



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

# PROGRAMA NACIONAL DE INNOVACIÓN AGRARIA

## PROYECTO PNIA 230\_PI

**Mapeo por asociación de caracteres agronómicos y fisicoquímicos  
en la Colección Nacional de yuca del INIA para revelar su potencial  
en el mejoramiento y la agroexportación**

**FREDY QUISPE JACOBO**



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



## **CONTENIDO**

**Antecedentes**

**Metodologías**

**Caracterización agro-morfológica**

**Caracterización molecular**

**Caracterización química**

**Eventos-publicaciones**

**Conclusiones**

**Recomendaciones**

## RECURSOS HUMANOS

### RESPONSABLE

- Fredy Quispe Jacobo



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

### COLABORADORES INIA

#### Caracterización Agro-morfológica

- Mavel Marcelo Salvador
- Luis Sernaque

#### Conservación In vitro

- Elizabeth Fernandez Huaytalla

#### Caracterización Molecular

- Bianca Vigil Santillana

#### Caracterización Química

- Annie Yumpiri
- Hans Amao Castilla
- Karina Ccapa Ramirez

### COLABORADORES EXTERNOS

- Luis Augusto Becerra López-La Valle (CIAT)



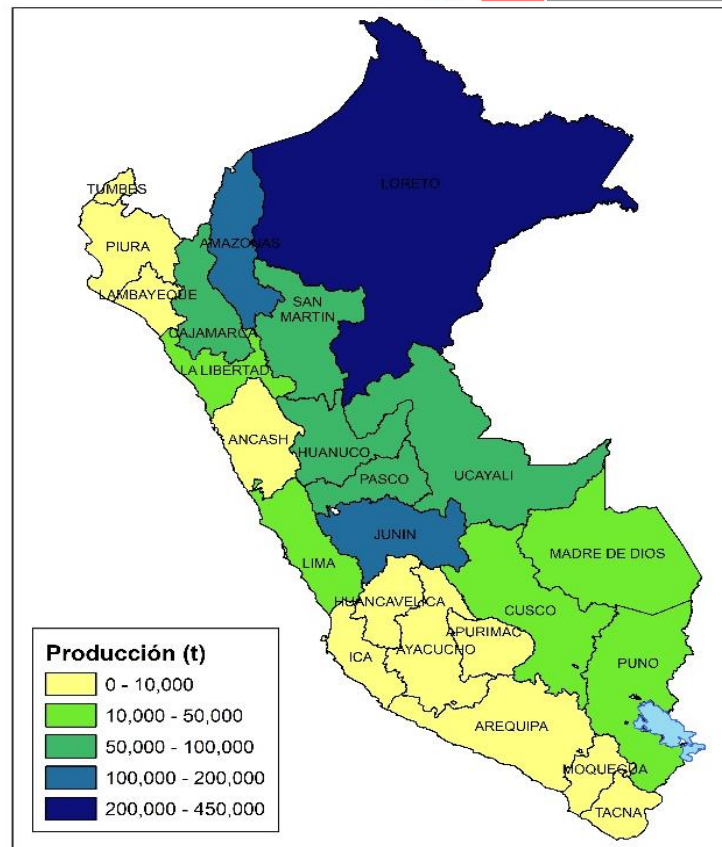
PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

## ANTECEDENTES

- La yuca es el cuarto cultivo importante a nivel mundial después del arroz, trigo y maíz.
- Alimento básico para más de 1000 millones de personas con escasos recursos alrededor del mundo.
- Raíz tuberosa con importancia en seguridad alimentaria en las regiones de la selva alta y baja de nuestro país, con una producción que supera los 1,2 millones de t.

**Fuente:** Minagri, (2019)





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

- Recurso nativo que se conserva en la Colección Nacional de yuca de la EEA Donoso – Huaral del INIA (741 accesiones).
- Limitada información de caracterización agromorfológica, molecular y química de la diversidad conservada.
- Estudio preliminar con 20 accesiones promisorias de yuca (2016).
- Demanda en el mercado nacional e internacional para su procesamiento en la industria alimentaria, química y de biocombustibles.

## YUCA

Materiales promisorios para la seguridad alimentaria

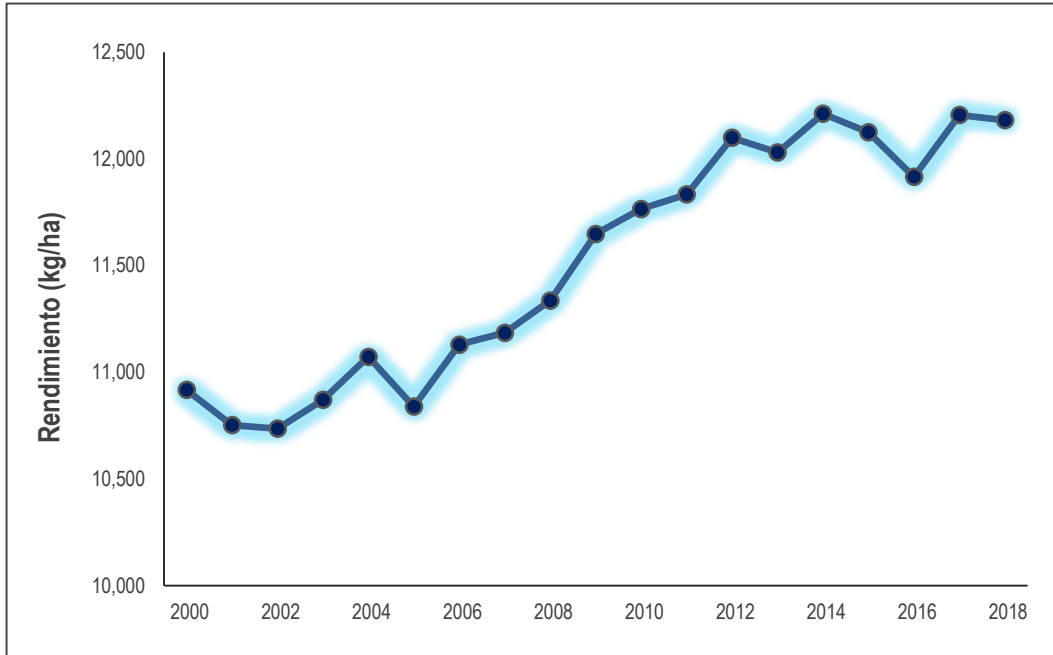


Fredy Quispe, Mavel Marcelo, Bryan Rufino, Karina Ccapa  
Setiembre 2016

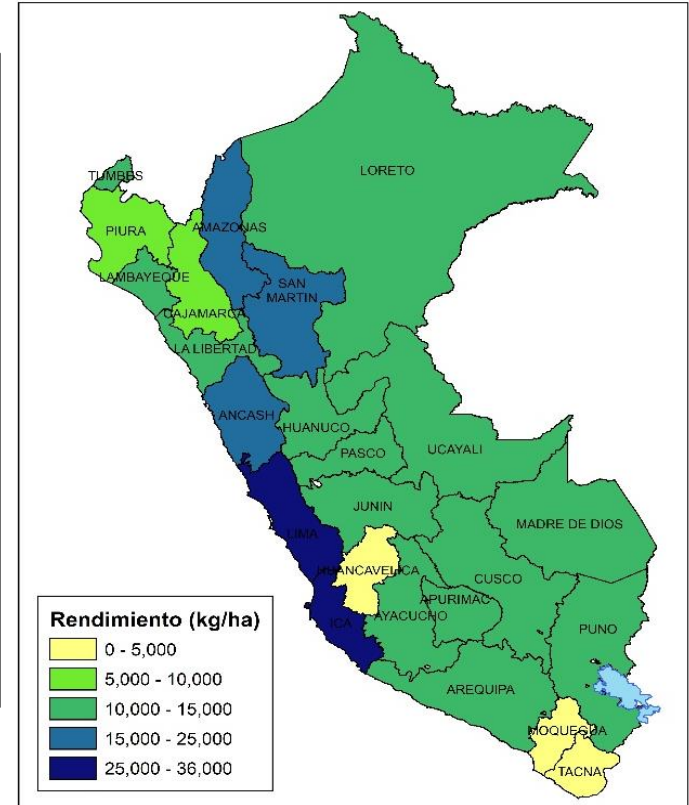


Fuente: [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia\\_plantas/f01-cultivo/2018/yuca.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/tematicas/f-taxonomia_plantas/f01-cultivo/2018/yuca.pdf)

- Bajos rendimientos nacionales en zonas de cultivo de la costa y la selva peruana.



Fuente: Minagri, (2019)

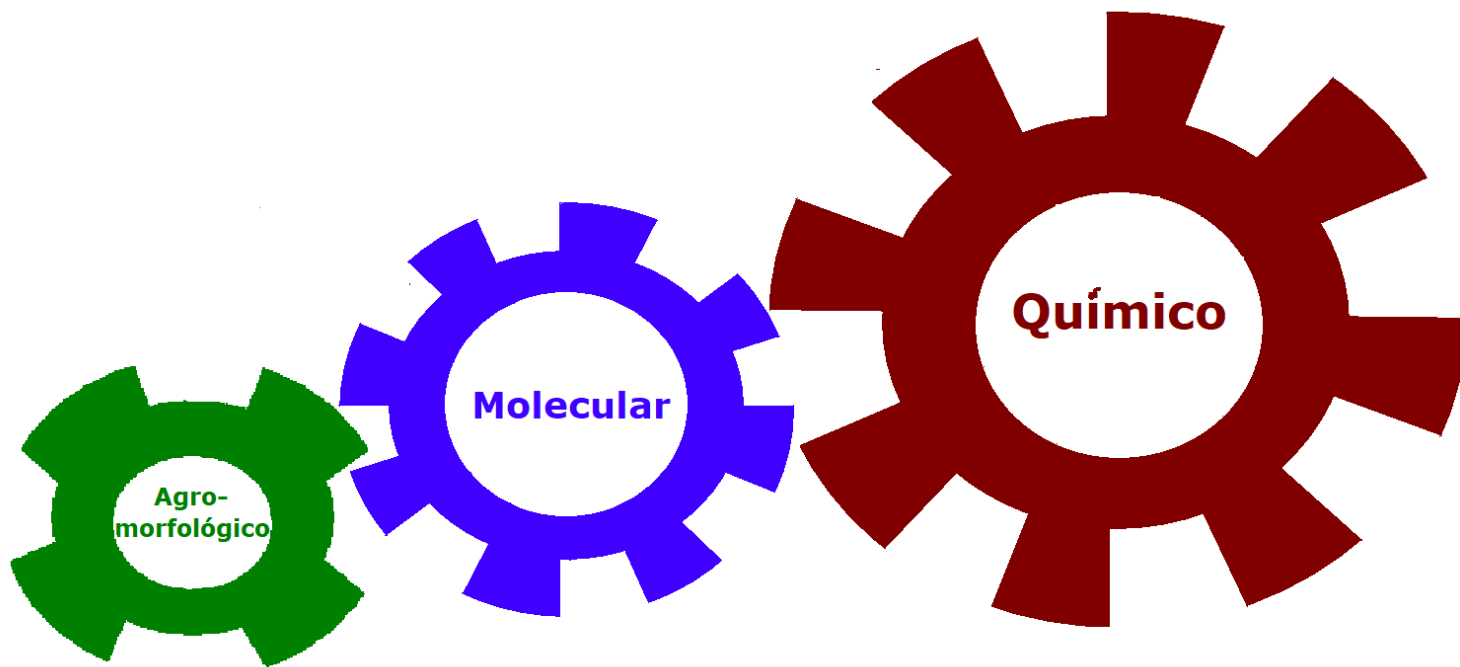




PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

# COMPONENTES





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

# METODOLOGÍAS

## **Caracterización agromorfológica**

Descriptores propios del INIA y los recomendados por Fukuda, Guevara, Kawuki y Ferguson (2010).

Descriptores cualitativos (39),

Descriptores cuantitativos (12).



## **Caracterización molecular**

Extracción de ADN según Doyle Doyle (1987).

Genotipado basado en secuencias de acuerdo a la identificación de polimorfismos de un solo nucleótido (SNPs) realizado en el Centro Genómico de la Universidad de Minnesota de EE.UU.

## **Caracterización química**

Materia seca, acidez titulable, sólidos solubles, almidón (según método químico, enzimático), ácido cianhídrico, color, composición proximal, bioactivos y actividad antioxidante de acuerdo a métodos validados por la AOAC y literatura internacional.

