



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Los avances en la investigación científica de cultivos o especies forestales, con alta capacidad de respuesta a escenarios climatológicos

Jefe del Instituto Nacional de Innovación Agraria

15 de mayo
2023



Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Objetivos misionales

- El **Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA)**, es ente rector del Sistema Nacional de Innovación Agraria, adscrito al Ministerio de Desarrollo Agrario y de Riego (MIDAGRI).
- El INIA realiza investigación, transferencia de tecnología, asistencia técnica, conservación de recursos genéticos, producción de semillas, plántones y reproductores, y tiene la responsabilidad de establecer los lineamientos de política de los servicios de extensión agropecuaria, en coordinación con los actores que los prestan.





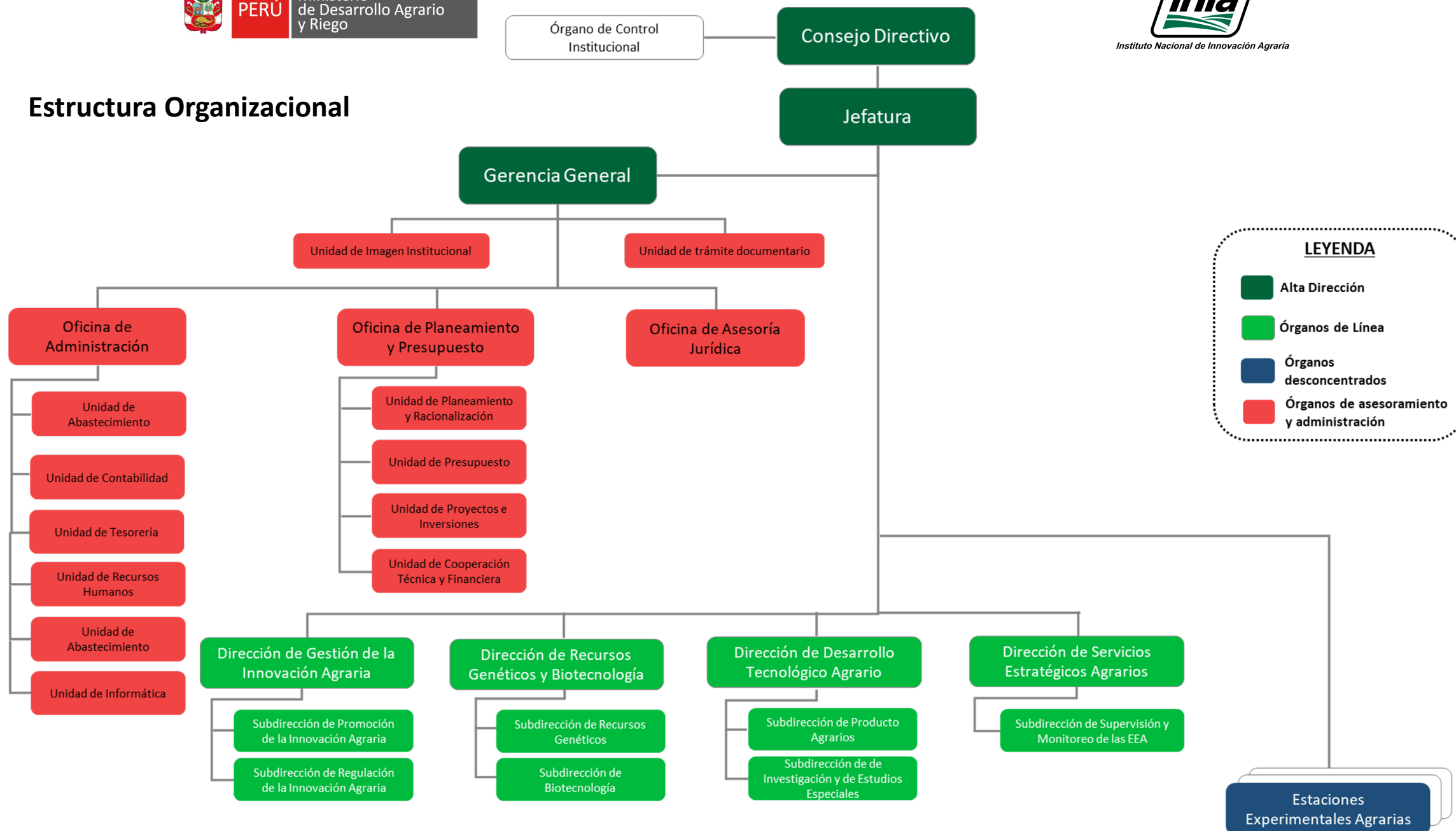
PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Estructura Organizacional





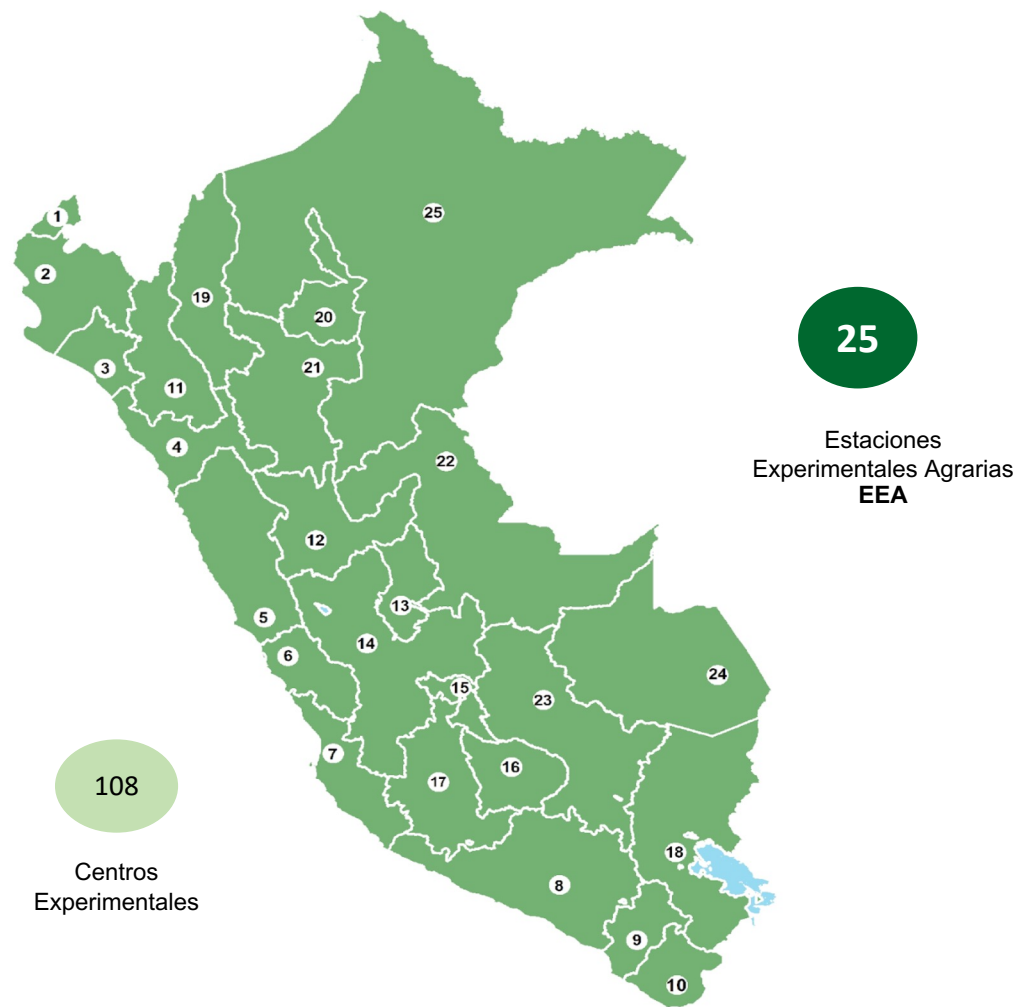
PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



1.3. Ámbito de acción

- ① EEA Los Cedros
- ② EEA El Chira
- ③ EEA Vista Florida
- ④ EEA Virú
- ⑤ EEA Donoso
- ⑥ CE La Molina
- ⑦ EEA Chincha
- ⑧ EEA Arequipa
- ⑨ EEA Moquegua
- ⑩ EEA Tacna
- ⑪ EEA Baños del Inca
- ⑫ EEA Canchán
- ⑬ EEA Pichanaki
- ⑭ EEA Santa Ana
- ⑮ EEA Perla del VRAEM
- ⑯ EEA Chumbibamba
- ⑰ EEA Canaán
- ⑱ EEA Illpa
- ⑲ EEA Amazonas
- ⑳ EEA San Ramón
- ㉑ EEA El Porvenir
- ㉒ EEA Pucallpa
- ㉓ EEA Andenes
- ㉔ EEA San Bernardo
- ㉕ EEA San Roque





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego

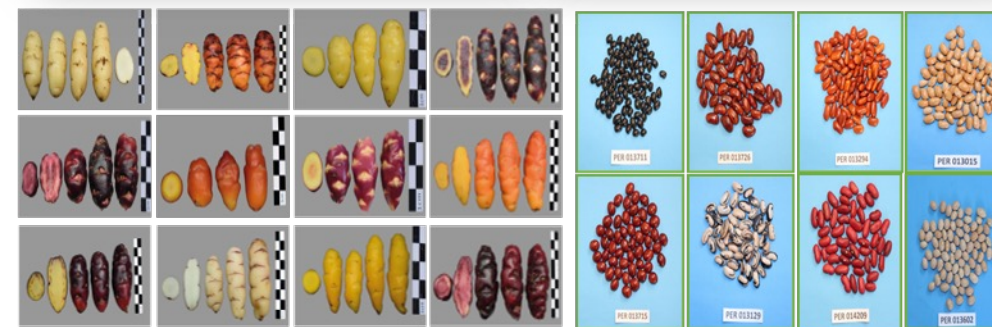


Instituto Nacional de Innovación Agraria

Conservación y valoración de bancos de germoplasma

59 Colecciones de Germoplasma

- Ámbito de acción en 21 EEA
- 14,899 accesiones de cultivos
- 31 investigaciones en caracterización agromorfológica y molecular
- 3,050 camélidos sudamericanos (unidades animales)





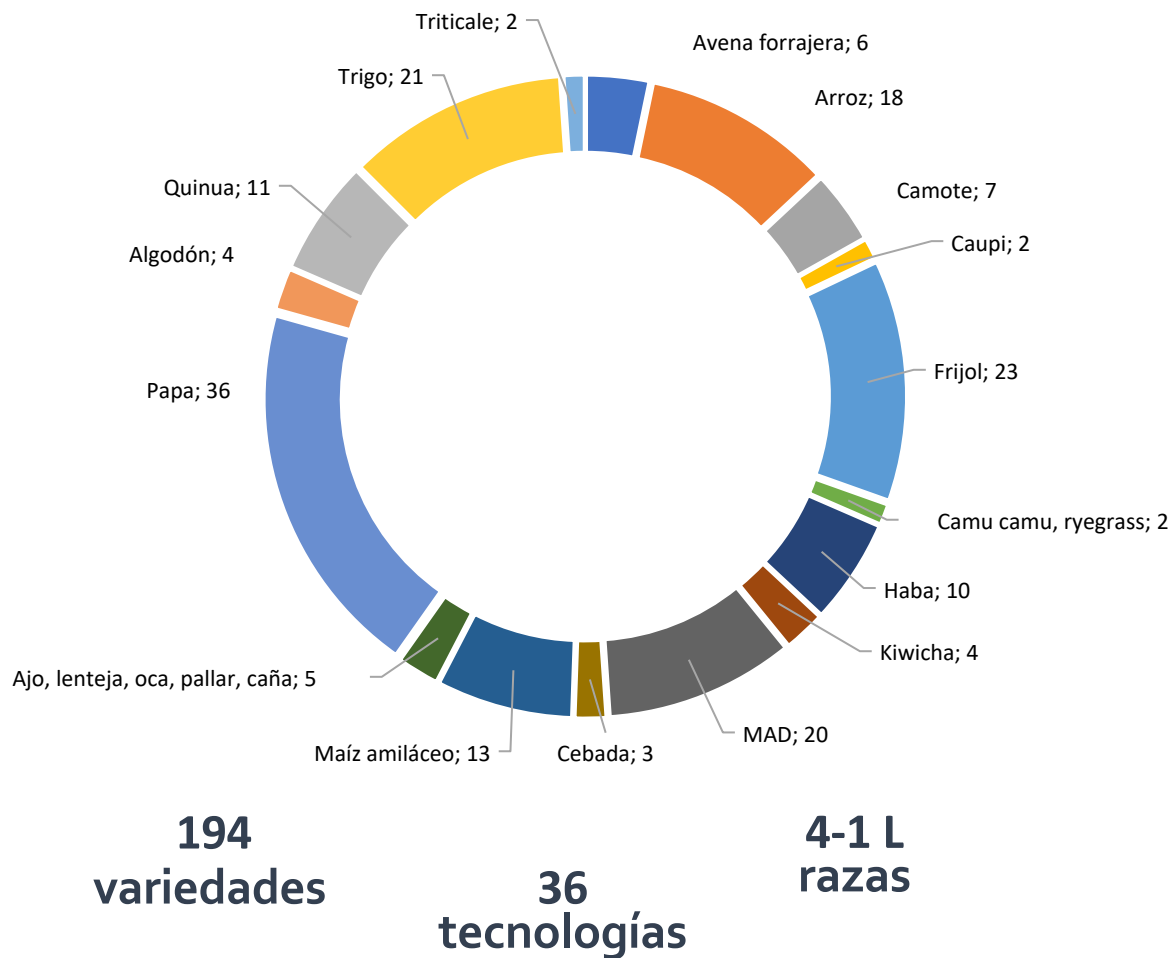
PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

