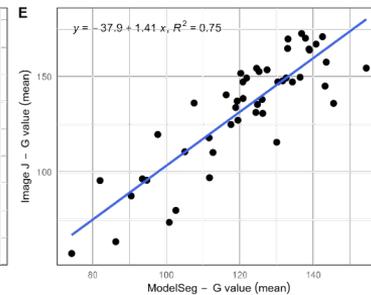
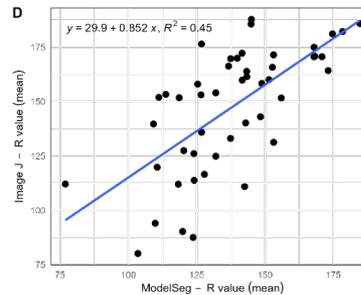
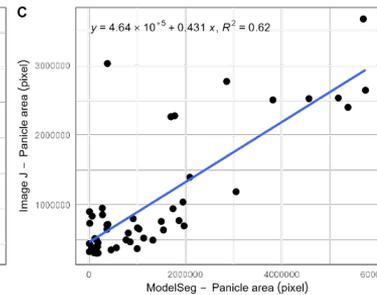
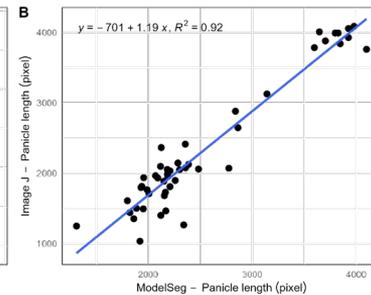
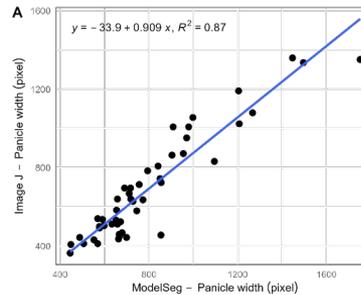
- Variabilidad de imágenes
  - Resolución
  - Dispositivo
- Datos no balanceados para el análisis de experimentos multi-localidad
- Anotación de imágenes
  - Training set: 225
  - Validation set: 75



# Resultados

## Mask R-CNN vs Imagej

- Alta correlación entre los parámetros fenotípicos
  - Longitud, anchura y superficie de la panoja
- Correlación intermedia entre los valores RGB
- Mask R-CNN permite fenotipar varias imágenes tras el entrenamiento del modelo



# Imágenes con identificación

## Validación de modelo

- Validar el modelo de segmentación y clasificación
  - Incluir escalas en las fotos
  - Incluir códigos QR en las fotos
- Probar distintos fondos para las fotos
  - azul vs. blanco



20220404\_100438.jpg



20220404\_100549.jpg



20220404\_100704.jpg



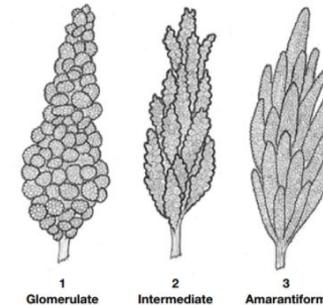
20220404\_100747.jpg

# Conclusiones

## Outputs

- Modelos de segmentación y clasificación para imágenes de panículas de quinoa
- Pipeline para la extracción de variables fenotípicas y su análisis
- Paquete R para generar etiquetas mediante capas
  - huito R package