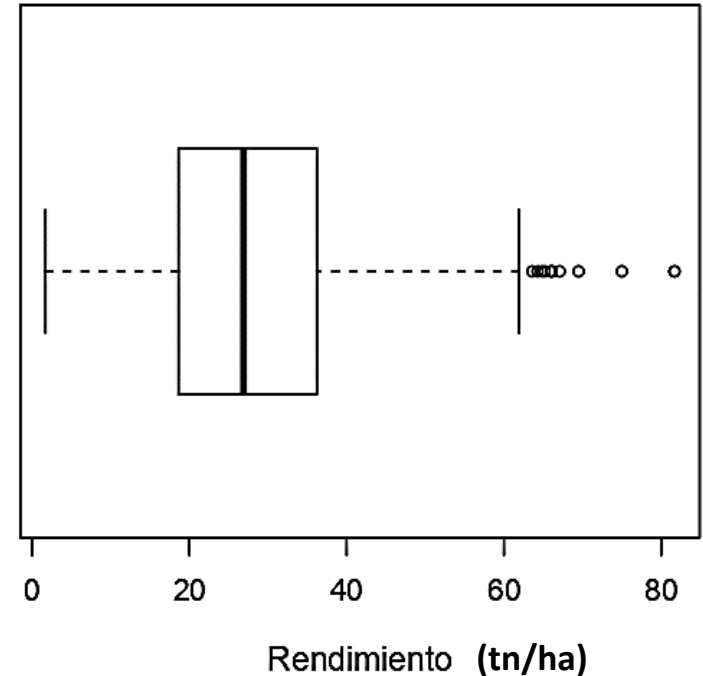
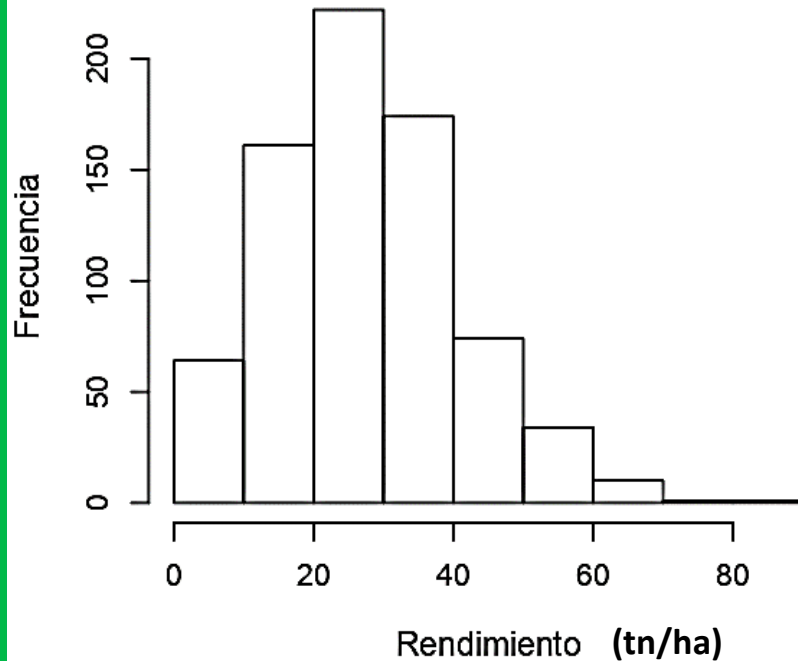


PERÚ

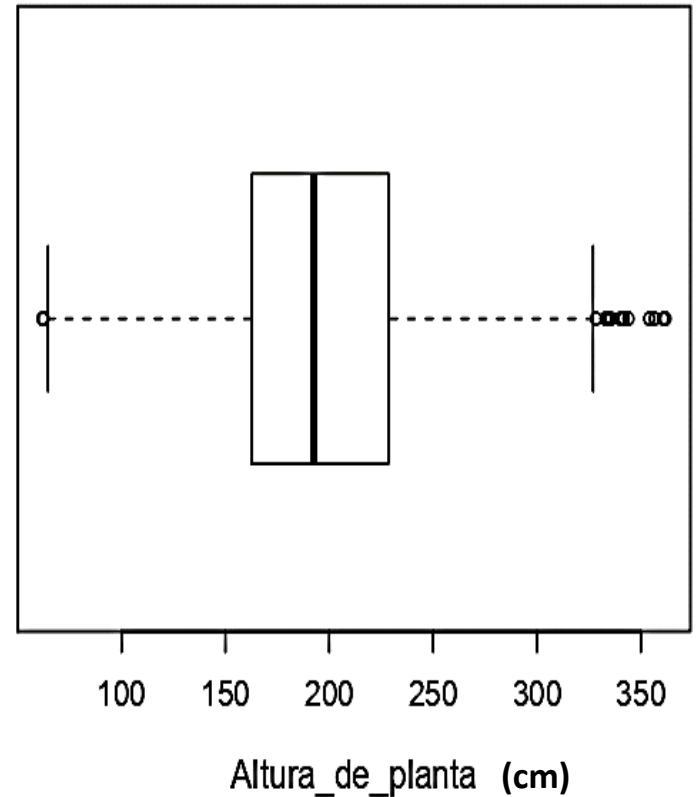
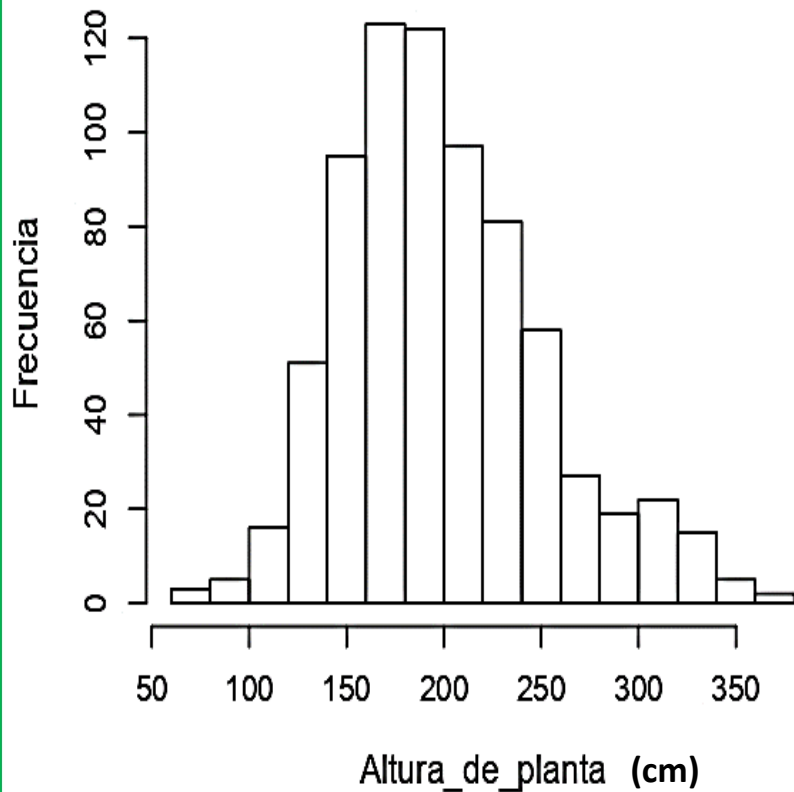
Ministerio  
de Agricultura y Riego

# RESULTADOS

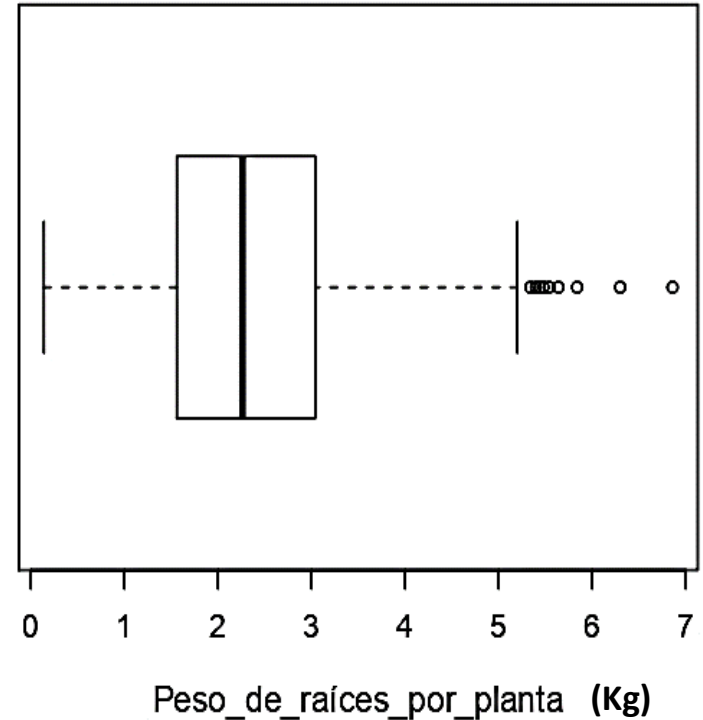
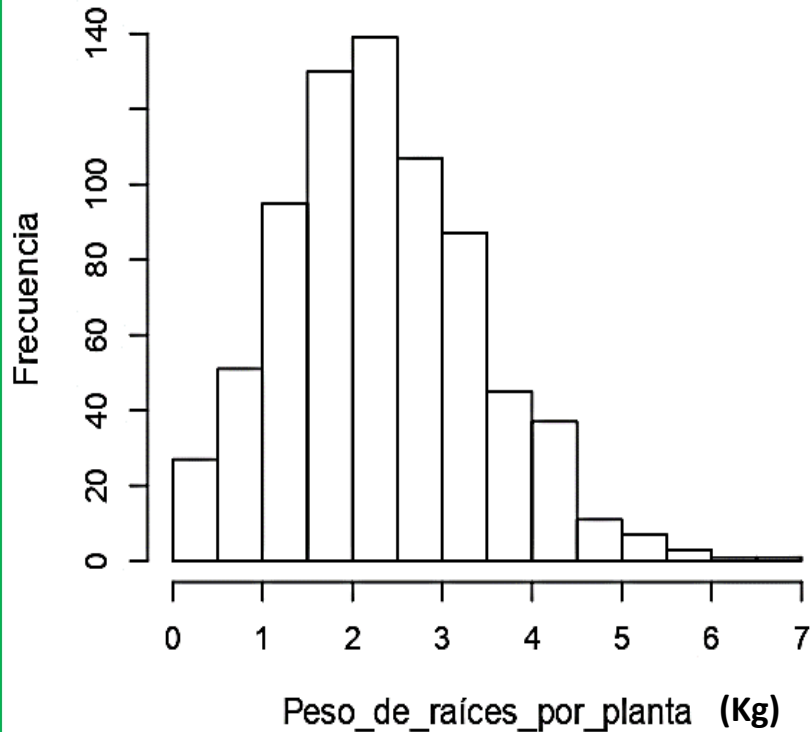
# CARACTERIZACIÓN AGROMORFOLÓGICA



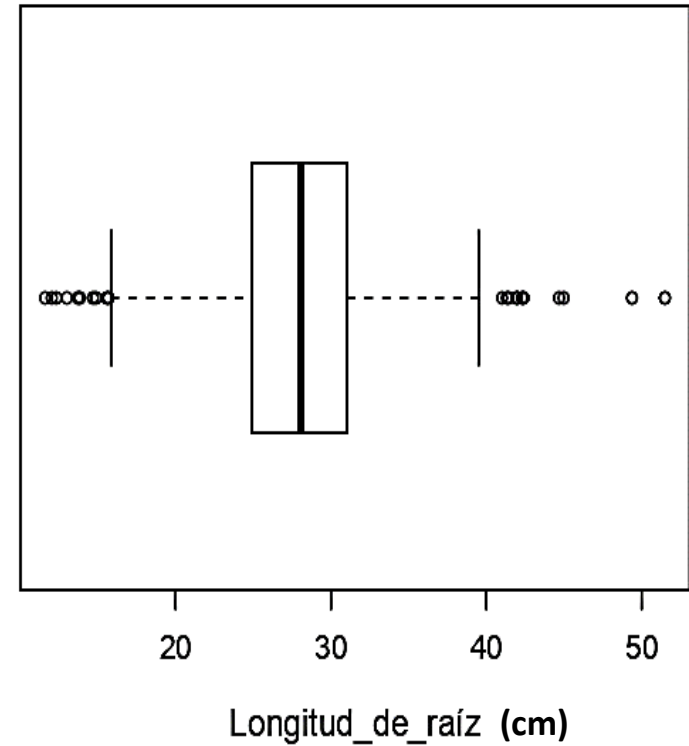
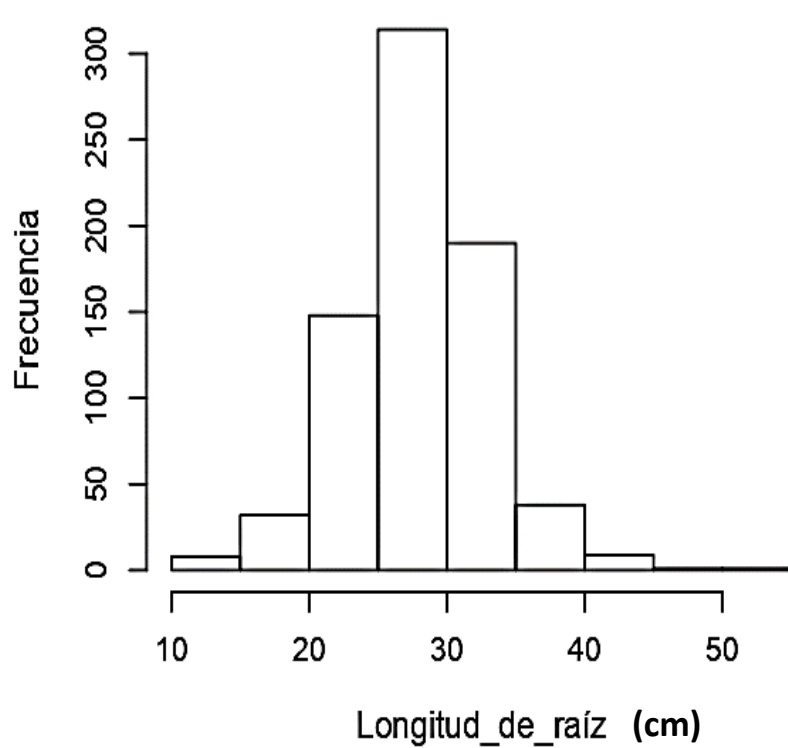
**Histograma y diagrama de caja del rendimiento de raíces reservantes de 741 accesiones de la Colección Nacional de yuca del INIA**