Generación de variedades mejoradas





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Proyectos de Agricultura de Precisión



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



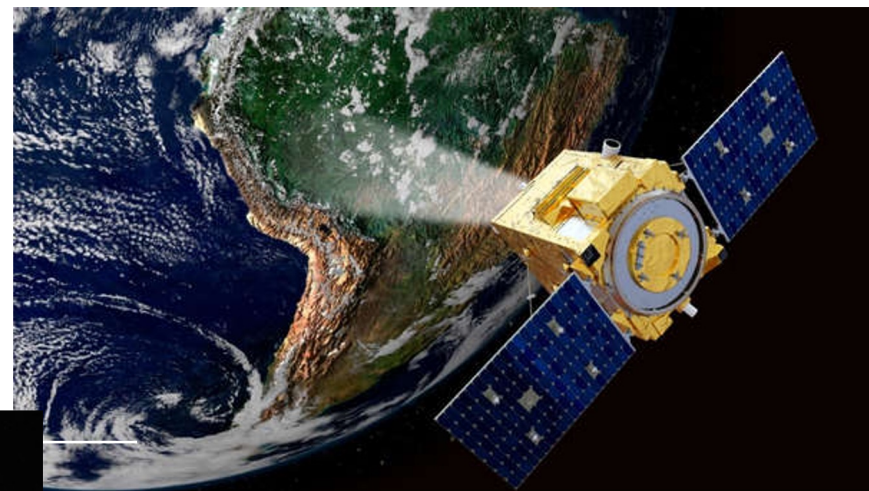
Instituto Nacional de Innovación Agraria



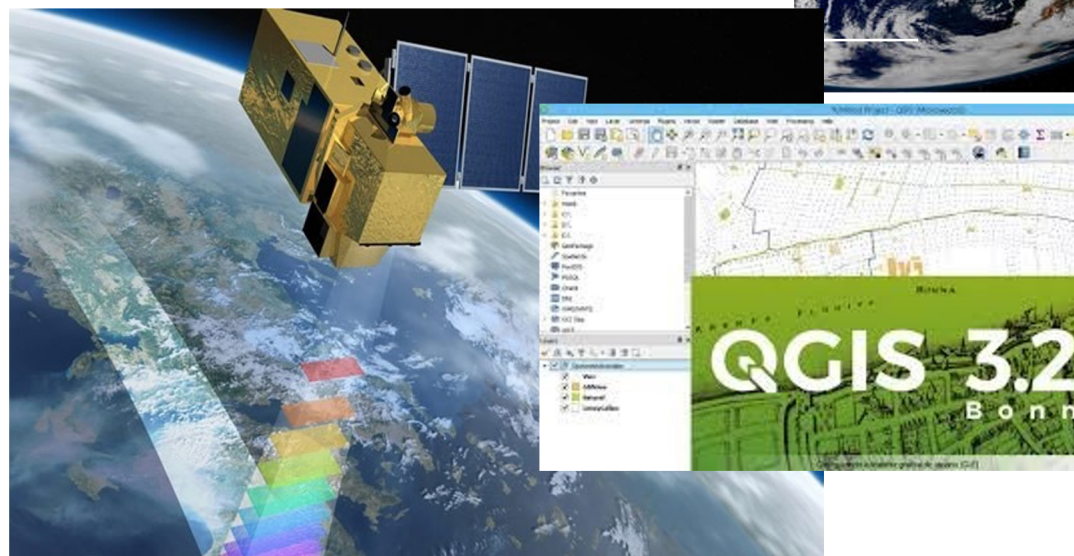
USO DE IMÁGENES SATELITALES



*Figura 2. Imagen de un conjunto de parcelas en Sariñena (Huesca). De izquierda a derecha, imagen de alta resolución de Google Earth, imagen de color de Landsat8 (29 de Septiembre de 2016) e imagen composición color de Sentinel-2A (28 de Septiembre de 2016) – imagen SPIDERwebGIS®, AgriSat Iberia –.



*Figura 3. Imagen de NDVI de Sentinel-2A (28 de Septiembre de 2016) – imagen SPIDERwebGIS®, AgriSat Iberia –.



CONIDA
AGENCIA ESPACIAL DEL PERÚ



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

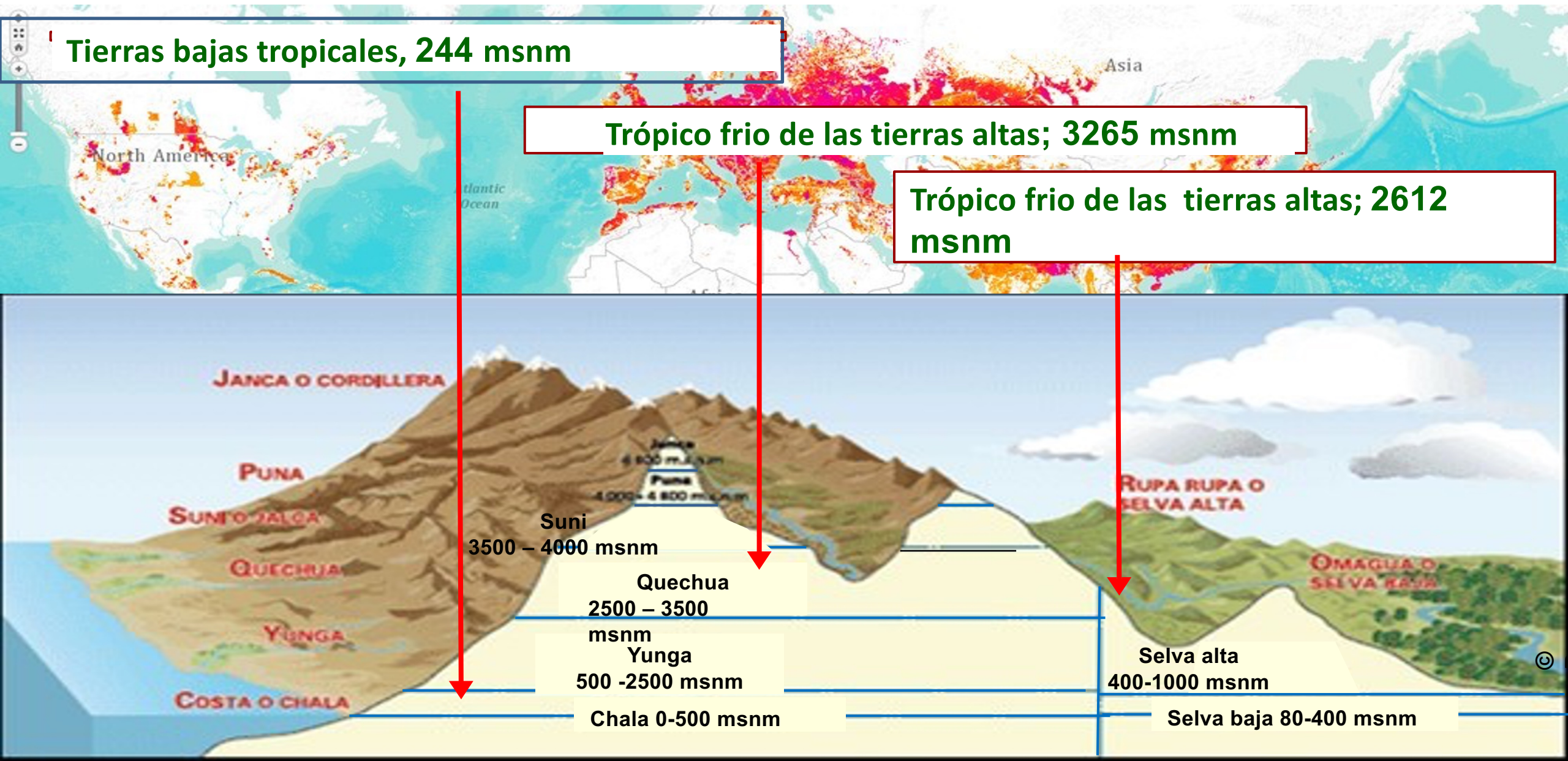


Herramientas Tecnológicas Satelitales del MIDAGRI

El MIDAGRI pone a disposición la plataforma tecnológica de análisis de imágenes satelitales

<https://siea.midagri.gob.pe/portal/gee/index.html>

Perú: Ambientes divergentes en estrecha proximidad





Creación del servicio de agricultura de precisión en los departamentos de Lambayeque, Huancaavelica, Ucayali y San Martín en cuatro departamentos

CUI: 2449640

2023



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Sede central – Proyectos de Agricultura de precisión y teledetección

Predicciones de rendimiento de híbrido de maíz (*Zea mays*) bajo estrés hídrico utilizando imágenes multiespectrales obtenidas de RPAS en la costa del Perú

- **Objetivo:** Predecir el rendimiento de maíz bajo estrés hídrico mediante índices de vegetación.
- **Estado:** Se tiene la data procesada de 05 fechas evaluadas, se ha procesado en el software Pix4Dmapper las imágenes RGB y multiespectrales. Se calcularon 16 índices de vegetación para las 12 parcelas de investigación
- **Avance:** El cultivo está en estado de crecimiento y en fase vegetativa.



Figura 1. Reconocimiento del área de estudio y toma de imágenes con RPAS y sensores..



Figura 3. Campo de maíz, campaña 2023



Figura 2. Índices de vegetación calculados.

[illegible]

Figura 4. Datos estadísticos de la investigación

Evaluación de estrés hídrico con imágenes térmicas y multiespectrales desde RPAS en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*) en la costa peruana

- **Objetivo:** Predecir el rendimiento de frijol mediante índices de vegetación.
- **Estado:** Se tiene la data procesada de 19 fechas evaluadas, se ha procesado en el software Pix4Dmapper las imágenes RGB y multiespectrales. Se calcularon 16 índices de vegetación que se utilizarán para realizar su cálculo.
- **Avance:** El cultivo ya fue cosechado y se está procesando los datos tomados en campo para iniciar la redacción del artículo científico.

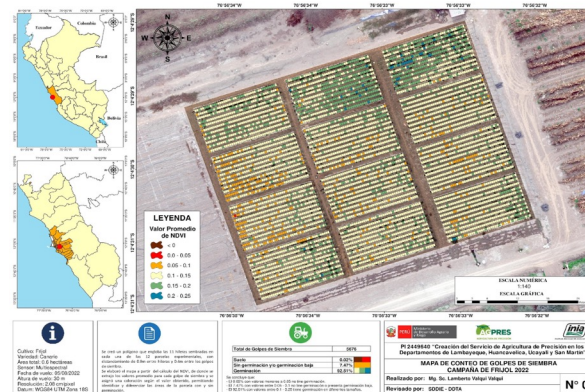


Figura 1. Reconocimiento del área de estudio y toma de imágenes con RPAS y sensores..

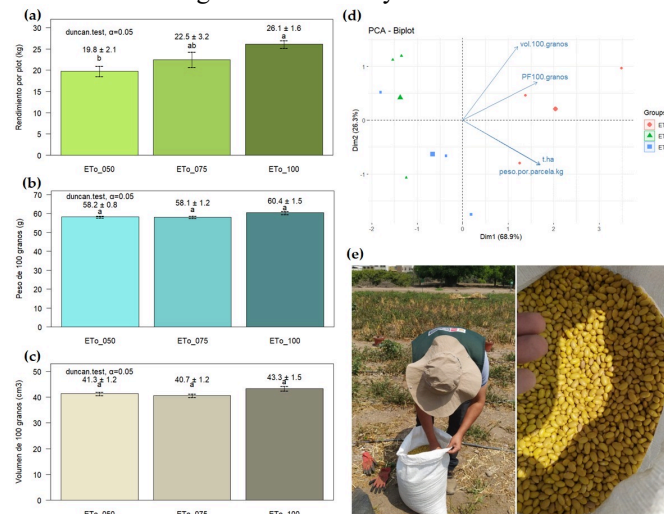


Figura 2. Datos tomados en campo



Figura 3. Campo de frijol, campaña 2022

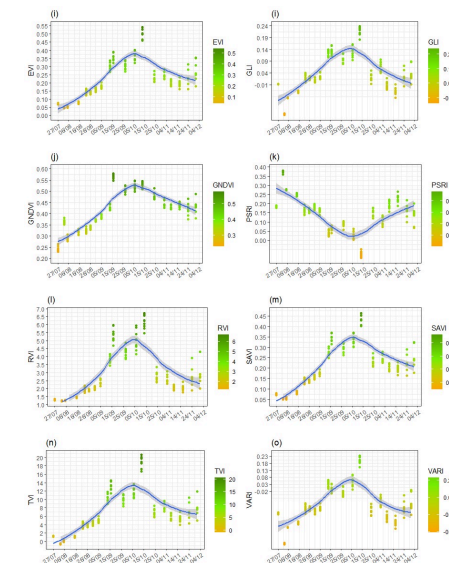


Figura 4. Datos estadísticos de la investigación

Predicciones de rendimiento de trigo (*Triticum aestivum*) utilizando imágenes multiespectrales obtenidas de RPAS en la costa del Perú

- **Objetivo:** Predecir el rendimiento de frijol mediante índices de vegetación.
- **Estado:** Se tiene la data procesada de 19 fechas evaluadas, se ha procesado en el software Pix4Dmapper las imágenes RGB y multiespectrales. Se calcularon 16 índices de vegetación van a definir los índices de vegetación que se utilizarán para realizar su cálculo.
- **Avance:** El cultivo ya fue cosechado y se está procesando los datos tomados en campo para iniciar la redacción del artículo científico.