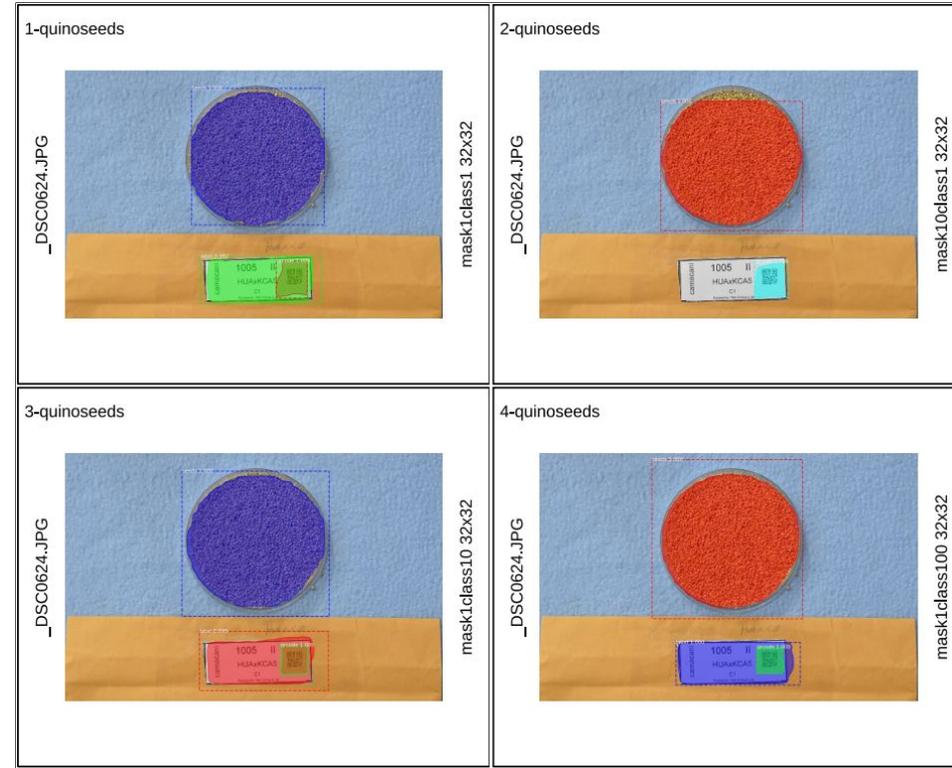
## Limitaciones



# Quinua: color de semillas

## Extracción de color de semillas

- Cinco experimentos en MLT
- Fotos con misma intensidad de luz
- Ocho modelos preliminares
- Fotos con códigos de barra
  - Identificación de QR
  - Extraer las características y asociarlas al libro de campo
- Características: RGB values
  - QTL mapping y GWAS



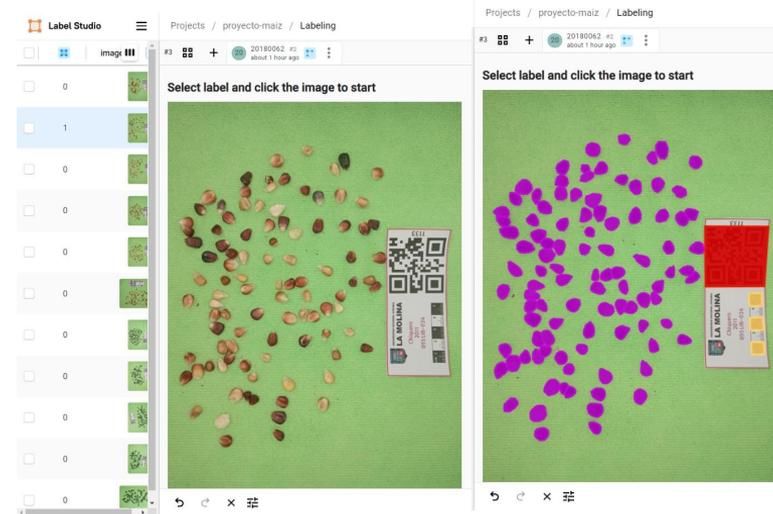
# Banco de germoplasma: evaluación de la germinación proyecto

**Problema:** Caracterización y evaluación de la germinabilidad en el banco de germoplasma de maíz

**Enfoque:** Uso de imágenes multispectrales para estimar la germinabilidad de las semillas

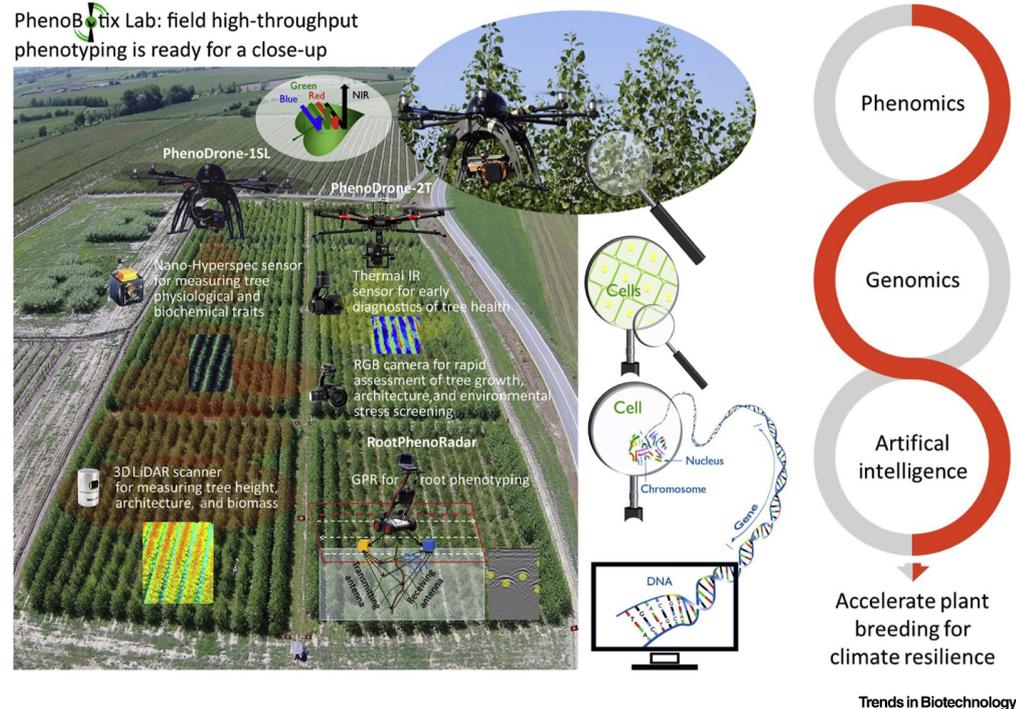
> Entrenamiento de estudiantes para la anotación