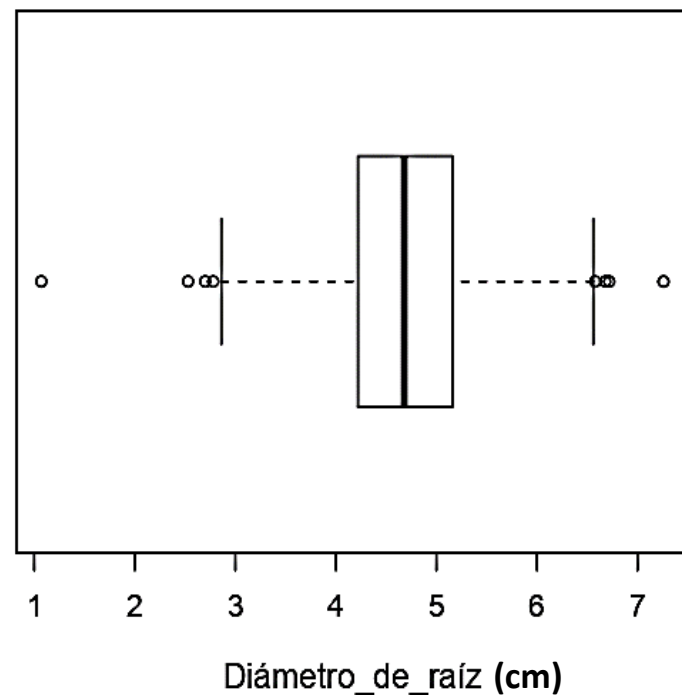
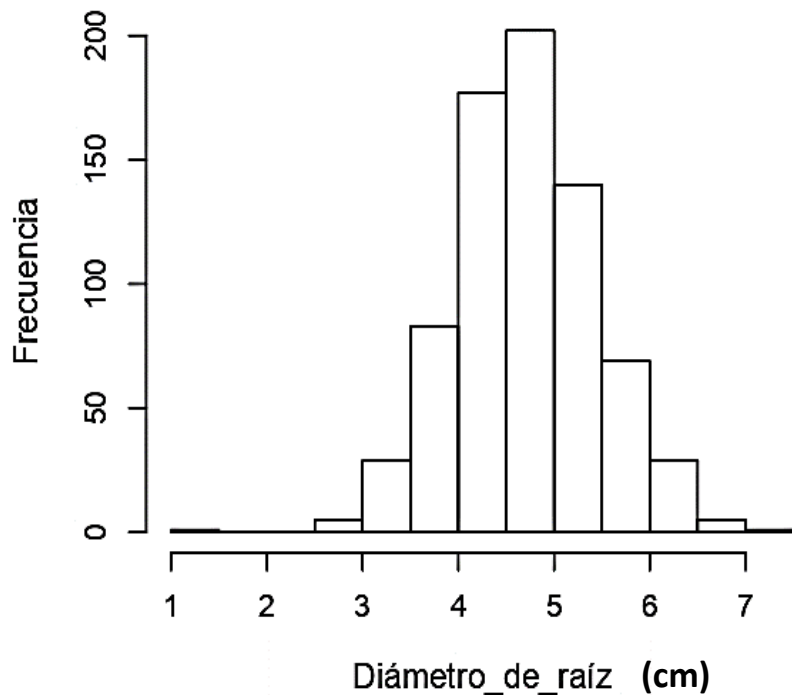
**Histograma y diagrama de caja de la altura de planta de 741 accesiones de la Colección Nacional de yuca del INIA**



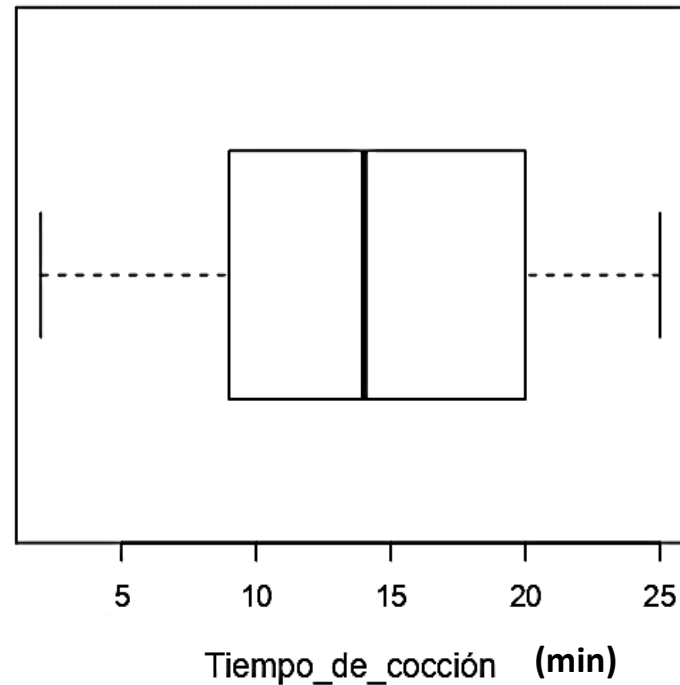
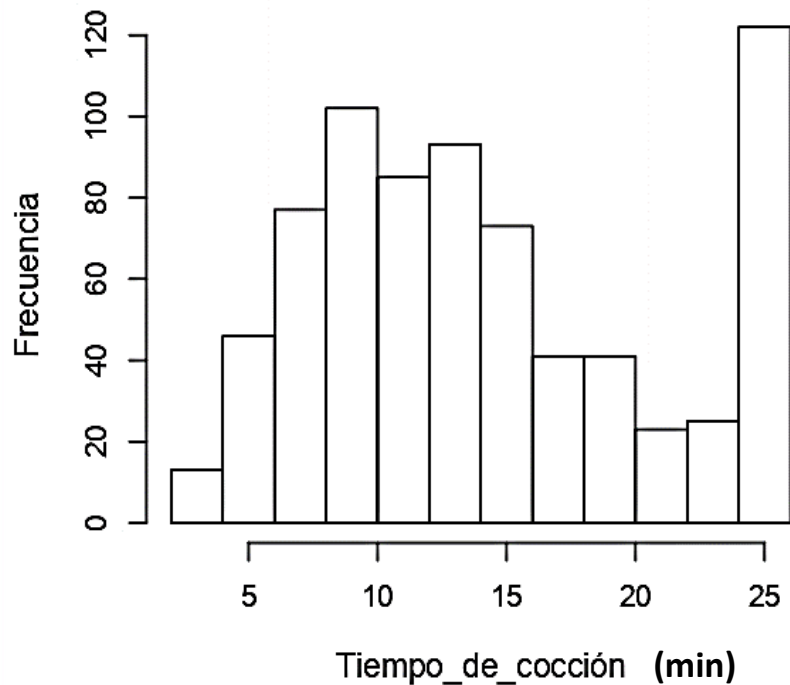
**Histograma y diagrama de caja del peso de raíces por planta de las 741 accesiones de la Colección Nacional de yuca del INIA**



**Histograma y diagrama de caja de la longitud de raíz de las 741 accesiones de la Colección Nacional de yuca del INIA**



**Histograma y diagrama de caja del diámetro de raíz de las 741 accesiones de la Colección Nacional de yuca del INIA**



**Histograma y diagrama de caja del tiempo de cocción de las raíces reservantes de las 741 accesiones de la Colección Nacional de yuca del INIA**



## Estadísticos descriptivos de los descriptores cuantitativos evaluados en la caracterización agromorfológica de la Colección Nacional de yuca del INIA

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio	SD	CV (%)
Rendimiento (tn/ha)	1.70	81.70	27.91	13.20	47.30
Longitud del lóbulo central (cm)	10.14	25.53	16.20	2.53	15.62
Ancho del lóbulo central (cm)	1.02	5.52	3.44	0.80	23.23
Longitud del peciolo (cm)	9.60	43.44	24.61	5.43	22.07
Diámetro del peciolo (cm)	1.40	5.13	3.10	0.55	17.65
Altura de planta (cm)	62.00	361.80	199.23	52.36	26.28
Longitud de entrenudos (cm)	20.57	66.00	38.32	6.96	18.17
Número de raíces por planta	0.00	7.60	2.37	1.40	59.00
Peso de raíces por planta (Kg)	0.14	6.86	2.34	1.11	47.18
Longitud de raíz reservante (cm)	11.60	51.50	27.99	5.05	18.05
Diámetro de raíz reservante (cm)	1.07	7.26	4.71	0.74	15.77
Tiempo de cocción (min)	2	25	14.65	6.40	43.66