<https://youtu.be/vJehr0DQN0A>



Figura 1. Reconocimiento del área de estudio y toma de imágenes con RPAS y sensores..

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	D	plot	trat	bloque				
2	101	N.050	B1					
3	102	N.200	B1					
4	103	N.000	B1					
5	104	N.150	B1					
6	105	N.100	B1					
7	201	N.100	B2					
8	202	N.000	B2					
9	203	N.150	B2					
10	204	N.050	B2					
11	205	N.200	B2					
12	301	N.050	B3					
13	302	N.150	B3					
14	303	N.200	B3					
15	304	N.100	B3					
16	305	N.000	B3					
17	401	N.200	B4					
18	402	N.100	B4					
19	403	N.150	B4					
20	404	N.000	B4					
21	405	N.050	B4					
22	501	N.000	B5					
23	502	N.050	B5					
24	503	N.100	B5					
25	504	N.200	B5					
26	505	N.150	B5					

Figura 3. Distribución de la siembra en Campo de Trigo, campaña 2022

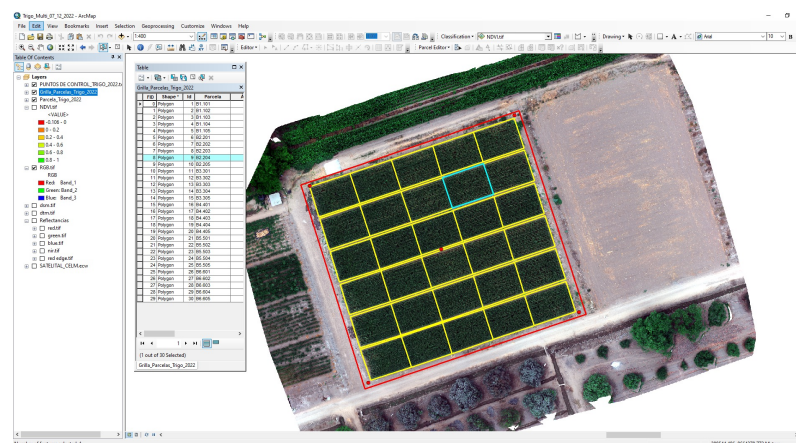


Figura 2. Cálculo de índices de vegetación

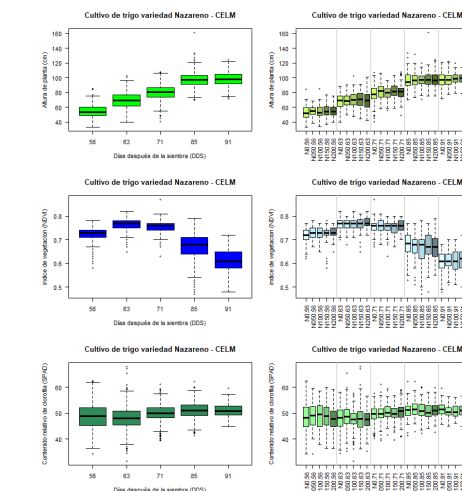


Figura 4. Datos estadísticos de la investigación

Instituto Nacional de Innovación Agraria

AGRICULTURA DE PRECISIÓN

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAZA

Trigo

Siembra: 25/08/2022

Cosecha: 07/02/2023

b_01

Predicción del rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) utilizando índices de vegetación basados en sensores remotos multiespectrales UAV en zonas áridas de Perú

- Objetivo:** Predecir el rendimiento de frijol mediante índices de vegetación.



Figura 1. Reconocimiento del área de estudio y toma de imágenes con RPAS y sensores..

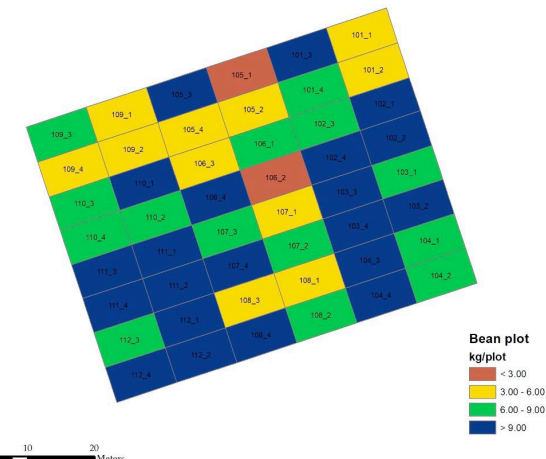


Figura 2. Rendimiento por parcelas de investigación

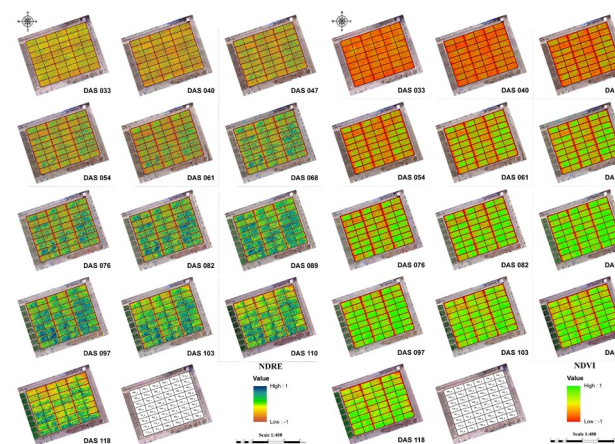


Figura 3. Mapas de índices de vegetación

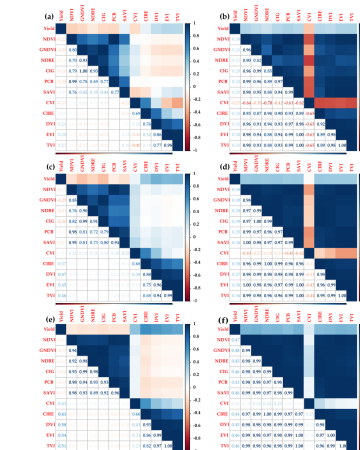


Figura 4. Datos estadísticos de la investigación

Predicciones de rendimiento de cuatro híbridos de maíz (*Zea mays*) utilizando imágenes multispectrales obtenidas de RPAS en la costa del Perú



Article

Yield Predictions of Four Hybrids of Maize (*Zea mays*) Using Multispectral Images Obtained from UAV in the Coast of Peru

David Saravia ^{1,2}, Wilian Salazar ¹, Lamberto Valqui-Valqui ¹, Javier Quille-Mamani ^{1,3}, Rossana Porras-Jorge ^{1,2}, Flor-Anita Corredor ¹, Elgar Barboza ^{1,4}, Héctor V. Vásquez ^{1,4}, Andrés V. Casas Díaz ² and Carlos I. Arbizu ^{1,*}

¹ Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina, 1981, Lima 15024, Peru

² Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima 15024, Peru

³ Grupo de Cartografía GeoAmbiental y Teledetección, Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022 Valencia, Spain

⁴ Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Chachapoyas 01001, Peru

* Correspondence: carbizu@inia.gob.pe; Tel.: +51-986-288-181

Abstract: Early assessment of crop development is a key aspect of precision agriculture. Shortening the time of response before a deficit of irrigation, nutrients and damage by diseases is one of the usual concerns in agriculture. Early prediction of crop yields can increase profitability for the farmer's economy. In this study, we aimed to predict the yield of four maize commercial hybrids (Dekalb7508, Advanta9313, MH_INIA619 and Exp_05PMLM) using vegetation indices (VIs). A total of 10 VIs (NDVI, GNDVI, GCI, RVI, NDRE, CIRE, CVI, MCARI, SAVI, and CCCI) were considered for evaluating crop yield and plant cover at 31, 39, 42, 46 and 51 days after sowing (DAS). A multivariate analysis was applied using principal component analysis (PCA), linear regression, and r-Pearson correlation. Highly significant correlations were found between plant cover with VIs at 46 (GNDVI, GCI, RVI, NDRE, CIRE and CCCI) and 51 DAS (GNDVI, GCI, NDRE, CIRE, CVI, MCARI and CCCI). The PCA showed clear discrimination of the dates evaluated with VIs at 31, 39 and 51 DAS. The inclusion of the CIRE and NDRE in the prediction model contributed to estimating the performance, showing greater precision at 51 DAS. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) to monitor crops allows us to optimize resources and helps in making timely decisions in agriculture in Peru.

Keywords: vegetation indices; precision farming; hybrid; phenotyping; remote sensing

1. Introduction

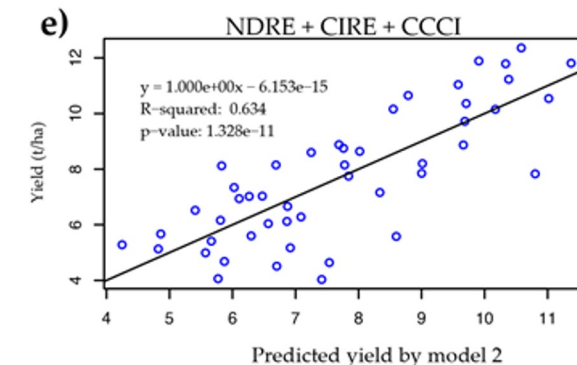
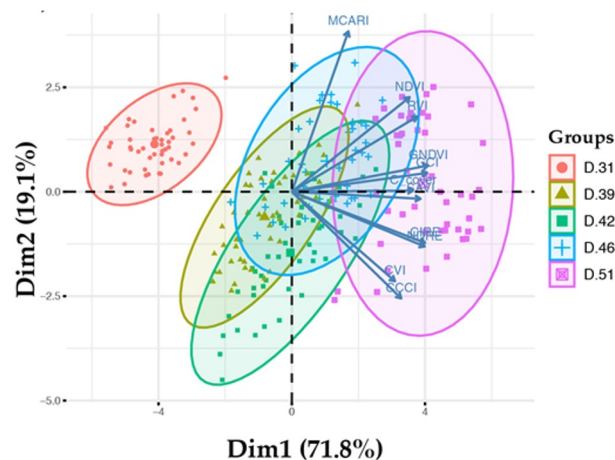


Figura 1. Desarrollo de modelos de predicción del rendimiento a los 51 dds.



Citation: Saravia, D.; Salazar, W.; Valqui-Valqui, L.; Quille-Mamani, J.; Porras-Jorge, R.; Corredor, F.-A.; Barboza, E.; Vásquez, H.V.; Casas Díaz, A.V.; Arbizu, C.I. Yield Predictions of Four Hybrids of Maize (*Zea mays*) Using Multispectral Images Obtained from UAV in the Coast of Peru. *Agronomy* **2022**, *12*, 2630. <https://doi.org/10.3390/agronomy12112630>

Academic Editors: Gniewko Niedbala and Shaohui Mei

Received: 1 September 2022

Accepted: 19 October 2022

Published: 26 October 2022

Metodología para la evaluación de cultivos de palto (*Persea americana* Mill) mediante diferentes tecnologías de medición

METHODOLOGY FOR AVOCADO (*Persea americana* Mill.) ORCHARD EVALUATION USING DIFFERENT MEASUREMENT TECHNOLOGIES

Sheyla Y. Chumbimune

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lima, Peru

Gloria P. Cardenas

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lima, Peru

David Saravia

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lima, Peru

Lamberto Valqui

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lima, Peru

Wiliam Salazar

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lima, Peru

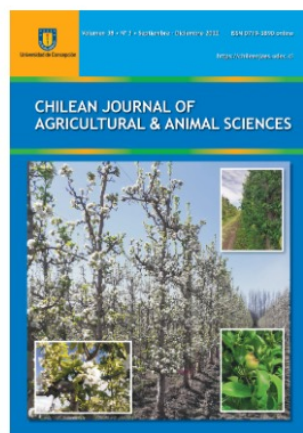
Carlos Arbizu Berrocal

Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Lima, Peru

DOI: <https://doi.org/10.29393/CHJAA38-25GTER10025>

Resumen

Avocado crop (*Persea americana* Mill.) is of great commercial importance due to its high profitability. However, it is being affected by various diseases and pests that affect yield and reduce fruit quality. The aim of this research was to develop methodologies for the evaluation of avocado plantations using different non-destructive technologies for rapid phenotyping and early detection of the incidence of diseases or damage due to stress in the stem. A plot of 0.7 ha. was evaluated, with a total of 44 individuals using Field-Map technology (dasometric and morphological characterization).