> Colaboración con grupo de la UNI



# Inteligencia Artificial (IA) en la agricultura

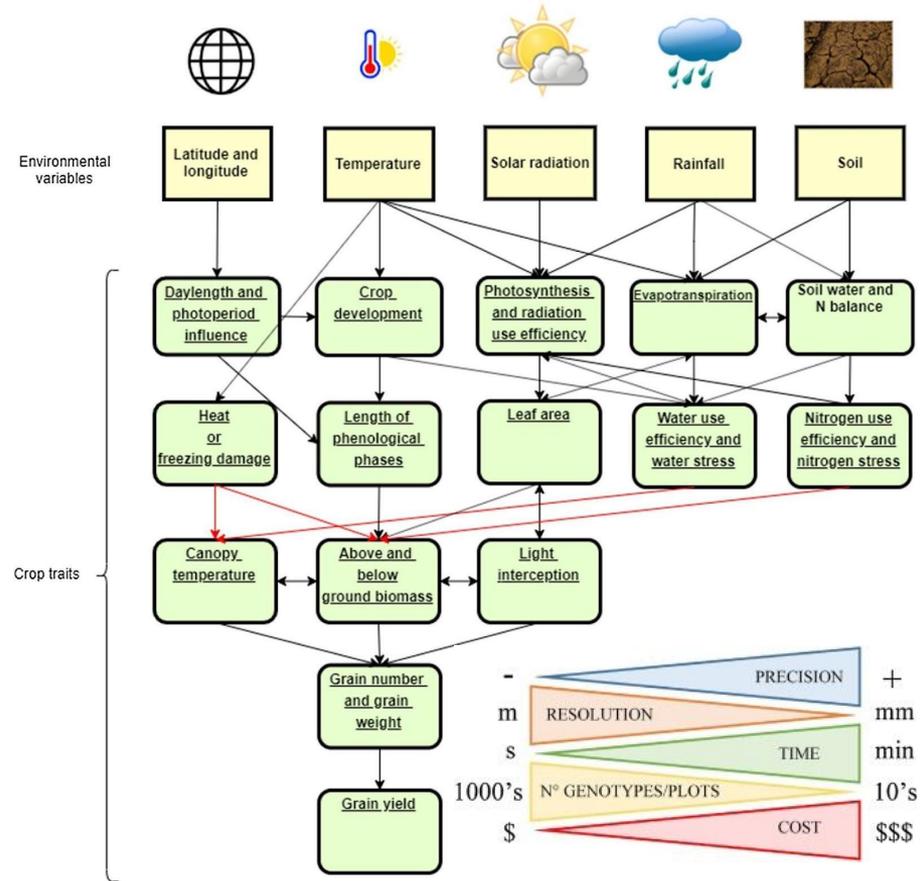
- Por la necesidad de analizar gran cantidad de información
  - Desarrollo de algoritmos automatizados de evaluación
- Asociación de las características cuantitativas y cualitativas con análisis genéticos
  - Estudios de asociación genómica (GWAS)
- Uso de imagen y videos para la extracción de información



Harfouche *et al.* (2019)

# Desafíos y perspectivas

- Asociación de factores ambientales a los análisis fenotípicos
- Uso de datos para selección “Fenómica”
  - Selección genómica
  - Fenotipado de alto rendimiento
- Uso de IA para evaluación de plantas
  - Requerimiento de “Cluster computers”
- Evolución del concepto de software para la evaluación de plantas



Reynolds *et al.* (2020)