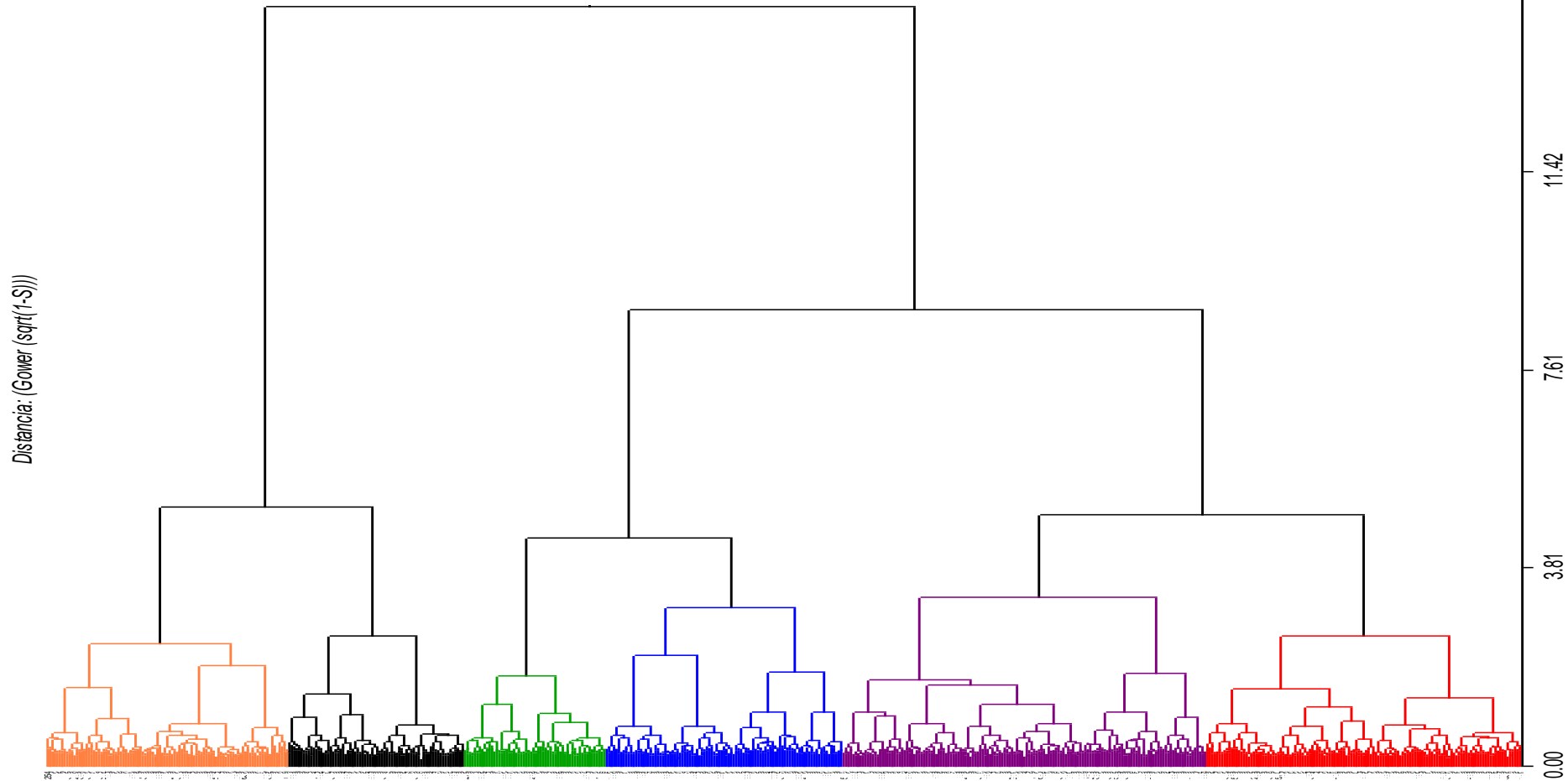


PERÚ

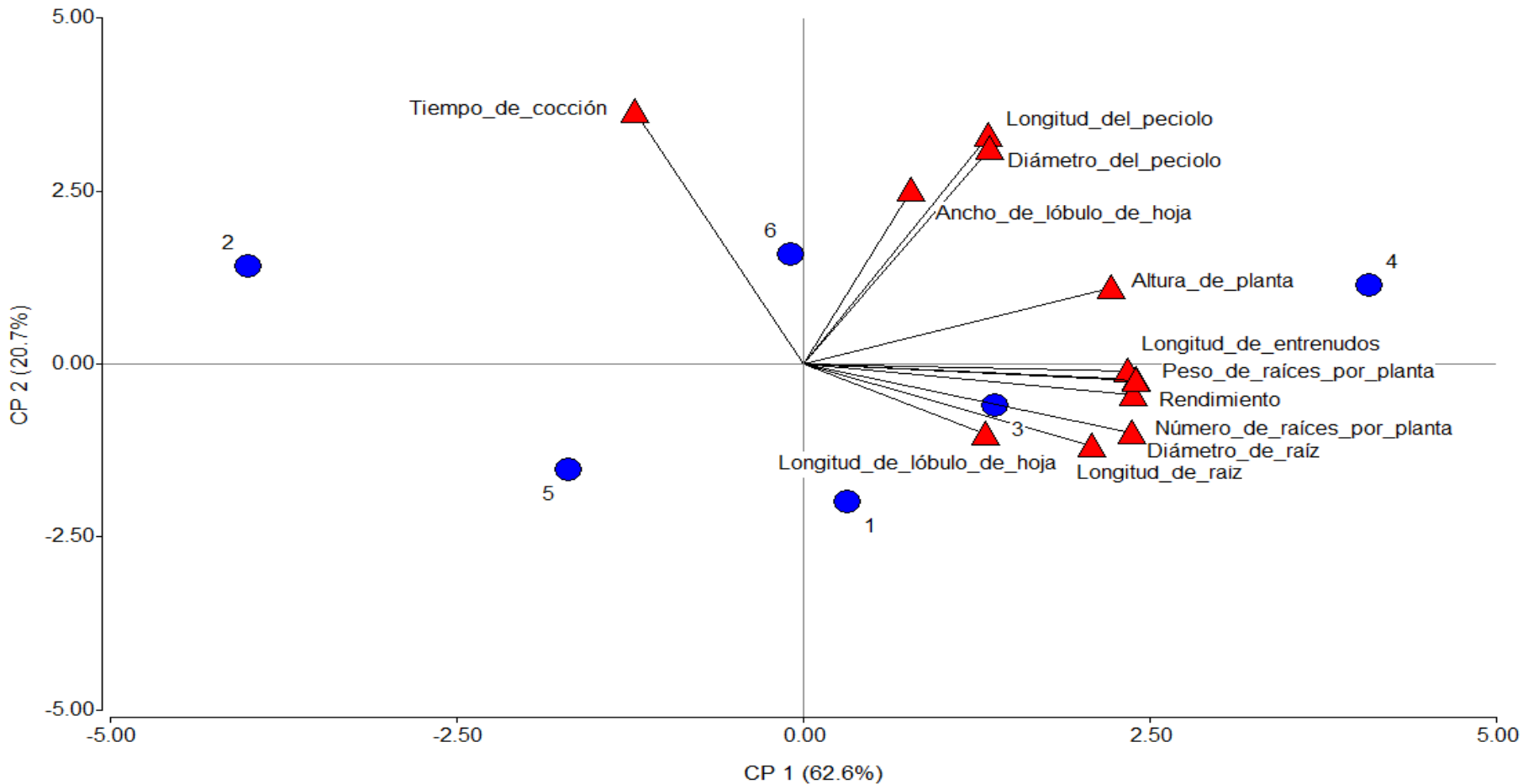
Ministerio  
de Agricultura y Riego

Descriptor	Valor	Frecuencia (%)
Vigor inicial [VI]	1 Regular	3.6
	3 Bueno	58.4
	5 Vigoroso	37.9
Color de hojas apicales sin extenderse [CHA]	3 Verde claro	12.6
	5 Verde oscuro	7.0
	7 Verde con púrpura	63.7
	9 Púrpura	16.7
Forma del lóbulo central [FLC]	1 Ovoide	0.7
	2 Elíptica	23.8
	3 Lanceolada	1.1
	4 Oblanceolada	56.7
	5 Lineal o recta	9.6
	6 Pandurada	6.5
	7 Lineal-Pandurada	1.8
Color del peciolo [CPE]	1 Verde claro	16.9
	2 Verde	17.9
	3 Verde con rojo	12.3
	4 Verde con púrpura	10.1
	5 Rojo	36.7
	6 Púrpura	6.1
Color de hojas maduras [CHM]	3 Verde claro	0.1
	5 Verde oscuro	42.5
	7 Verde con púrpura	52.0
	9 Púrpura	5.1
	11 Otros (especificar)	0.3
Pubescencia del cogollo [PCG]	3 Ausente	79.8
	5 Moderada	10.0
	7 Abundante	10.3
Color de la nervadura de las hojas [CNH]	1 Verde	61.9
	3 Verde con rojo	37.2
	5 Púrpura	0.8

**Análisis de frecuencia de (algunos) descriptores cualitativos en la caracterización agromorfológica de la Colección Nacional de yuca.**



**Distribución de las accesiones de Colección de yuca según dendrograma elaborado con los caracteres cuantitativos de la caracterización agromorfológica. Método de Ward y distancia según Gower.**



**Análisis de componentes principales de los cluster y las variables agromorfológicas cuantitativas evaluadas en las accesiones de la Colección Nacional de yuca.**

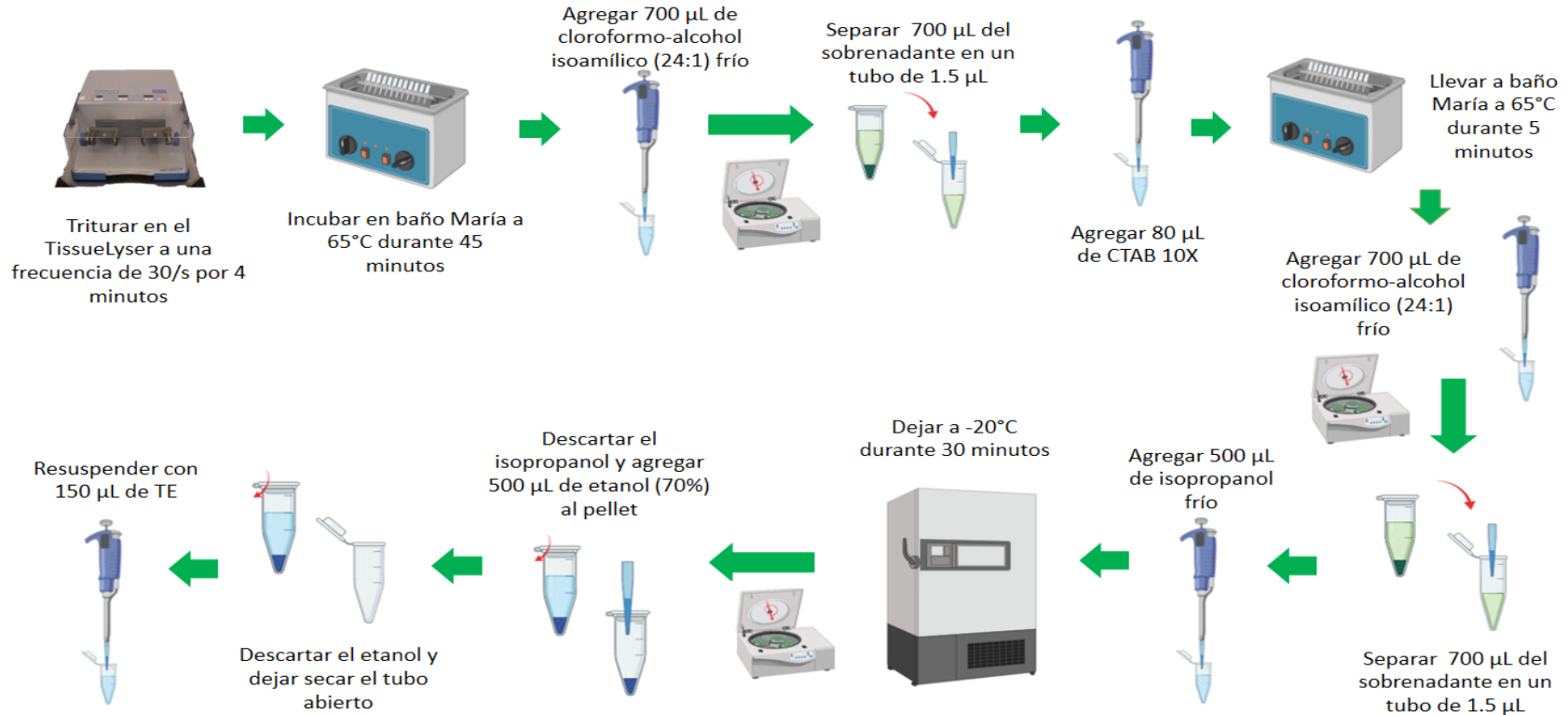
**PERÚ**Ministerio  
de Agricultura y Riego

Código Nacional	Rendimiento (t/ha)	Forma de planta	Pedúnculo de raíz	Forma de raíz	Calidad culinaria	Retención del área foliar
PER 011907	45.49	Paraguas	Corto	Cónica-cilíndrica	Muy bueno	Bueno
PER 011928	45.30	Cilíndrico	Corto	Cónica-cilíndrica	Muy bueno	Bueno
PER 012010	43.45	Cilíndrico	Intermedio	Cilíndrica	Bueno	Bueno
PER 011937	37.71	Erecto	Intermedio	Cónica-cilíndrica	Muy bueno	Bueno
PER 011740	37.30	Paraguas	Corto	Cónica-cilíndrica	Bueno	Bueno
PER 012358	35.66	Cilíndrico	Intermedio	Cilíndrica	Bueno	Intermedio
PER 011698	34.55	Erecto	Intermedio	Cilíndrica	Bueno	Bueno
PER 011699	32.46	Paraguas	Intermedio	Cónica-cilíndrica	Bueno	Intermedio
PER 011727	31.88	Paraguas	Corto	Cónica-cilíndrica	Excelente	Bueno
PER 011690	31.16	Cilíndrico	Intermedio	Cilíndrica	Muy bueno	Intermedio
PER 012011	30.84	Cilíndrico	Corto	Cónica-cilíndrica	Muy bueno	Bueno
PER 011797	27.38	Cilíndrico	Corto	Cónica-cilíndrica	Bueno	Intermedio
PER 011732	26.17	Cilíndrico	Corto	Cónica-cilíndrica	Bueno	Intermedio
PER 011747	25.27	Cilíndrico	Corto	Cónica-cilíndrica	Muy bueno	Bueno
PER 012018	22.73	Cilíndrico	Corto	Cilíndrica	Muy bueno	Intermedio

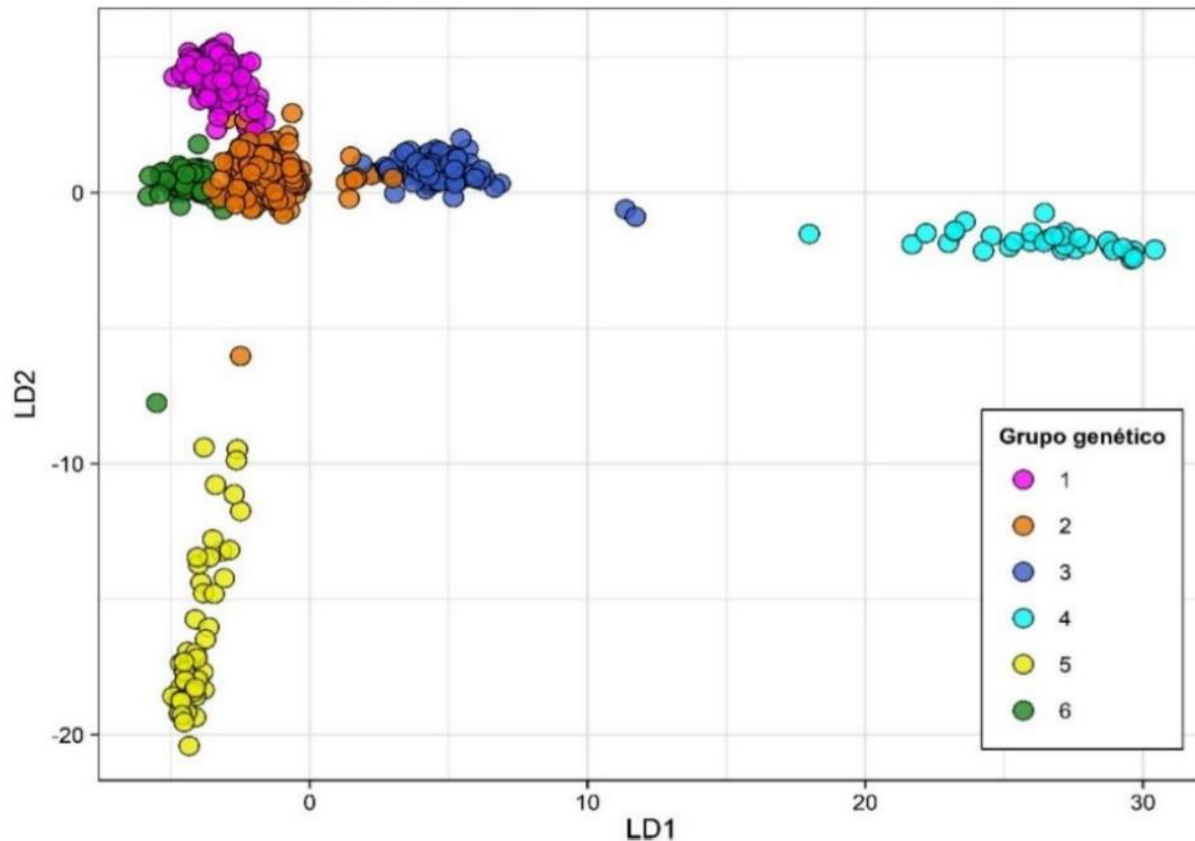
**Tabla de accesiones promisorias de yuca según caracteres agromorfológicos de rendimiento, forma de planta, pedúnculo de raíz, forma de raíz, calidad culinaria y retención de área foliar de la Colección Nacional de yuca.**