PDF (English)

Publicado
2022-12-27

Cómo citar

Chumbimune, S. Y., Cardenas, G. P., Saravia, D., Valqui, L., Salazar, W., & Arbizu Berrocal, C. (2022). METHODOLOGY FOR AVOCADO (*Persea americana* Mill.) ORCHARD EVALUATION USING DIFFERENT MEASUREMENT TECHNOLOGIES. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 38(3), 259-273. <https://doi.org/10.29393/CHJAA38-25GTER10025>

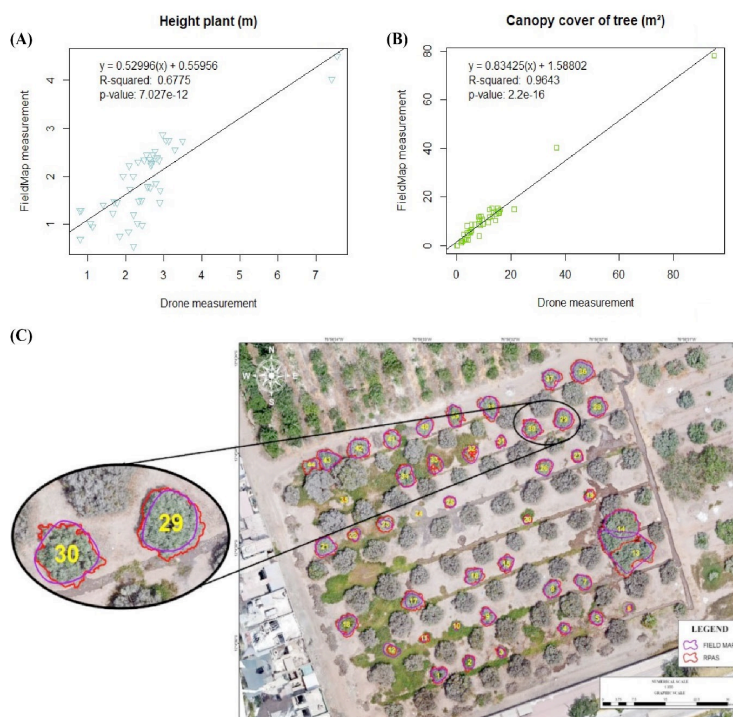


Figura 1. Comparación de metodologías.

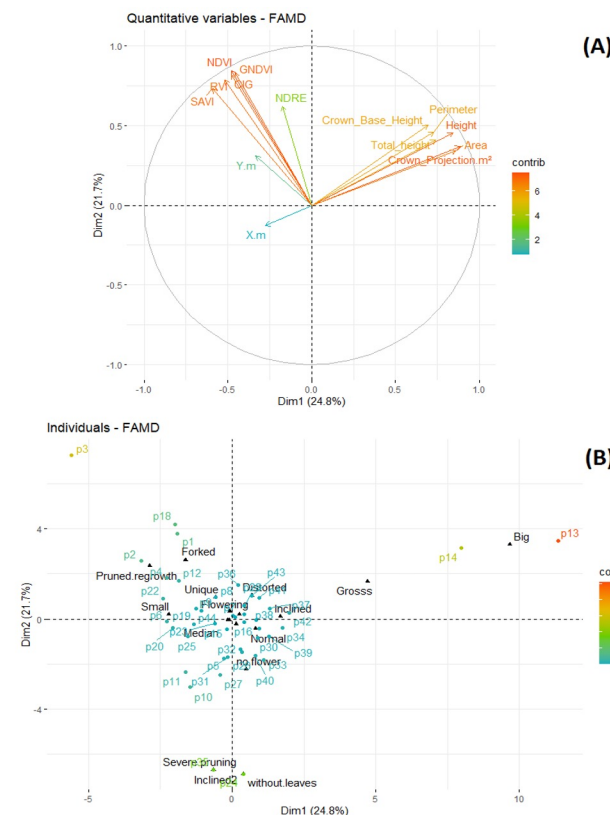


Figura 2. Estadísticas extraídas.

Análisis de los cambios de cobertura y uso de suelo (LULC) en el bosque seco del Perú usando imágenes Sentinel 2 y Google Earth Engine



Proceeding Paper

Cover and Land Use Changes in the Dry Forest of Tumbes (Peru) Using Sentinel-2 and Google Earth Engine Data [†]

Elgar Barboza ^{1,2}, Wilian Salazar ¹, David Gálvez-Paucar ³, Lamberto Valqui-Valqui ¹, David Saravia ¹, Jhony Gonzales ³, Wilian Aldana ³, Héctor V. Vázquez ^{1,2} and Carlos I. Arbizu ^{1,*}

¹ Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina, 1981, Lima 15024, Peru

² Instituto de Investigación Para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva (INDES-CES), Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, Chachapoyas 01001, Peru

³ Instituto de Investigación en Desarrollo Sostenible y Cambio Climático, Universidad Nacional de Frontera, Av. San Hilarión 101, Sullana 20103, Peru

* Correspondence: carbizu@inia.gob.pe; Tel.: +51-979-371-014

[†] Presented at the 3rd International Electronic Conference on Forests—Exploring New Discoveries and New Directions in Forests, 15–31 October 2022; Available online: <https://iecf2022.sciforum.net/>.

Abstract: Dry forests are home to large amounts of biodiversity, are providers of ecosystem services, and control the advance of deserts. However, globally, these ecosystems are being threatened by various factors such as climate change, deforestation, and land use and land cover (LULC). The objective of this study was to identify the dynamics of LULC changes and the factors associated with the transformations of the dry forest in the Tumbes region (Peru) using Google Earth Engine (GEE). For this, the annual collection of Sentinel 2 (S2) satellite images of 2017 and 2021 was analyzed. Six types of LULC were identified, namely urban area (AU), agricultural land (AL), land without or with little vegetation (LW), water body (WB), dense dry forest (DDF), and open dry forest (ODF). Subsequently, we applied the Random Forest (RF) method for the classification. LULC maps reported accuracies greater than 89%. In turn, the rates of DDF and ODF between 2017 and 2021 remained unchanged at around 82%. Likewise, the largest net change occurred in the areas of WB, AL, and UA, at 51, 22, and 21%, respectively. Meanwhile, forest cover reported a loss of 4% (165.09 km²) of the total area in the analyzed period (2017–2021). The application of GEE allowed for an evaluation of the changes in forest cover and land use in the dry forest, and from this, it provided important information for the sustainable management of this ecosystem.

Keywords: forest remote sensing; Random Forest (RF); temporal series; biodiversity



Citation: Barboza, E.; Salazar, W.; Gálvez-Paucar, D.; Valqui-Valqui, L.; Saravia, D.; Gonzales, J.; Aldana, W.; Vázquez, H.V.; Arbizu, C.I. Cover and Land Use Changes in the Dry Forest of Tumbes (Peru) Using Sentinel-2 and Google Earth Engine Data. *Environ. Sci. Proc.* **2022**, *22*, 2. <https://doi.org/10.3390/IECF2022-13095>

Academic Editor: Giorgos Mallinis

Published: 21 October 2022

1. Introduction



Figura 1. Reconocimiento del área de estudio y georreferenciación de cobertura y uso de suelo.

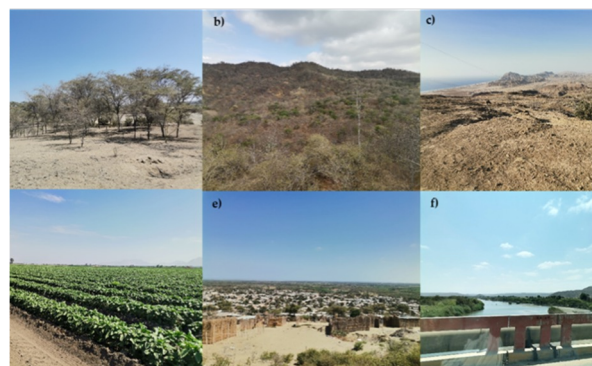


Figura 2. Identificación de las clases de cobertura y uso de suelo.

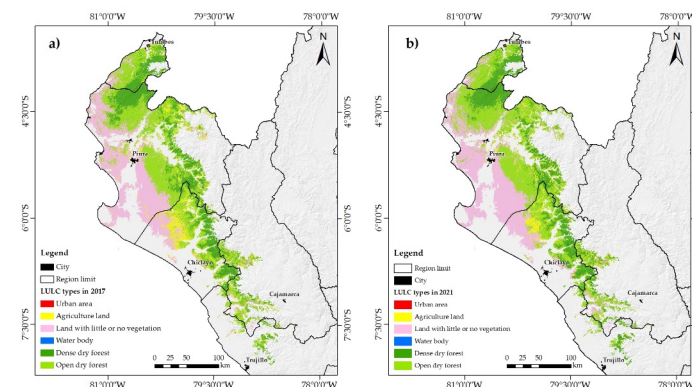


Figura 3. Mapas de distribución espacial de los LULC para el bosque seco; a) 2017 y b) 2021.

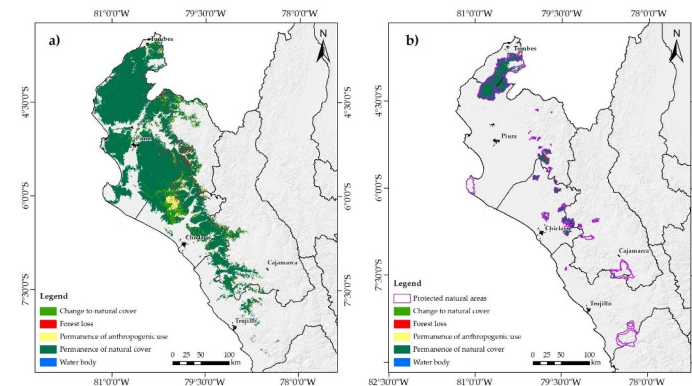
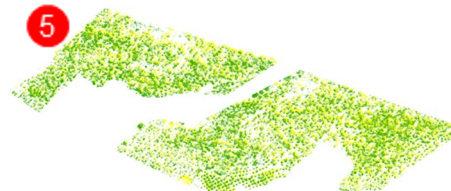
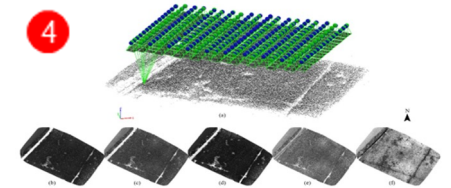
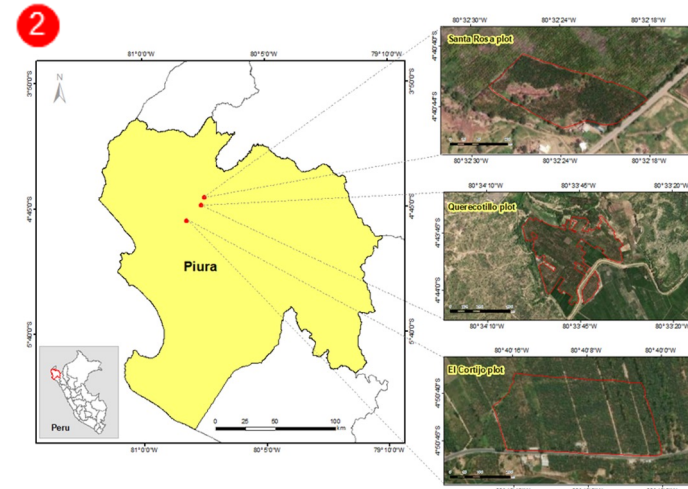


Figura 4. Mapa de transferencia de clases LULC en el área de estudio y b) mapa de transferencia de clases LULC en AP.

Detección de marchitamiento por *Fusarium* en banano a través de imágenes multispectrales UAV y aprendizaje automático en la costa norte del Perú

- **Objetivo:** Evaluar el estado de cultivos de banano afectados por *Fusarium*.



Proceso metodológico para la detección de marchitamiento por *Fusarium* en banano.