# CARACTERIZACIÓN MOLECULAR

- Colecta del material vegetal
- Extracción de ADN
- Calidad del ADN extraído
- Llamado de variantes, GBS
- Filtrado de variantes, SNPs
- Análisis de diversidad Genética
- Análisis de estructura poblacional, DAPC



**Diagrama de flujo del proceso de extracción de ADN a partir de hojas jóvenes de yuca.**



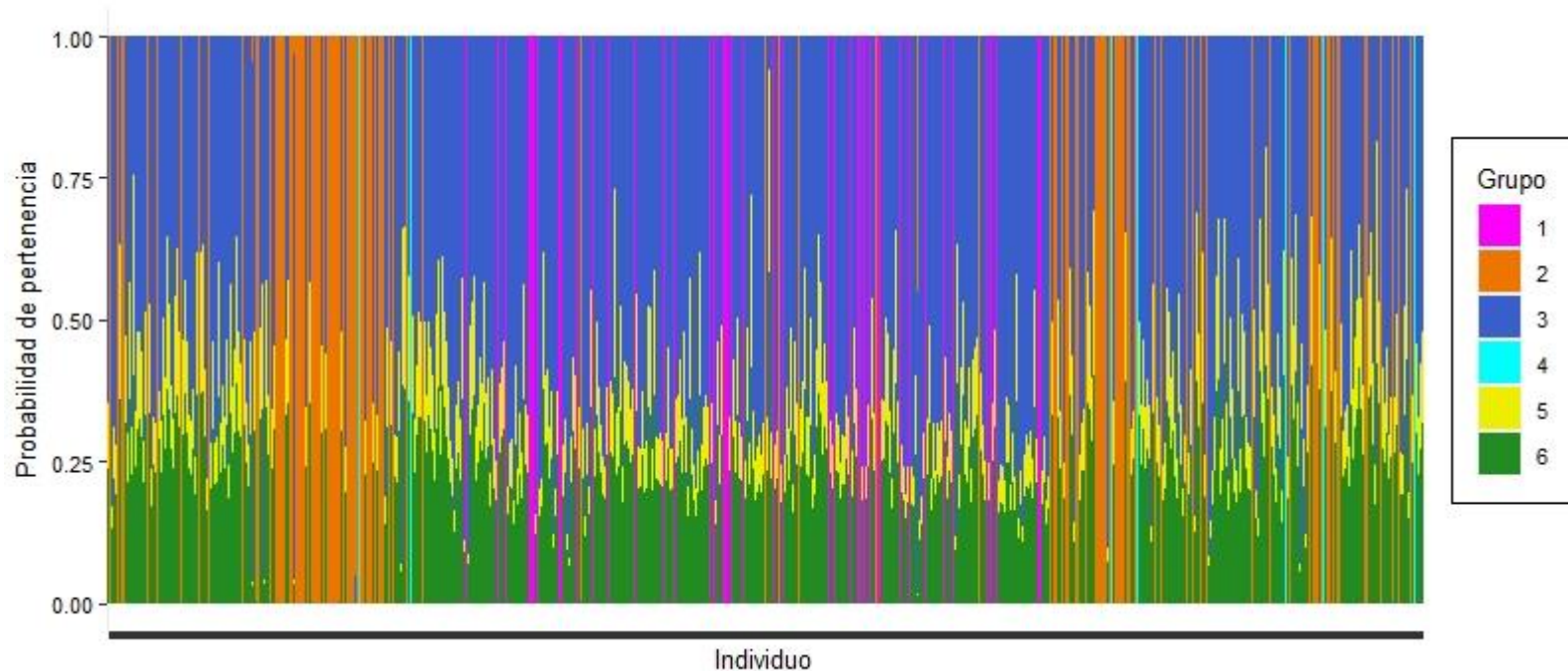
Gráfica del análisis discriminante de componentes principales para establecer la estructura poblacional de la Colección Nacional de yuca





PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



**Gráfica compoplot que representa la probabilidad de pertenencia de cada individuo a los clústeres identificados en el análisis DAPC de la Colección Nacional de yuca**

País / Departamento	Grupo genético					
	1	2	3	4	5	6
Bolivia	3	4	16	1	0	0
Brasil	2	4	26	15	0	0
Colombia	1	3	1	0	0	0
Costa Rica	0	0	1	0	0	0
Ecuador	0	1	3	0	0	0
Paraguay	10	6	6	1	0	0
Perú / Amazonas	0	6	2	1	0	1
Perú / Ancash	3	1	2	0	0	1
Perú / Apurímac	2	3	0	0	0	0
Perú / Arequipa	2	1	0	0	0	0
Perú / Cajamarca	2	3	0	0	0	0
Perú / Cusco	4	4	1	0	0	0
Perú / Huánuco	8	9	2	0	0	2
Perú / Ica	0	0	0	0	0	1
Perú / Junín	3	3	3	0	0	1
Perú / La Libertad	7	9	4	0	0	1
Perú / Lambayeque	4	4	2	0	0	2
Perú / Lima	35	38	24	9	0	0
Perú / Loreto	6	4	1	0	0	0
Perú / Piura	3	4	2	1	0	0
Perú / San Martín	12	57	7	3	0	1
Perú / Tumbes	2	4	1	0	0	0
Perú / Ucayali	5	222	7	2	49	34
<b>Total</b>	<b>114</b>	<b>390</b>	<b>111</b>	<b>33</b>	<b>49</b>	<b>44</b>



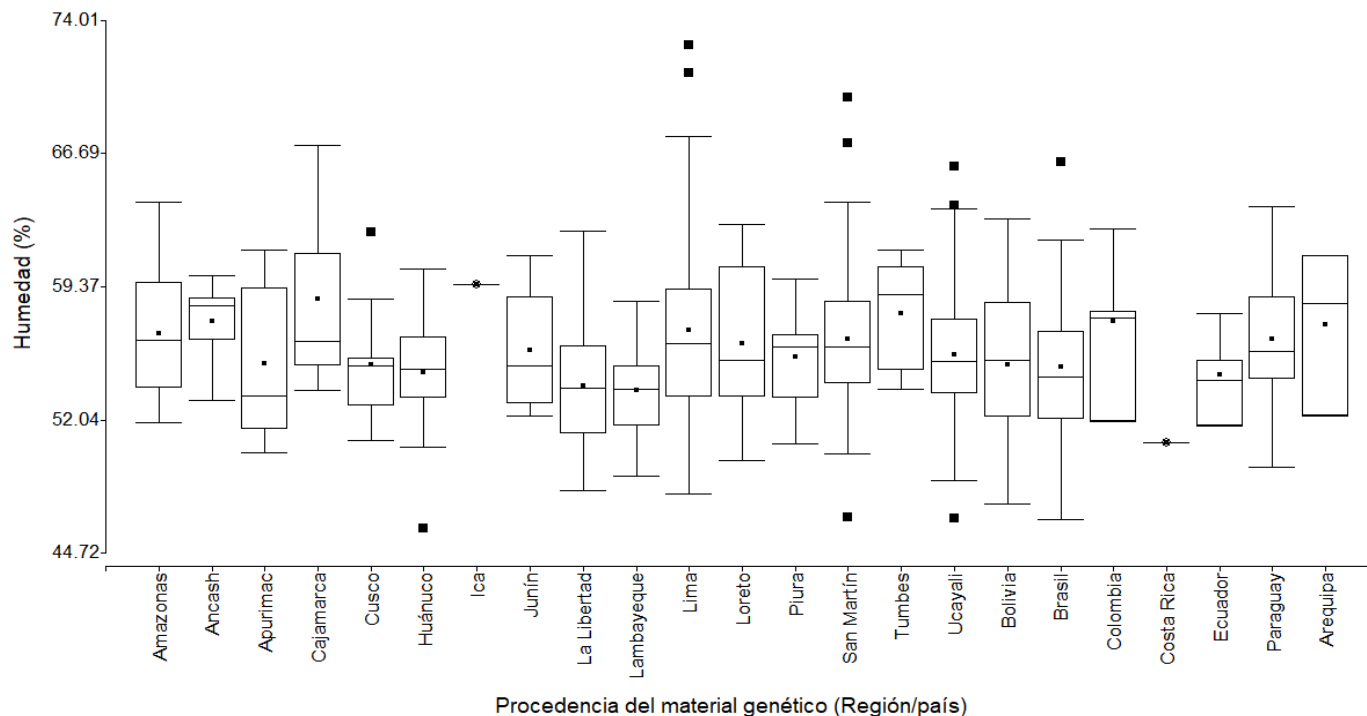
**Conformación de los grupos genéticos identificados en el análisis de estructura poblacional de la Colección Nacional de yuca**

# CARACTERIZACIÓN QUÍMICA



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

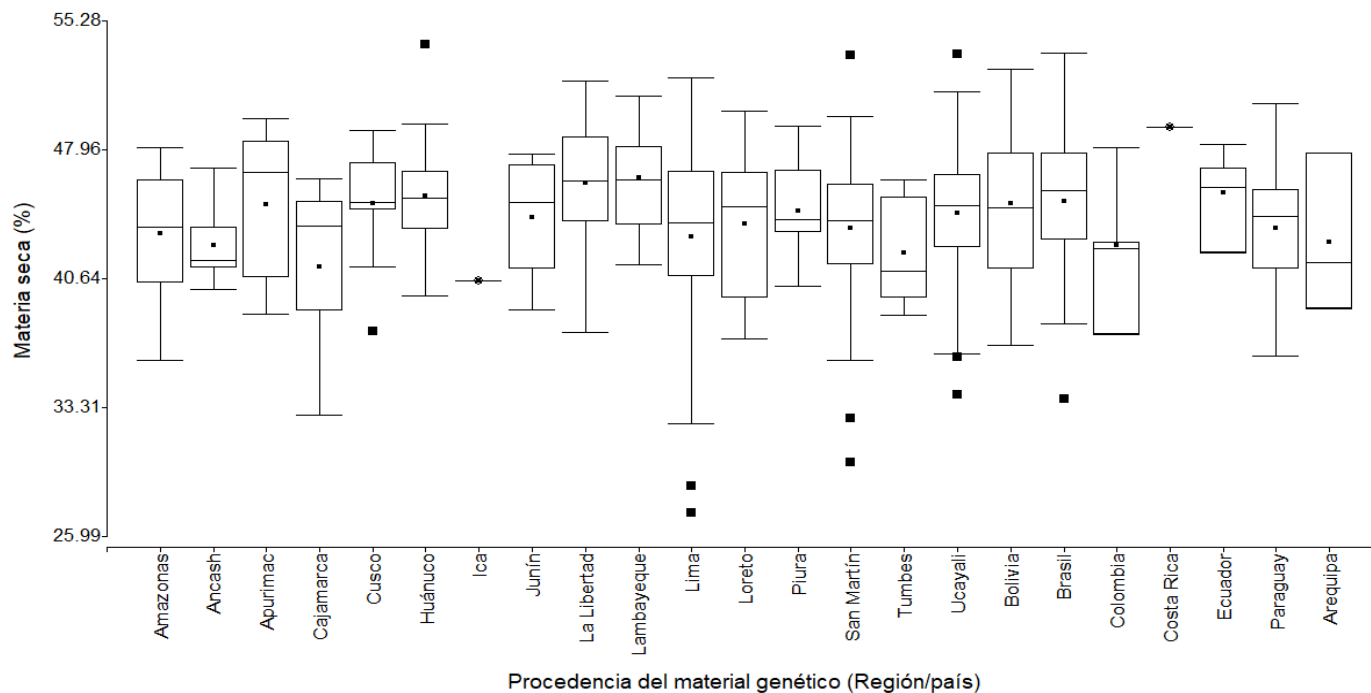


Diagramas de caja de la humedad de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