Actividades de capacitación y transferencia de tecnología

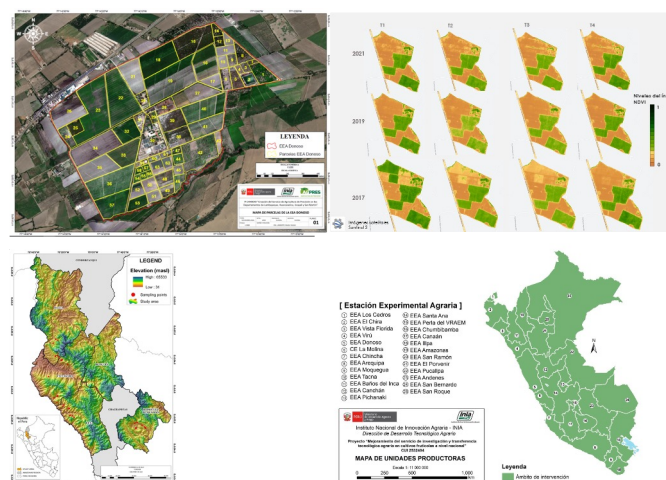
1 Actividades de capacitación



4 Uso de drone fumigador



2 Elaboración de mapas temáticos



5 Participación en fondos concursables y proyectos con otras instituciones



3 Levantamiento fotogramétrico de predios del INIA



6 Apoyo a las direcciones de línea del INIA



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Promoción y uso de variedades tolerantes a sequia a través de la propagación de Microtubérculos

Producción de micro tubérculos de papa tolerantes a sequias 2023

Potencial de producción de semillas de papa – POI 2023

N° de productores
beneficiados: 12,384

EEA	Variedades	Capacidad potencial de plántulas in vitro	Capacidad potencial de micro tubérculos (Semilla prebásica)	Área habilitadas para producción de Semilla Básica I (ha)	Inversión total (\$/)	Producción de semilla Básica I (tn)	Potencial de área habilitada (ha)
Canaán	Yungay	7,500	262,500	5	105,000	134	67
	INIA 303 Canchán						
	Tumbay						
Santa Ana	Yungay	14,000	490,000	9	196,000	249	125
	Andina						
	Unica						
	INIA 303 Canchán						
	Amarilis						
Baños del Inca	Yungay	20,000	700,000	13	280,000	356	178
	Andina						
	Unica						
	INIA 303 Canchán						
	Amarilis						
Total		41,500	1,452,500	26	581,000	739	370



Producción de micro tubérculos de papa tolerantes a sequias con demanda adicional

S/ 2,655,000

N° potencial de productores
beneficiados: 56,564

Potencial de producción de semillas de papa

Variedades	Capacidad potencial de plántulas in vitro	Capacidad potencial de micro tubérculos (Semilla prebásica)	Área habilitadas para producción de Semilla Básica I (ha)	Producción de semilla Básica I (tn)	Inversión total (S/)	Potencial de área habilitada (ha)
Amarilis	50,000	1,750,000	32	573	450,000	286
Yungay	40,000	1,400,000	25	458	360,000	229
Unica	35,000	1,225,000	22	401	315,000	200
Poderosa	25,000	875,000	16	286	225,000	143
Canchán	25,000	875,000	16	286	225,000	143
INIA 334 Llapanchispaq	45,000	1,575,000	29	515	405,000	258
INIA 330 Wiñay	45,000	1,575,000	29	515	405,000	258
INIA 326 Shulay	30,000	1,050,000	19	344	270,000	172
Total	295,000	10,325,000	188	3,379	2,655,000	1,690

Estaciones Experimentales Agrarias
EEA Andenes – Cusco
EEA Baños del Inca – Cajamarca
EEA Canaán – Ayacucho
EEA Illpa – Puno



Producción de micro tubérculos de papa tolerantes a sequias

Potencial beneficiarios

N° potencial de productores beneficiados: 56,564

Departamento	Provincia	Distrito	N° Beneficiarios
Ayacucho / EEA Canaán	Huamanga	Chiara	1,263
		Acocro	1,523
		Vichos	1,019
		Socos	1,743
	Cangallo	Los Morchucos	1,851
		Cangallo	292
		Chuschi	1,296
		Paras	804
	La Mar	Tambo	1,876
		Anco	758
	Huanta	Huanta	1,263
		Uchuraccay	1,026
Cajamarca / EEA Baños del Inca	Cutervo	Cutervo	493
		Socota	1,841
		Querocotillo	1,871
		Pimpingos	1,362
		Tacabamba	460
	Chota	Chota	250
		Lajas	1,588
		Chiguirip	366
	Cajamarca	Encañada	1,657
		Namora	1,522
	Celendin	Huasmin	473
		Oxamarca	132
		Sorochuco	1,514
		Sucre	670

Departamento	Provincia	Distrito	N° Beneficiarios
Cusco / EEA Andenes	Quispicanchi	Ocongate	428
		Urcos	1,008
		Marcapata	294
	Paucartambo	Paucartambo	953
		Challabamba	962
		Colquepata	1,115
	Paruro	Huanoquite	1,505
		Omacha	483
	Anta	Anta	1,172
		Limatambo	1,539
Junín / EEA Santa Ana	Tarma	Huasahuasi	953
		Palca	475
	Concepción	Cochas	1,529
		Comas	1,247
	Jauja	Acolla	1,711
		Sincos	1,857
		Pomacancha	558
Puno / EEA Illpa	Catabaya	Ayapata	1,567
		Usicayos	832
		Ituta	763
	Azangaro	Saman	503
		Azangaro	895
		Caminaca	977
	Huancane	Taraco	323
		Huancane	823
		Pusi	406
	El Callao	Ilave	1,026
		Pilcuyo	1,747
Total			56,564



PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



Aplicación y desarrollo de herramientas moleculares modernas para el estudio genético

Genómica de Capirona



Article

Genetic Diversity and Population Structure of Capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) from the Peruvian Amazon Revealed by RAPD Markers

Carla L. Saldaña ¹, Johan D. Cancan ¹, Wilbert Cruz ¹, Mirian Y. Correa ², Miriam Ramos ³, Eloy Cuellar ³ and Carlos I. Arbizu ^{1,*}

¹ Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima 15024, Peru; carla18317@gmail.com (C.L.S.); clg.johan@gmail.com (J.D.C.); wilbertcruz2002@gmail.com (W.C.)

² Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Juan XXIII No 391, Lambayeque 14013, Peru; miryacornel15@gmail.com

³ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima 15024, Peru; miriam.piaforestal@gmail.com (M.R.); eloycuellar@lamolina.edu.pe (E.C.)

* Correspondence: carbizu@inia.gob.pe



Citation: Saldaña, C.L.; Cancan, J.D.; Cruz, W.; Correa, M.Y.; Ramos, M.; Cuellar, E.; Arbizu, C.I. Genetic Diversity and Population Structure of Capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) from the Peruvian Amazon Revealed by RAPD Markers. *Forests* 2021, 12, 1125. <https://doi.org/10.3390/f12081125>

Academic Editors: Carol A. Loopstra and Timothy A. Martin

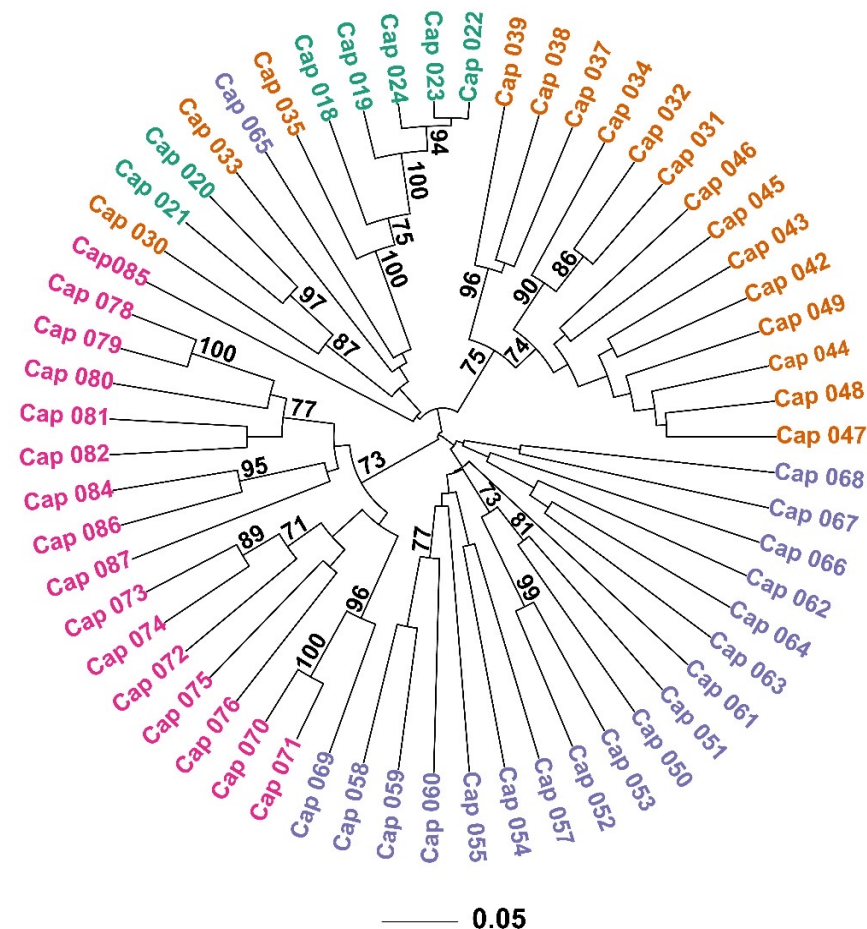
Received: 14 July 2021

Accepted: 20 August 2021

Published: 22 August 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Abstract: Capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) is a tree species of commercial importance widely distributed in South American forests that is traditionally used for its medicinal properties and wood quality. Studies on this tree species have been focused mainly on wood properties, propagation, and growth. However, genetic studies on capirona have been very limited to date. Currently, it is possible to explore genetic diversity and population structure in a fast and reliable manner by using molecular markers. We here used 10 random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers to analyze the genetic diversity and population structure of 59 samples of capirona that were sampled from four provinces located in the eastern region of the Peruvian Amazon. A total of 186 bands were manually scored, generating a 59 × 186 presence/absence matrix. A dendrogram was generated using the UPGMA clustering algorithm, and, similar to the principal coordinate analysis (PCoA), it showed four groups that correspond to the geographic origin of the capirona samples (LBS, Irazola, Masisea, Inapari). Similarly, a discriminant analysis of principal components (DAPC) and STRUCTURE analysis confirmed that capirona is grouped into four clusters. However, we also noticed that a few samples were intermingled. Genetic diversity estimation was conducted considering the four groups (populations) identified by STRUCTURE software. AMOVA revealed the greatest variation within populations (71.56%) and indicated that variability among populations is 28.44%. Population divergence (F_{ST}) between clusters 1 and 4 revealed the highest genetic difference (0.269), and the lowest F_{ST} was observed between clusters 3 and 4 (0.123). RAPD markers were successful and effective. However, more studies are needed, employing other molecular tools. To the best of our knowledge, this is the first investigation employing molecular markers in capirona in Peru considering its natural distribution, and as such it is hoped that this helps to pave the way towards its genetic improvement and the urgent sustainable management of forests in Peru.



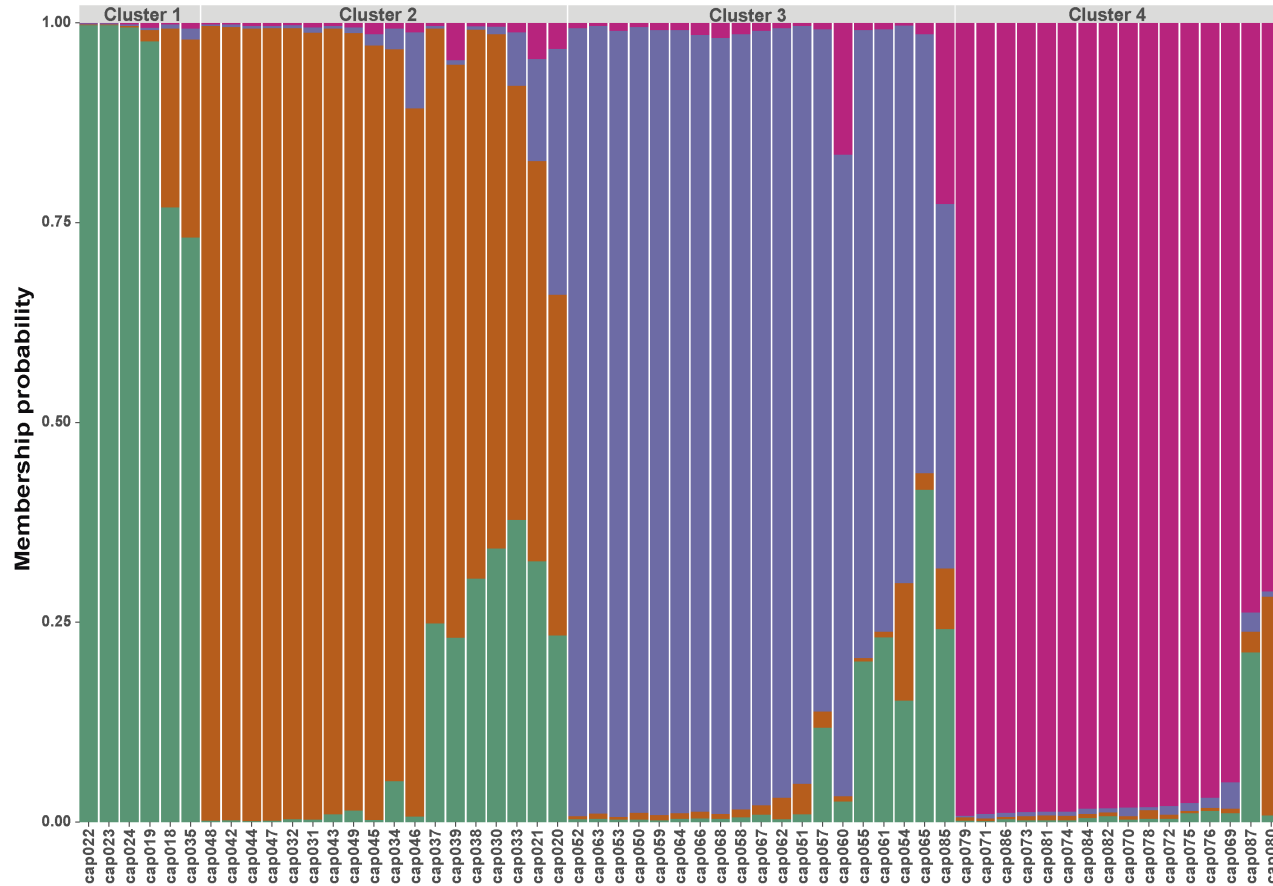
Region (Department)

- Irazola (Ucayali)
- Masisea (Ucayali)
- LBS (San Martin)
- Inapari (Madre de Dios)

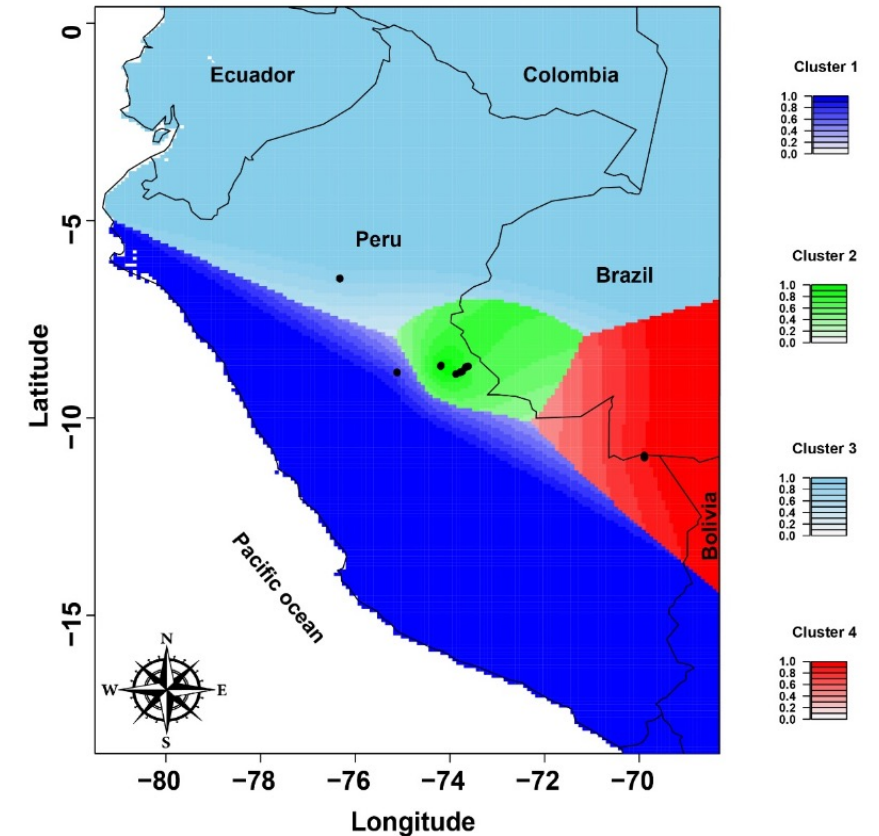
Primer artículo de estudios genéticos en capirona en el Perú
Saldaña et al. 2021. *Forest* 12(8), 1125.

Dendrograma de 59 muestras de capirona basado en 10 marcadores RAPDs
Saldaña et al. 2021. *Forest* 12(8), 1125.

Genómica de Capirona



Análisis de estructura poblacional de capirona.
Saldaña et al. 2021. *Forest* 12(8), 1125.



Ubicación geográfica de los clusters.
Saldaña et al. 2021. *Forest* 12(8), 1125.

Genómica de Capirona



IMPACT FACTOR 4.141

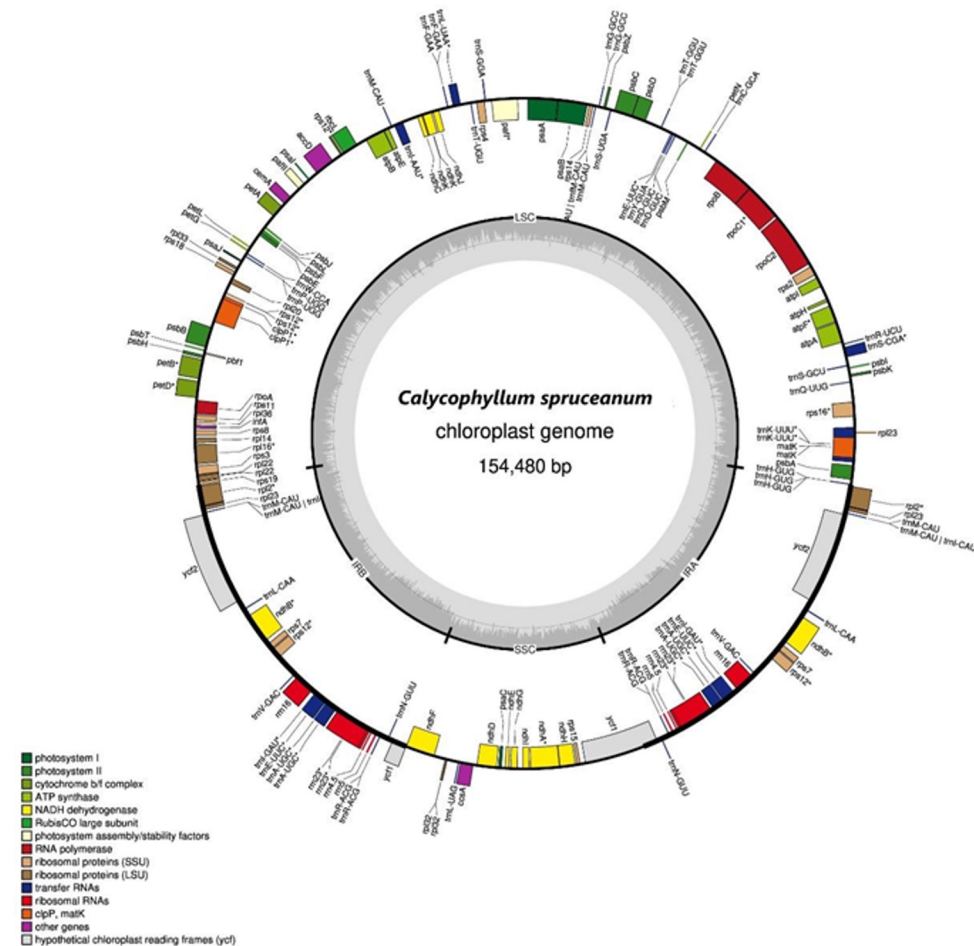
Article

Unlocking the Complete Chloroplast Genome of a Native Tree Species from the Amazon Basin, Capirona (*Calycophyllum Spruceanum*, Rubiaceae), and Its Comparative Analysis with Other Ixoroideae Species

Carla L. Saldaña ¹, Pedro Rodriguez-Grados ^{1,2}, Julio C. Chávez-Galarza ¹, Shefferson Feijoo ³, Juan Carlos Guerrero-Abad ⁴, Héctor V. Vásquez ¹, Jorge L. Maicelo ¹, Jorge H. Jhoncon ^{5,6} and Carlos I. Arbizu ^{1,*}

- 1 Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima 15024, Peru; carla18317@gmail.com (C.L.S.); pmrg1711@gmail.com (P.R.-G.); jchavezgalarza@gmail.com (J.C.-G.); hvasquez@inia.gob.pe (H.V.V.); jmaicelo@inia.gob.pe (J.L.M.)
- 2 Facultad de Ciencias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Av. Mercedes Indacochea Nro. 609, Huacho 15136, Peru
- 3 Estación Experimental Agraria San Bernardo, Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Carretera Cusco, Puerto Maldonado, Tambopata, Madre de Dios 17000, Peru; sfejoo@inia.gob.pe
- 4 Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima 15024, Peru; jguerreroa@inia.gob.pe
- 5 Centro de Investigación de Plantas Andinas y Nativas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Av. Enrique Guzmán y Valle s/n, Lima 15472, Peru; jhoncon@une.edu.pe
- 6 Unidad de Investigación, Perú Maca SAC, Panamericana Sur KM. 37.2 Mz. D1. Lote 03A, Lima 15823, Peru

Abstract: Capirona (*Calycophyllum spruceanum* Benth.) belongs to subfamily Ixoroideae, one of the major lineages in the Rubiaceae family, and is an important timber tree. It originated in the Amazon Basin and has widespread distribution in Bolivia, Peru, Colombia, and Brazil. In this study, we obtained the first complete chloroplast (cp) genome of capirona from the department of Madre de Dios located in the Peruvian Amazon. High-quality genomic DNA was used to construct libraries. Pair-end clean reads were obtained by PE 150 library and the Illumina HiSeq 2500 platform. The complete cp genome of *C. spruceanum* has a 154,480 bp in length with typical quadripartite structure, containing a large single copy (LSC) region (84,813 bp) and a small single-copy (SSC) region (18,101 bp), separated by two inverted repeat (IR) regions (25,783 bp). The annotation of *C. spruceanum* cp genome predicted 87 protein-coding genes (CDS), 8 ribosomal RNA (rRNA) genes, 37 transfer RNA (tRNA) genes, and one pseudogene. A total of 41 simple sequence repeats (SSR) of this cp genome were divided into mononucleotides (29), dinucleotides (5), trinucleotides (3), and tetranucleotides (4). Most of these repeats were distributed in the non-coding regions. Whole chloroplast genome



Citation: Saldaña, C.L.; Rodriguez-Grados, P.; Chávez-Galarza, J.C.; Feijoo, S.; Guerrero-Abad, J.C.; Vásquez, H.V.; Maicelo, J.L.; Jhoncon, J.H.; Arbizu, C.I. Unlocking the Complete Chloroplast Genome of a Native Tree Species from the Amazon Basin, Capirona (*Calycophyllum Spruceanum*, Rubiaceae), and Its Comparative Analysis with Other Ixoroideae Species. *Genes* **2022**, *13*, 113. <https://doi.org/10.3390/genes13010113>

Academic Editor: Marcial Escudero

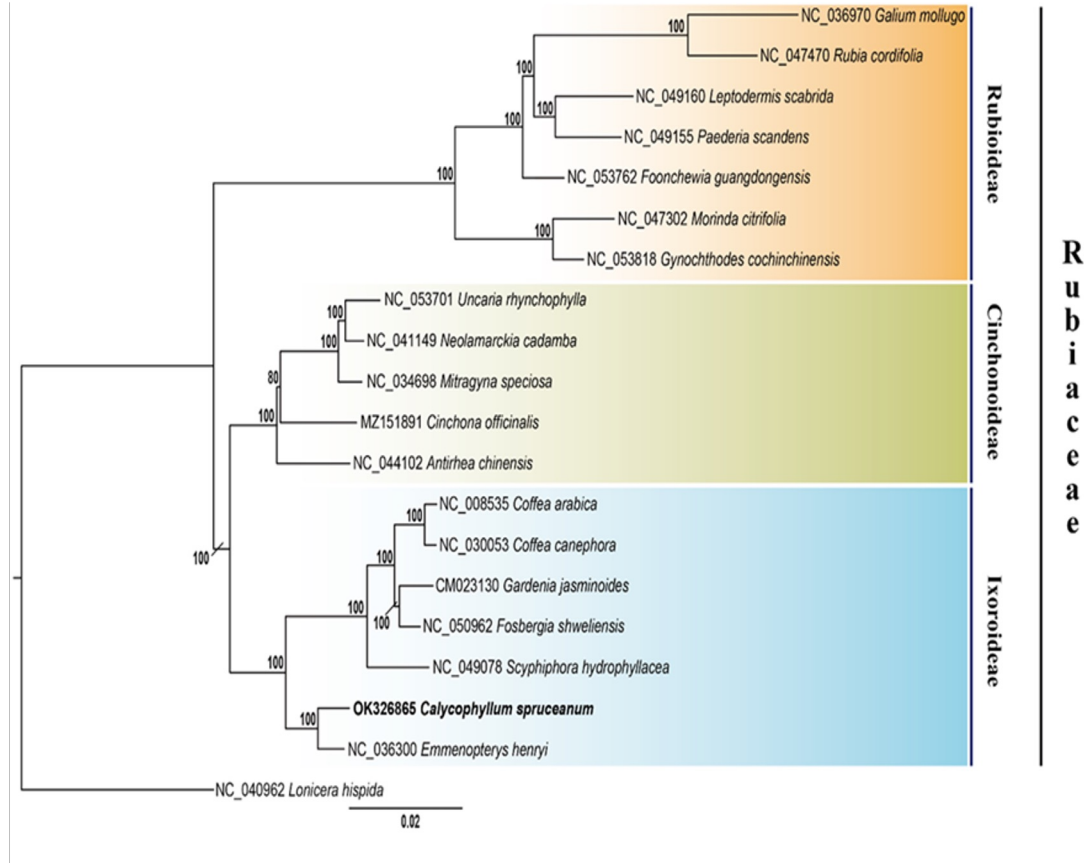
Received: 30 November 2021

Accepted: 5 January 2022

Published: 7 January 2022

Primer reporte del genoma cloroplastidial de capirona.
Saldaña et al. 2022. Genes 13(1), 113

Genómica de Capirona



Calycophyllum spruceanum chloroplast, complete genome

GenBank: OK326865.1

[FASTA](#) [Graphics](#)

Go to: ☐

LOCUS OK326865 154480 bp DNA circular PLN 07-NOV-2021
 DEFINITION Calycophyllum spruceanum chloroplast, complete genome.
 ACCESSION OK326865
 VERSION OK326865.1
 KEYWORDS .
 SOURCE chloroplast Calycophyllum spruceanum
 ORGANISM [Calycophyllum spruceanum](#)
 Eukaryota; Viridiplantae; Streptophyta; Embryophyta; Tracheophyta;
 Spermatophyta; Magnoliopsida; eudicotyledons; Gunneridae;
 Pentapetalae; asterids; lamiids; Gentianales; Rubiaceae;
 Ixoroideae; Condamineae; Calycophyllum.
 REFERENCE 1 (bases 1 to 154480)
 AUTHORS Saldana,C., Arbizu,C., Rodriguez-Grados,P., Chavez-Galarza,J.,
 Feijoo,S., Guerrero-Abad,J.C. and Maicelo-Quintana,J.
 TITLE Unlocking the complete chloroplast genome of capirona
 (Calycophyllum spruceanum Benth., Rubiaceae), a native tree species
 from the Amazon basin
 JOURNAL Unpublished
 REFERENCE 2 (bases 1 to 154480)
 AUTHORS Saldana,C., Arbizu,C., Rodriguez-Grados,P., Chavez-Galarza,J.,
 Feijoo,S., Guerrero-Abad,J.C. and Maicelo-Quintana,J.
 TITLE Direct Submission
 JOURNAL Submitted (28-SEP-2021) Direccion de Desarrollo Tecnológico
 Agrario, Instituto Nacional de Innovacion Agraria, Av. La Molina

Árbol filogenético de genomas cloroplastidiales de 19
especies de la familia rubiácea.