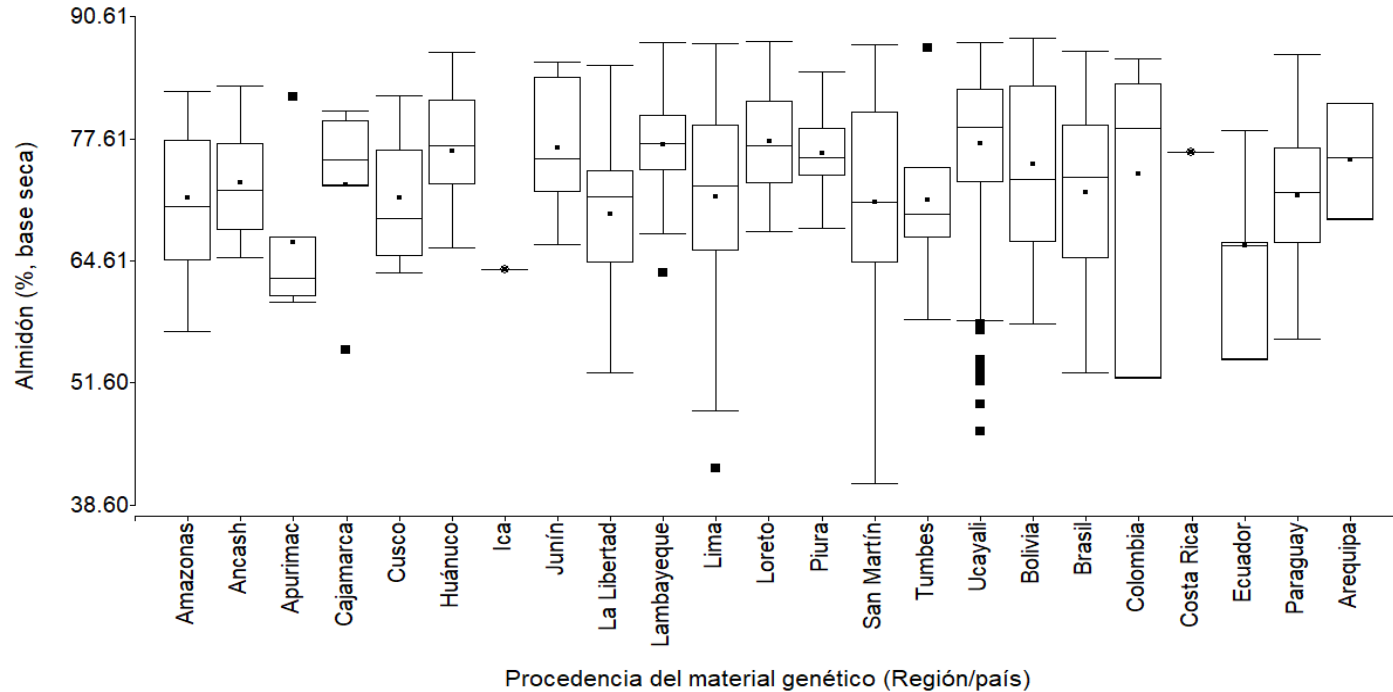


**Diagramas de caja de materia seca de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**

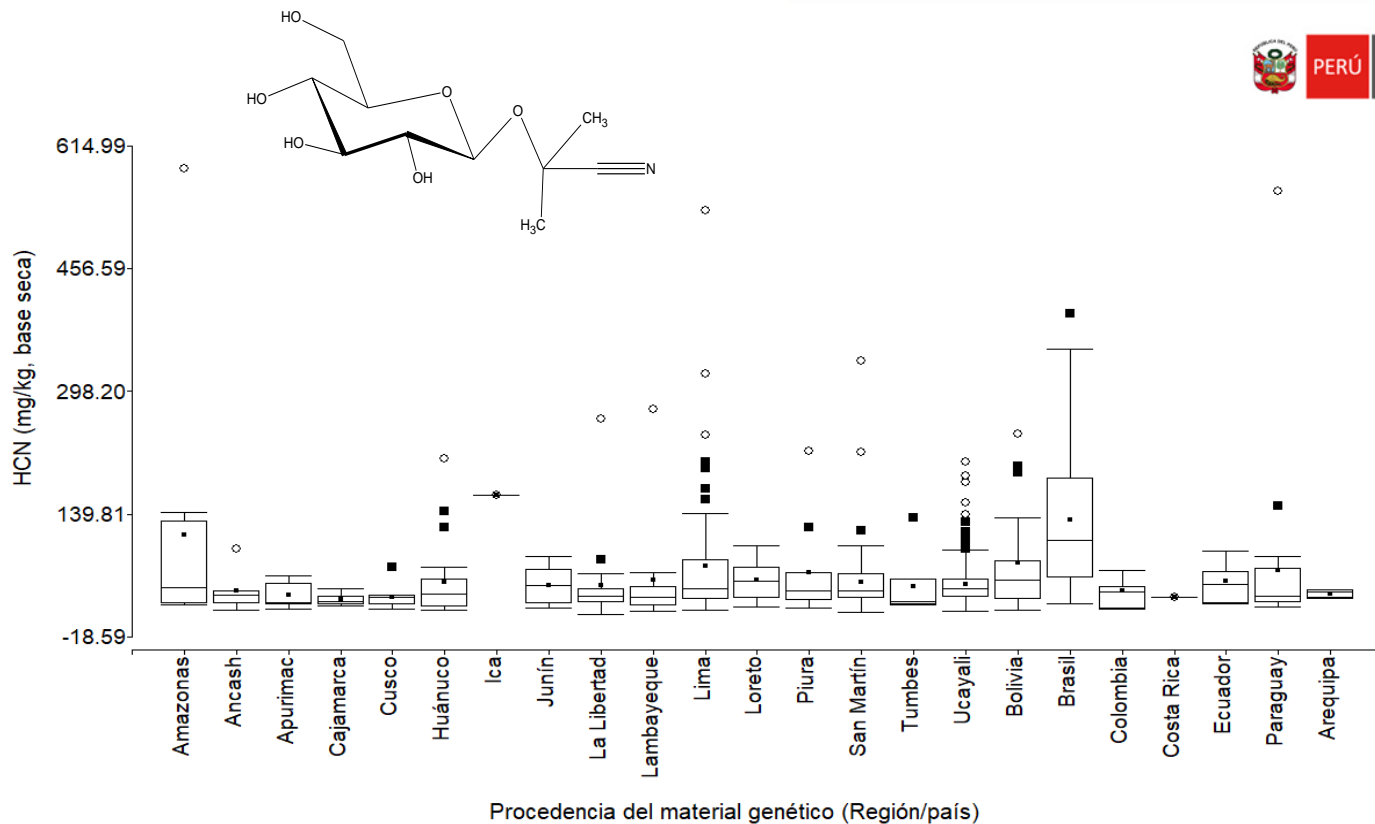


PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



**Diagramas de caja del contenido de almidón de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**

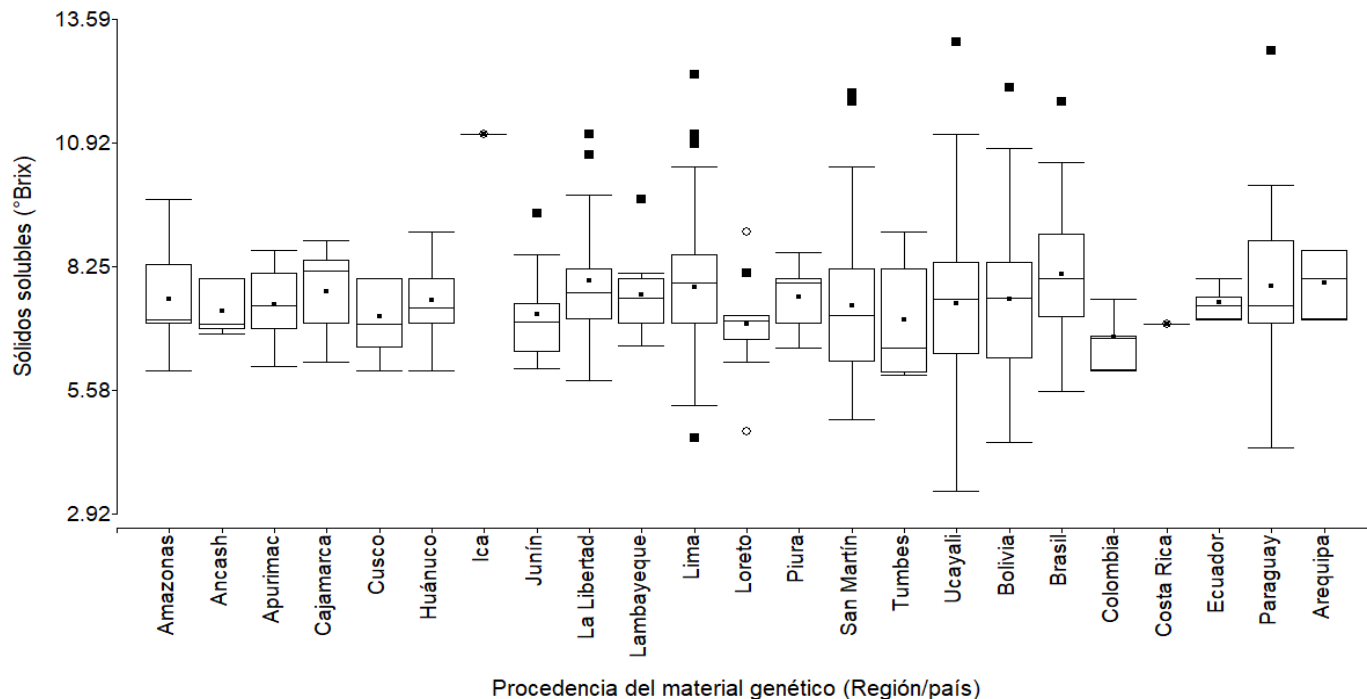


**Diagramas de caja del contenido de ácido cianhídrico de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

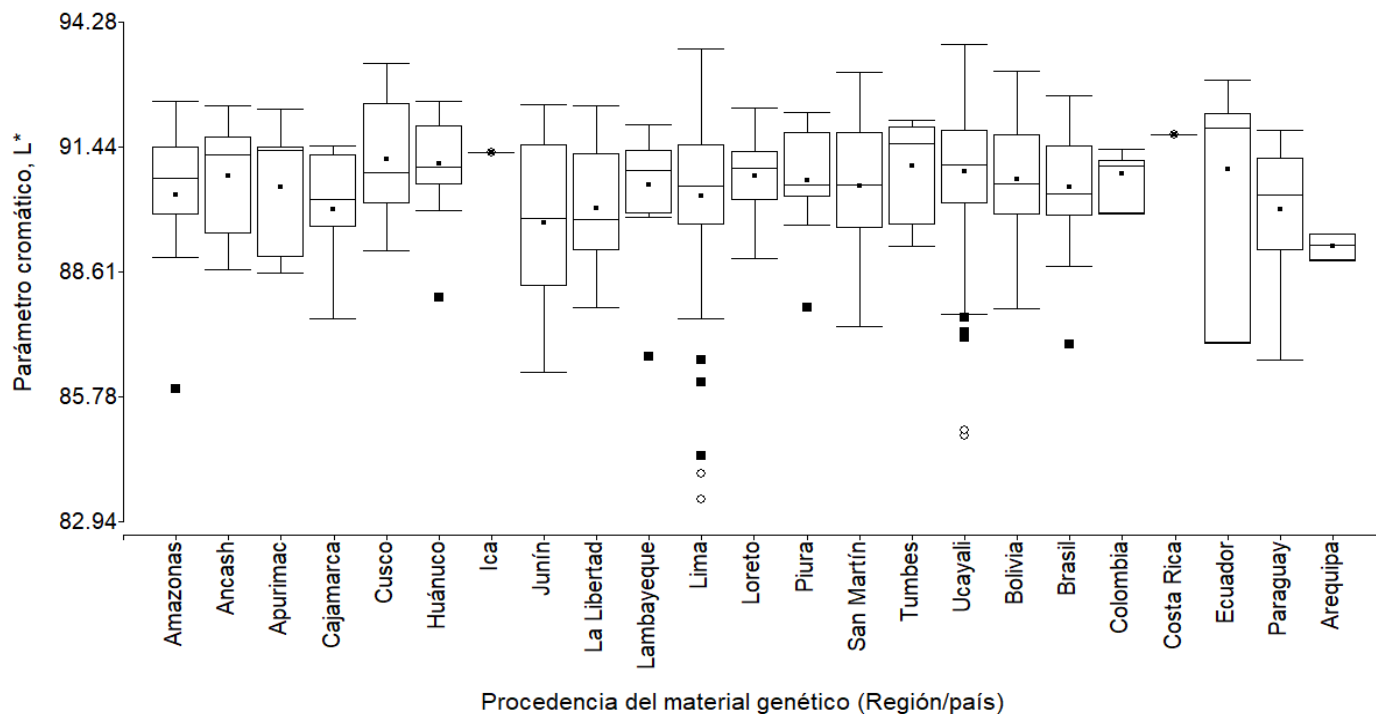


**Diagramas de caja de sólidos solubles de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



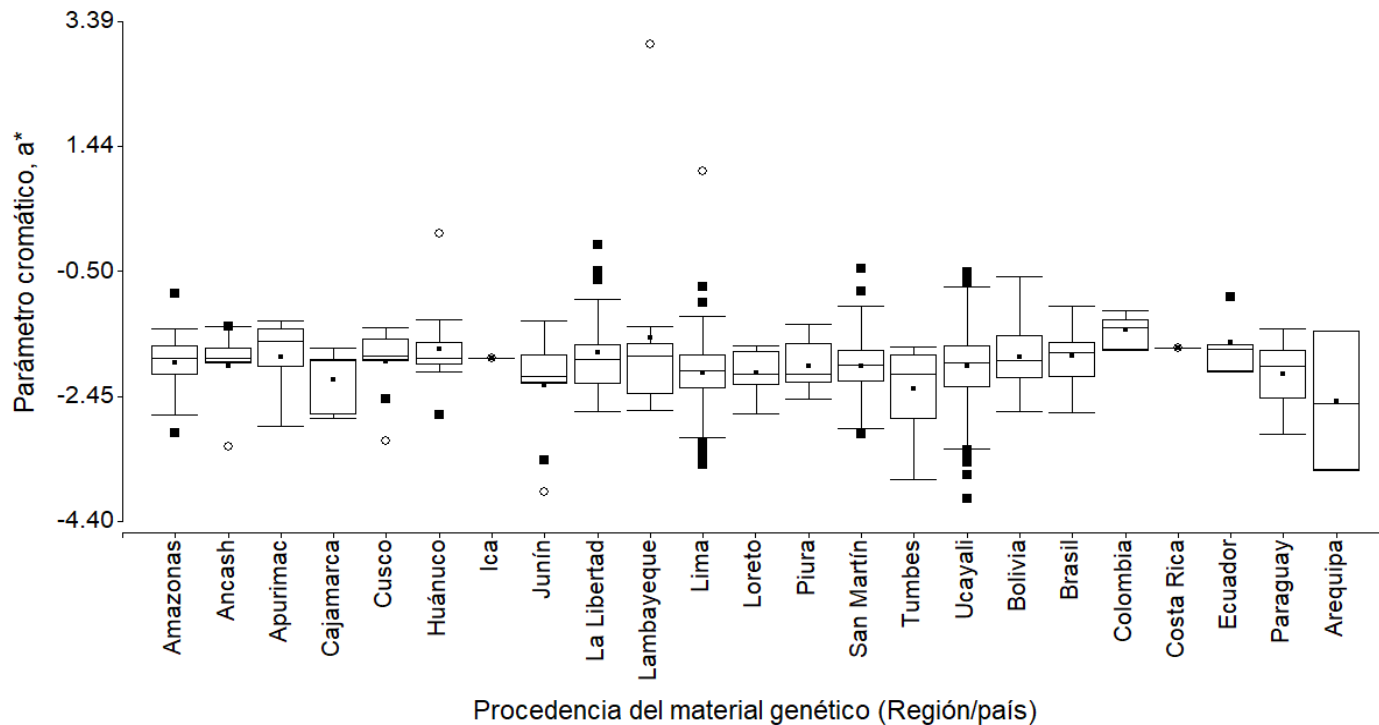