Saldaña *et al.* 2022. Genes 13(1), 113

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore/OK326865>

Genómica del árbol de la quina

La quina peruana en peligro de extinción

El árbol nacional de Perú libra una batalla para sobrevivir

Usado por pueblos prehispánicos de Perú, Colombia, Ecuador y Venezuela como medicina

Cinchona officinalis



Población actual:
De 500 a 600

Propiedades

- ▶ Alcaloide antipirético
- ▶ Antipalúdico
- ▶ Analgésico

Amenazas

- ▶ Deforestación
- ▶ Degradación de los suelos
- ▶ Crecimiento de las fronteras agrícolas

Crece de 3 a 15 metros



Presente en el Escudo Nacional

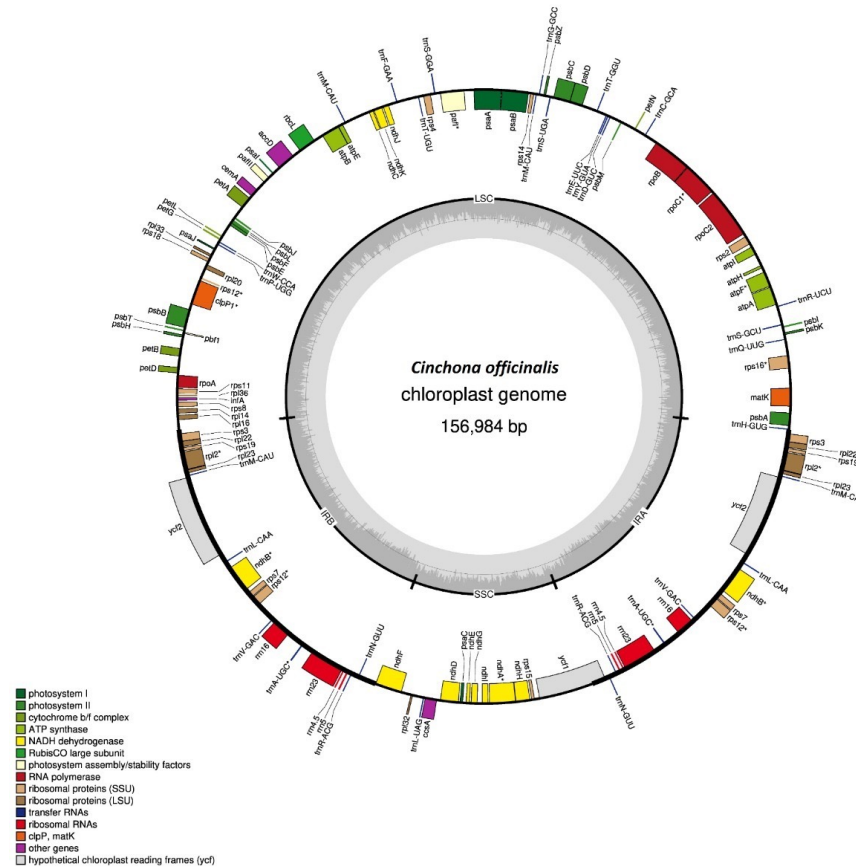
● **Ubicación**
Bosques nublados entre 1.300 a 2.900 metros de altitud



Foto AFP / Roque Rodríguez

* Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro

© AFP



Arbizu et al. 2021. Mitochondrial DNA Part B 6: 2781-2783

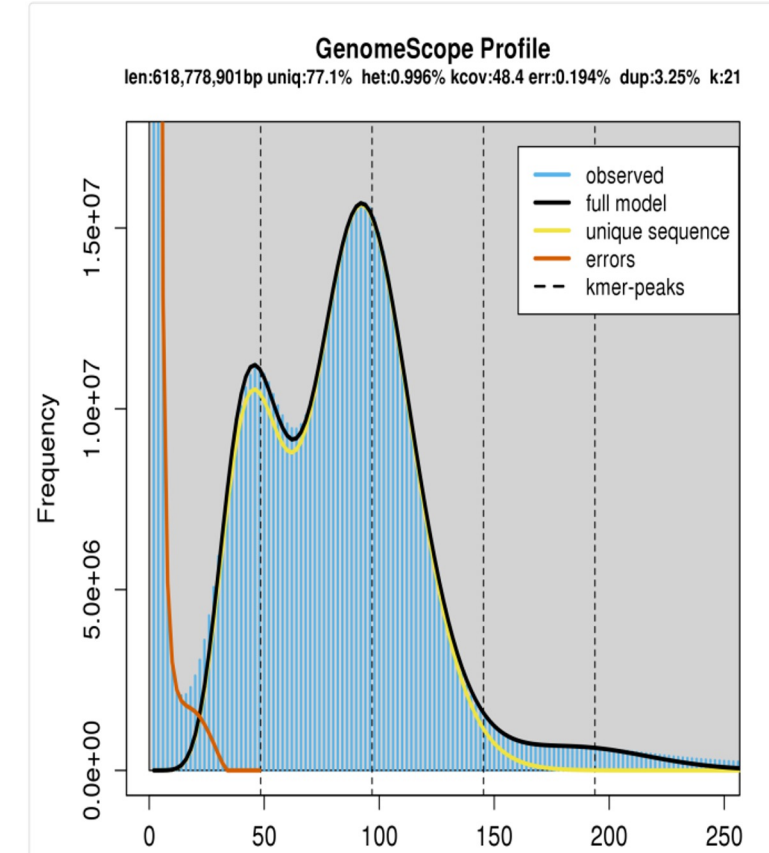
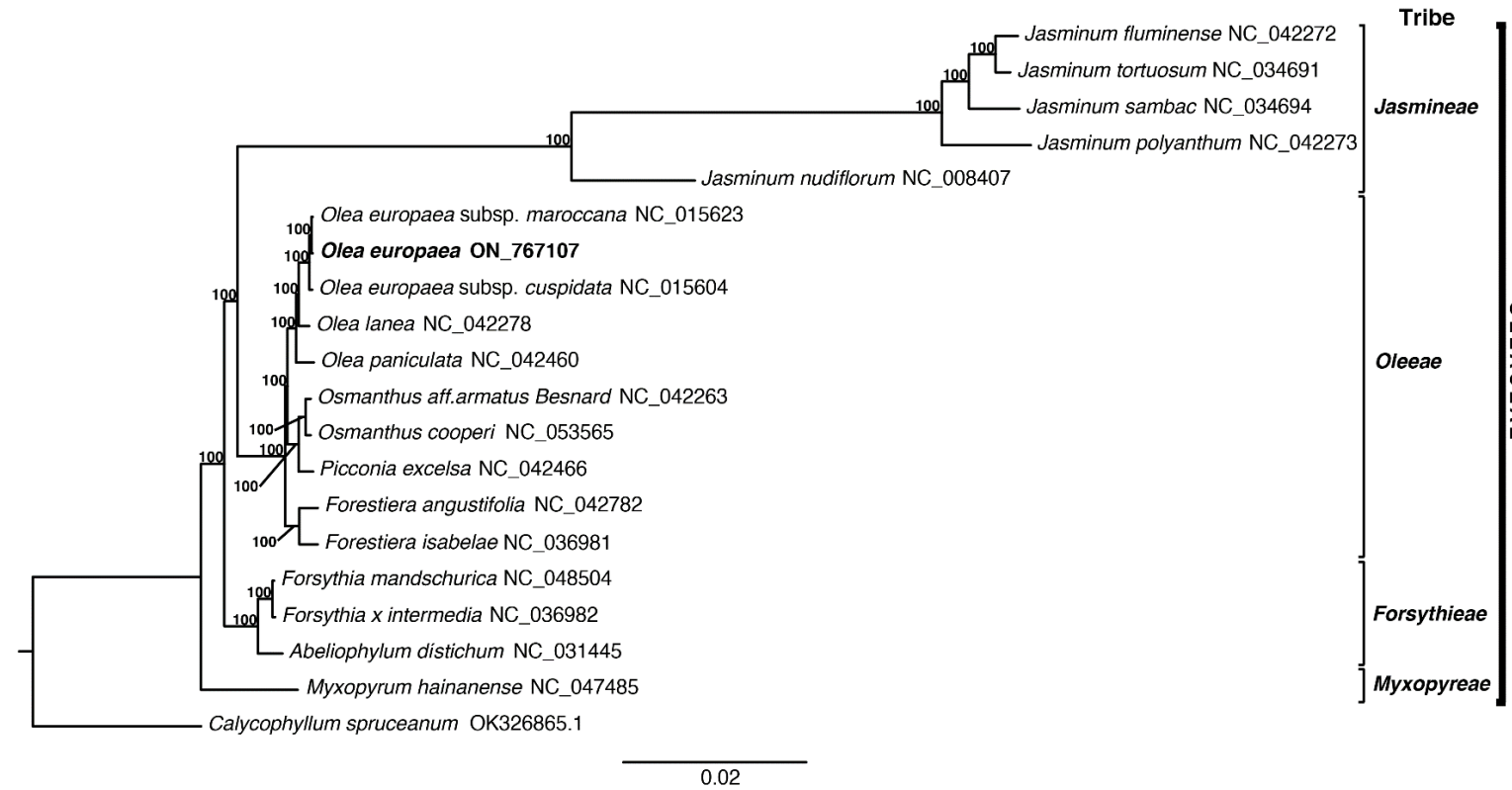
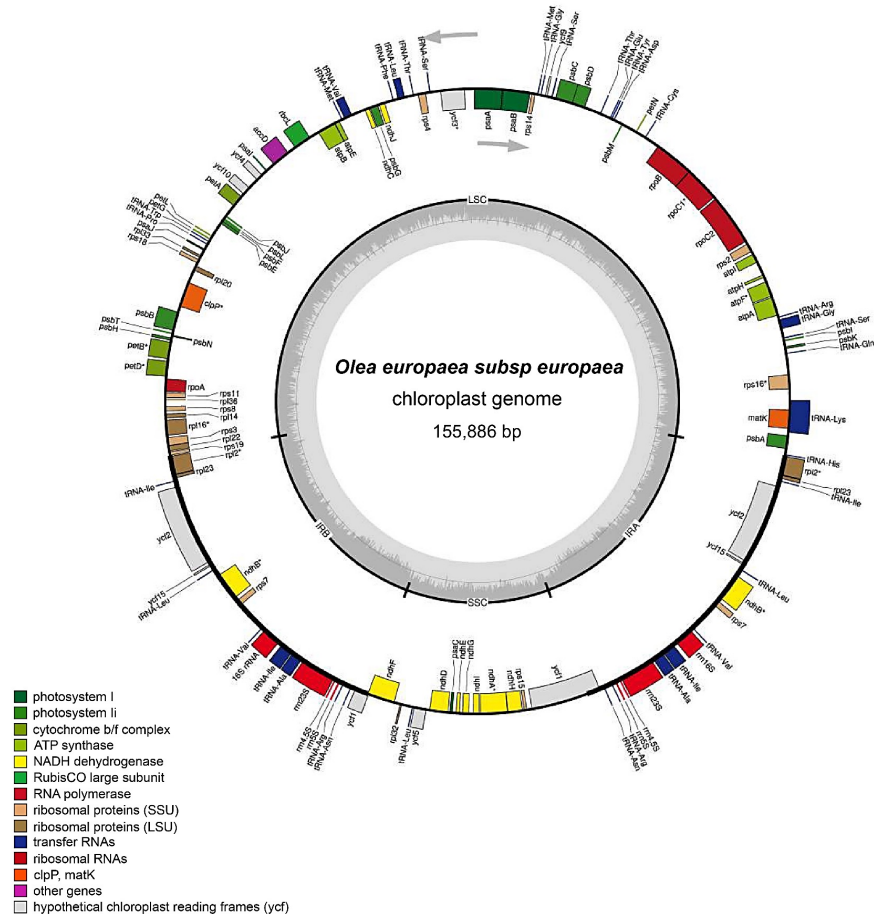


Gráfico del perfil genómico de la quina
Saldaña et al. En preparación.