**Diagramas de caja del parámetro cromático L\* de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**



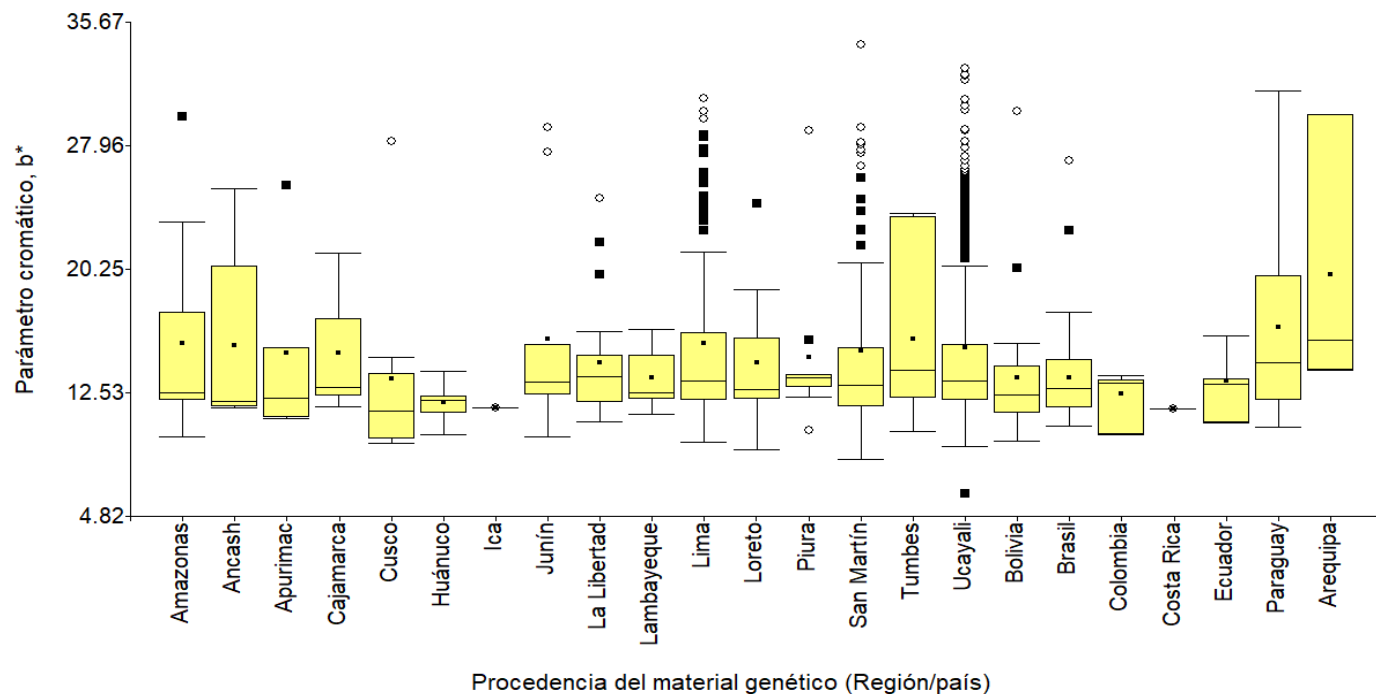


PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego



**Diagramas de caja del parámetro cromático a\* de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**

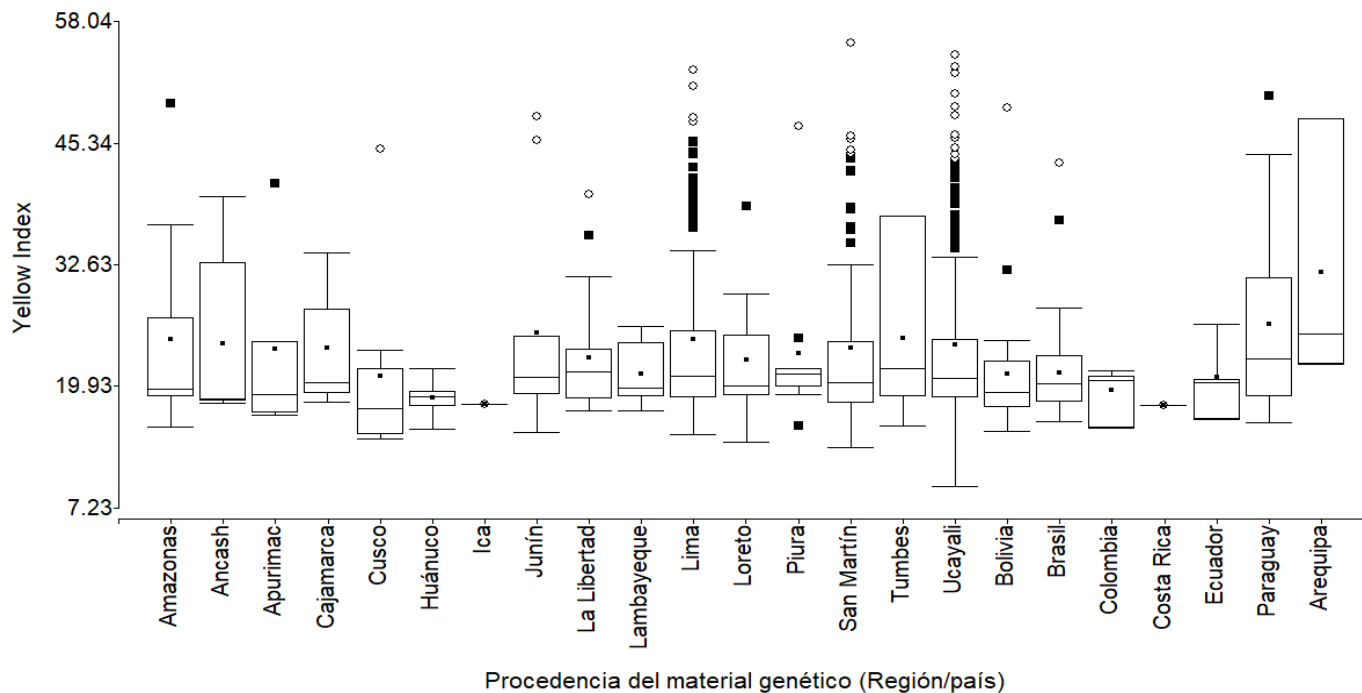


**Diagramas de caja del parámetro cromático  $b^*$  de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

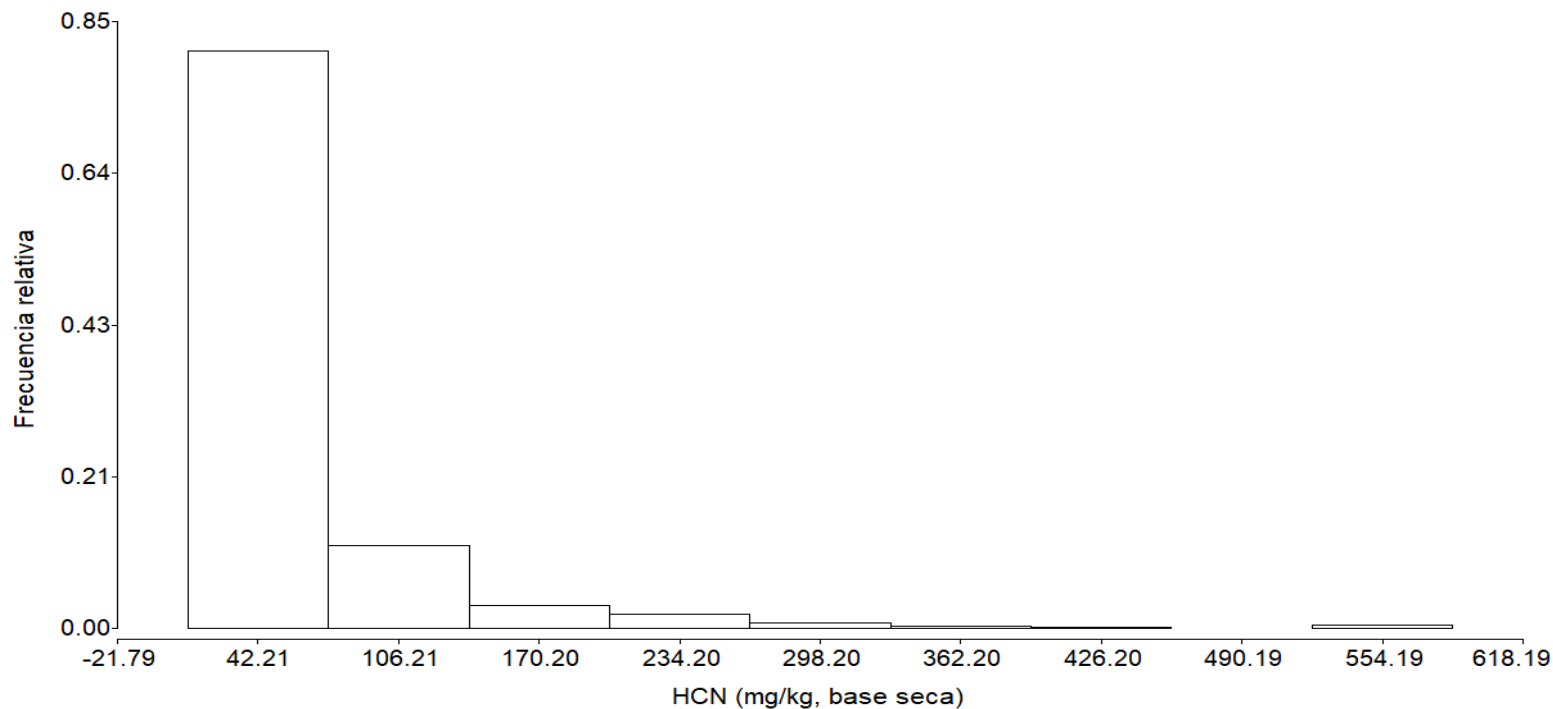


**Diagramas de caja de yellow index (índice de color amarillo) de raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