Genómica en el olivo



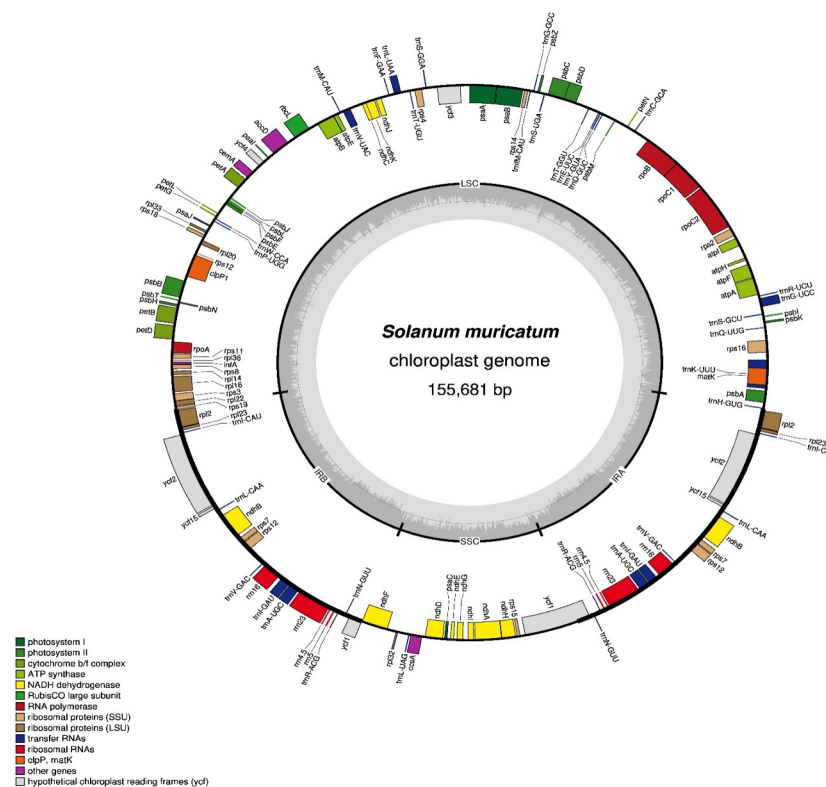
Genoma cloroplastidial de *Olea europea*.
Saldaña et. al. Sometido

Árbol filogenético de *Olea europaea*.
Saldaña et al. Sometido

Genómica del pepino dulce (*Solanum muricatum*)



Pepino dulce



Genoma cloroplastial pepino dulce
Saldaña et al. 2022. *Data* 7: 123.



Article

Revealing the Complete Chloroplast Genome of an Andean Horticultural Crop, Sweet Cucumber (*Solanum muricatum*), and Its Comparison with Other Solanaceae Species

Carla L. Saldaña ¹, Julio C. Chávez-Galarza ^{1,2}, Germán De la Cruz ³, Jorge H. Jhoncon ^{4,5}, Juan C. Guerrero-Abad ⁶, Héctor V. Vásquez ^{1,7}, Jorge L. Maicelo ^{1,7} and Carlos I. Arbizu ^{1,*}

- ¹ Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima 15024, Peru
- ² Departamento Académico de Ciencias Básicas y Afines, Universidad Nacional de Barranca, Av. Toribio de Luzuriaga 376, Urbanización La Florida Mz J, Lima 15169, Peru
- ³ Laboratorio de Genética y Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, Portal Constitución 57, Ayacucho 05003, Peru
- ⁴ Centro de Investigación de Plantas Andinas y Nativas, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Av. Enrique Guzmán y Valle s/n, Lima 15472, Peru
- ⁵ Unidad de Investigación, Wansin Group EIRL, Av. La Marina 800, Lima 15084, Peru
- ⁶ Dirección de Recursos Genéticos y Biotecnología, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima 15024, Peru
- ⁷ Facultad de Zootecnia, Agronegocios y Biotecnología, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas (UNTRM), Chachapoyas 01001, Peru

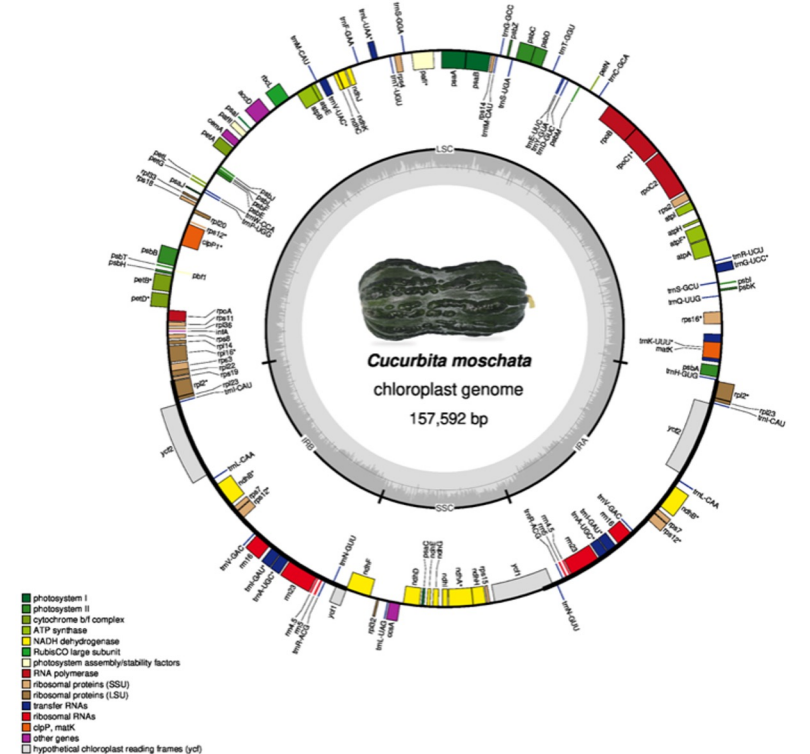
* Correspondence: carbizu@inia.gov.pe

Saldaña et al. 2022. *Data* 7: 123

Genómica en el Loche (*Cucurbita moschata*)



Frutos de loche



Genoma cloroplastidial.
Saldaña et al. En preparación.

Mantenemos colaboraciones con universidades e institutos a nivel nacional e internacional

- Primer genotipado del banco de germoplasma de tarwi utilizando marcadores moleculares basados en secuenciamiento. - *UNALM*. Huaranga et al. 2023. *Diversity* 15: 437. **Publicado**
- Primer reporte del genoma de un árbol milenario de olivo. - *DRGB*. Saldaña et.al. *Mitochondrial DNA Part B: Resources*. **Sometido**
- Desarrollo de un programa de mejoramiento genético de cultivo de ajo (*Allium sativum* L.), aplicando la biotecnología en ecotipos de amplia diversidad adaptados a las condiciones del Valle de Cañete. *Universidad de Cañete*. **En Proceso**

IMPACT
FACTOR
3.031

Article

Assessment of the Genetic Diversity and Population Structure of the Peruvian Andean Legume, Tarwi (*Lupinus mutabilis*), with High Quality SNPs

Amelia Huaranga-Joaquin¹, Carla L. Saldaña², David Saravia^{1,2}, Sady García-Bendezú³, Pedro Rodríguez-Grados⁴, Wilian Salazar², Felix Camarena¹, Pedro Injante² and Carlos I. Arbizu^{2,*}

¹ Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima 15024, Peru

² Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), Av. La Molina 1981, Lima 15024, Peru

³ Departamento de Suelos, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, Lima 15024, Peru

⁴ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Av. Mercedes Indacochea Nro. 609, Huacho 15136, Peru

* Correspondence: carbizu@inia.gob.pe

Abstract: *Lupinus mutabilis* Sweet (Fabaceae), “tarwi” or “chocho”, is an important grain legume in the Andean region. In Peru, studies on tarwi have mainly focused on morphological features; however, they have not been molecularly characterized. Currently, it is possible to explore the genetic parameters of plants with reliable and modern methods such as genotyping by sequencing (GBS). Here, for the first time, we used single nucleotide polymorphism (SNP) markers to infer the genetic diversity and population structure of 89 accessions of tarwi from nine Andean regions of Peru. A total of 5922 SNPs distributed along all chromosomes of tarwi were identified. STRUCTURE analysis revealed that this crop is grouped into two clusters. A dendrogram was generated using the UPGMA clustering algorithm and, like the principal coordinate analysis (PCoA), it showed two groups that correspond to the geographic origin of the tarwi samples. AMOVA showed a reduced variation between clusters (7.59%) and indicated that variability within populations is 92.41%. Population divergence (F_{st}) between clusters 1 and 2 revealed low genetic difference (0.019). We also detected a negative F_{is} for both populations, demonstrating that, like other *Lupinus* species, tarwi also depends on cross-pollination. SNP markers were powerful and effective for the genotyping process in this germplasm. We hope that this information is the beginning of the path towards a modern genetic



Citation: Huaranga-Joaquin, A.; Saldaña, C.L.; Saravia, D.; García-Bendezú, S.; Rodríguez-Grados, P.; Salazar, W.; Camarena, F.; Injante, P.; Arbizu, C.I. Assessment of the Genetic Diversity and Population Structure of the Peruvian Andean Legume, Tarwi

Manejo de pastizales y especies forestales (campos silvopastoriles)



Reforestación de bosques con tecnología



El árbol de la quina

Forma parte de nuestro Escudo Nacional.

Pertenece al género: **Cinchona**

17 de las 24 Cinchonas especies del árbol de la quina crecen en el Perú.

La quina llega a medir 24 metros de alto.

Su tronco tiene un diámetro de 60 centímetros.

Zonas del país donde se puede encontrar

- Cajamarca:** Jaén, San Ignacio, Chota, Cutervo, Santa Cruz, Hualgayoc y Celendín
- Amazonas**
- Piura:** (Huancabamba)
- Lambayeque:** (Ferret, distrito de Callari)
- Huánuco:** (Tingo María)
- Vicos:** (Valle de los ríos Apurímac, Ene y Mantaro)
- Puno:** (Sandía)

Usos

- El árbol de la quina tiene un componente muy solicitado en el mercado llamado quina, el cual se extrae de la corteza.
- La corteza de la quina se emplea en una serie de preparados medicinales.
- Combate la malaria. La quina corta el ciclo de vida del parásito que la transmite.
- Disminuye cuadros de fiebre.

Las estructuras químicas de la cloroquina y la quina son diferentes.

Quina

Cloroquina

La población de la quina, fuera de las áreas naturales protegidas, se ha reducido a menos del 5% de lo que había antes de la llegada de los españoles.

Fuente: INIA

La República R. Medina

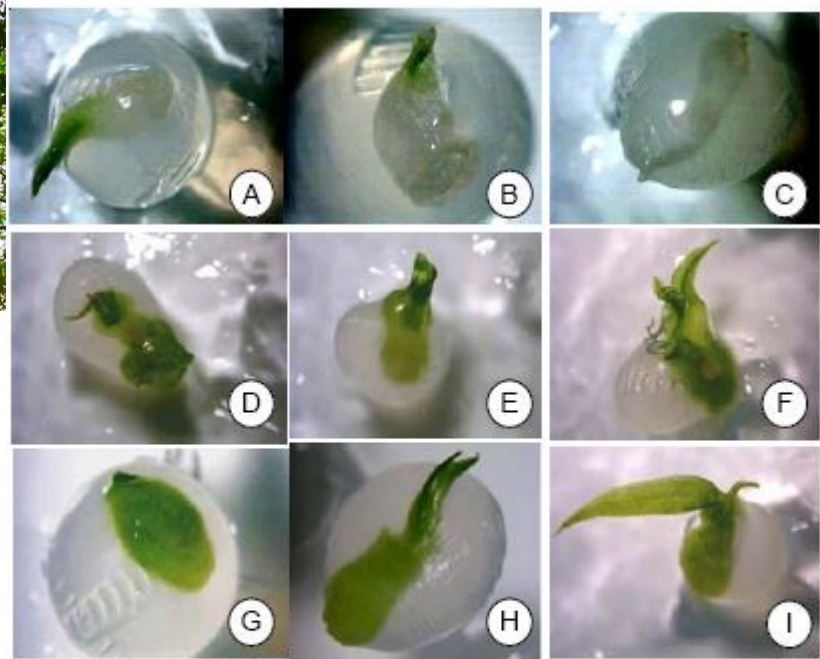


FIGURA 8. Germinación de los embriones somáticos encapsulados a los 30 días de almacenamiento: A) 4°C y sales MS a 37.5 %; B) 4°C y sales MS a 50 %; C) 4 °C y sales MS a 100 %; D) 20 °C y sales MS a 37.5 %; E) incubados a 20 °C y 50 % sales MS; F) 20 °C y sales MS a 100 %; G) 25°C y sales MS a 37.5 %; H) 25 °C y sales Ms a 50%; I) 25°C y sales MS a 100%.



Cortesía de J.F. Martínez





Mantenemos colaboraciones con universidades e institutos a nivel nacional e internacional

- Estudio de genotipado de algarrobo utilizando marcadores SNPs. *Universidad Nacional de la Frontera*. **En proceso.**
- Biotecnología en la ganancia genética de “capirona” *Calycophyllum Spruceanum* (Bent.) y “bolaina” *Guazuma crinita* (Mart.) en la amazonia peruana. *Universidad Nacional de San Martín*. **En proceso.**
- Desarrollo y aplicación de herramientas moleculares modernas en una especie nativa y vulnerable de la Amazonía Peruana, Lupuna (*Ceiba pentandra*). *Universidad Nacional de Ucayali*. **En proceso.**
- Análisis de caracterización molecular en papas nativas. *Universidad Nac. Daniel Alcides Carrión*. **En proceso.**

Equipo de trabajo





PERÚ

Ministerio
de Desarrollo Agrario
y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria



GRACIAS