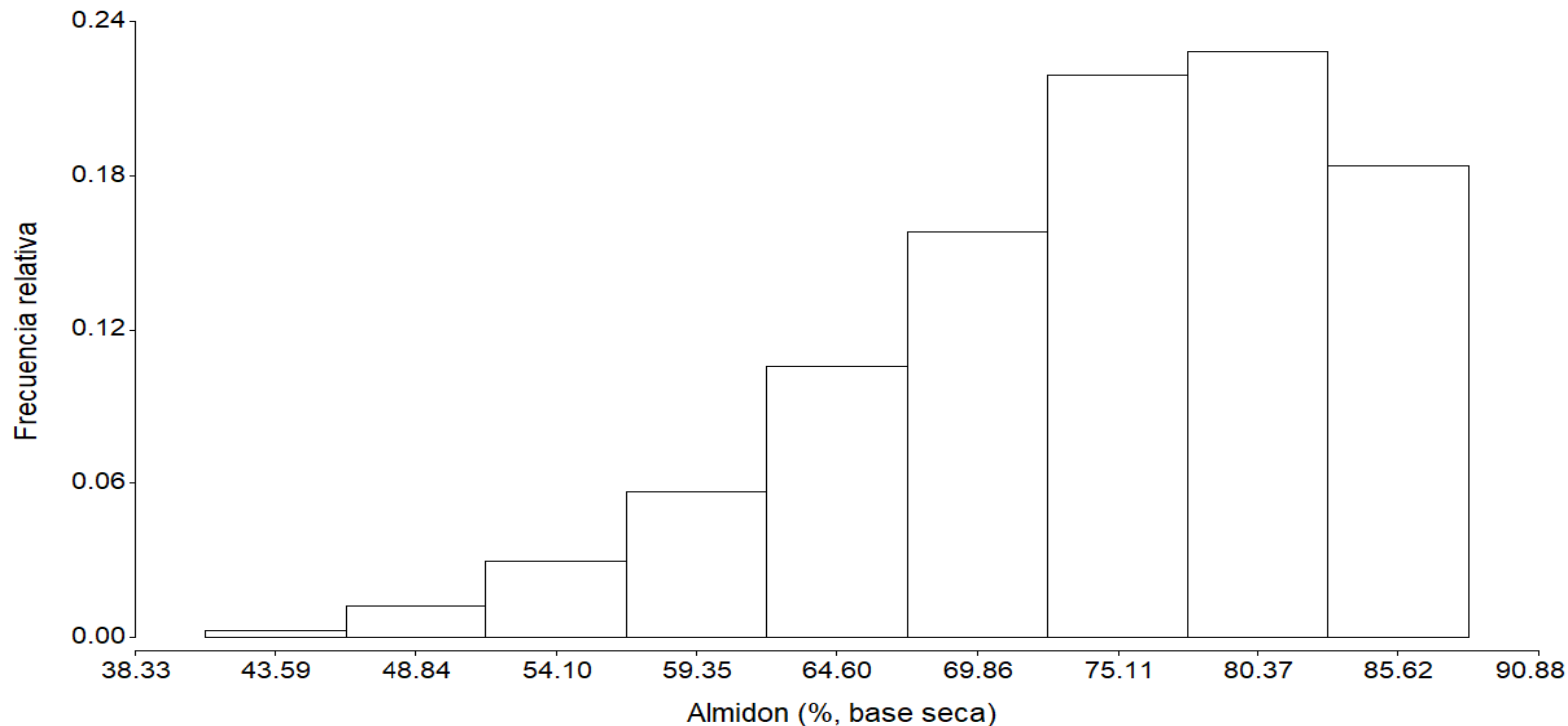


**Distribución de frecuencia del HCN en raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**

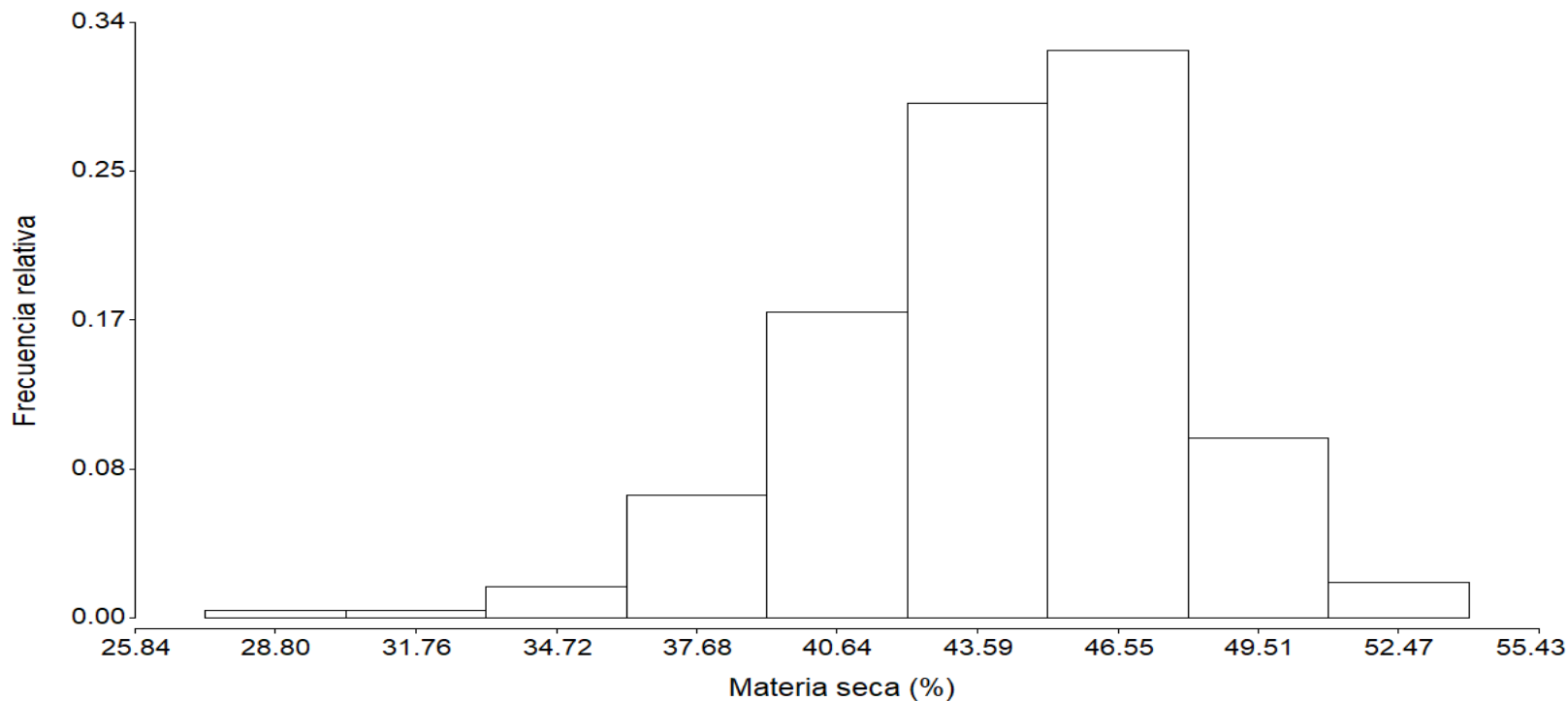


PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego



**Distribución de frecuencia del contenido de almidón en raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**

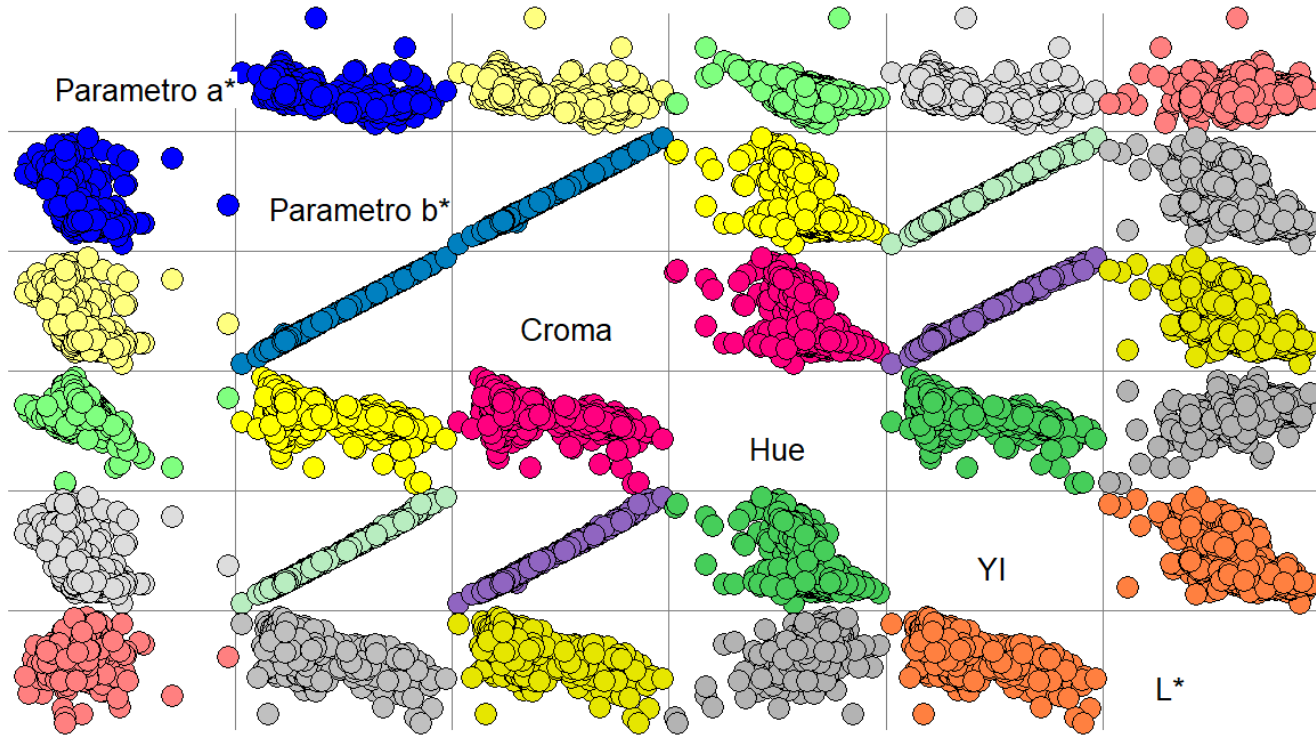


**Distribución de frecuencia de la materia seca en raíces de la Colección Nacional de yuca según procedencia del material genético.**



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

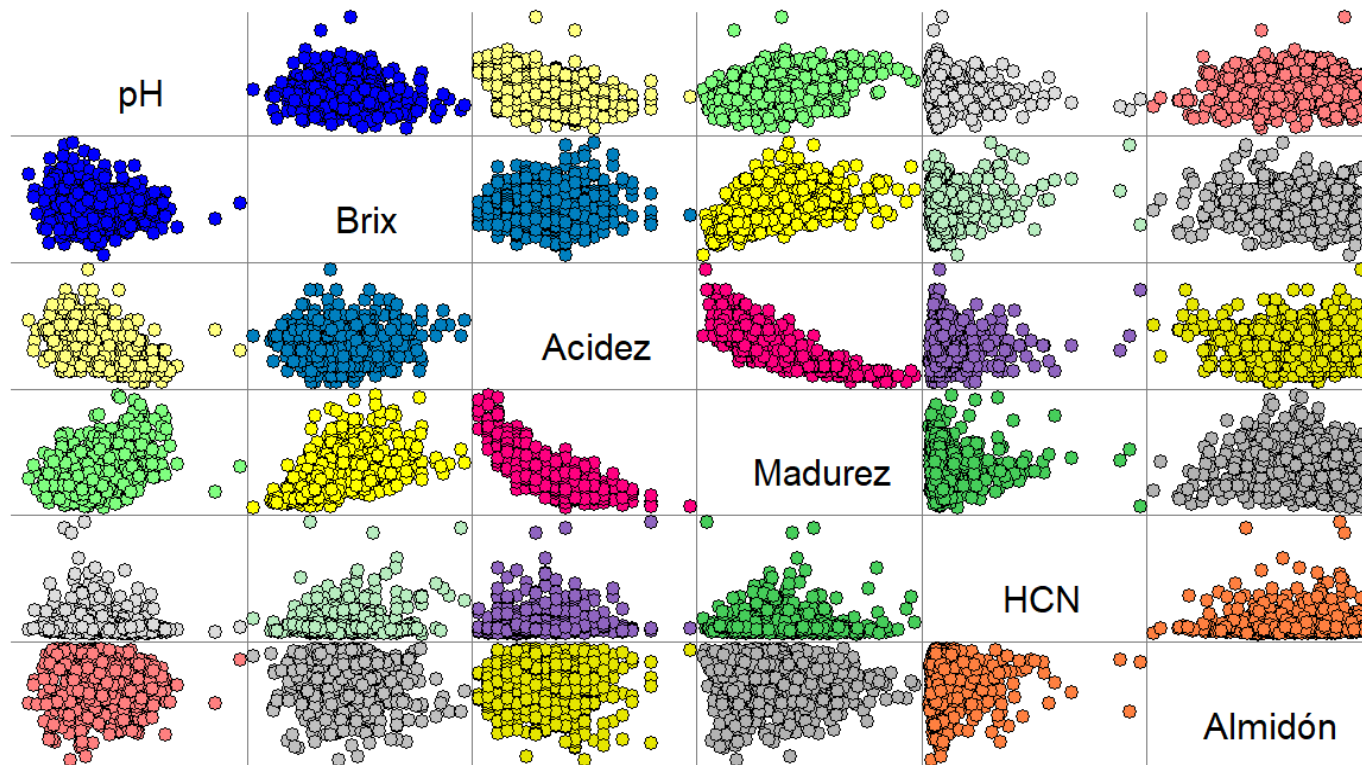


**Análisis de correlación de los parámetros de color, Hue, yellow index y luminosidad de raíces de la Colección Nacional de yuca.**



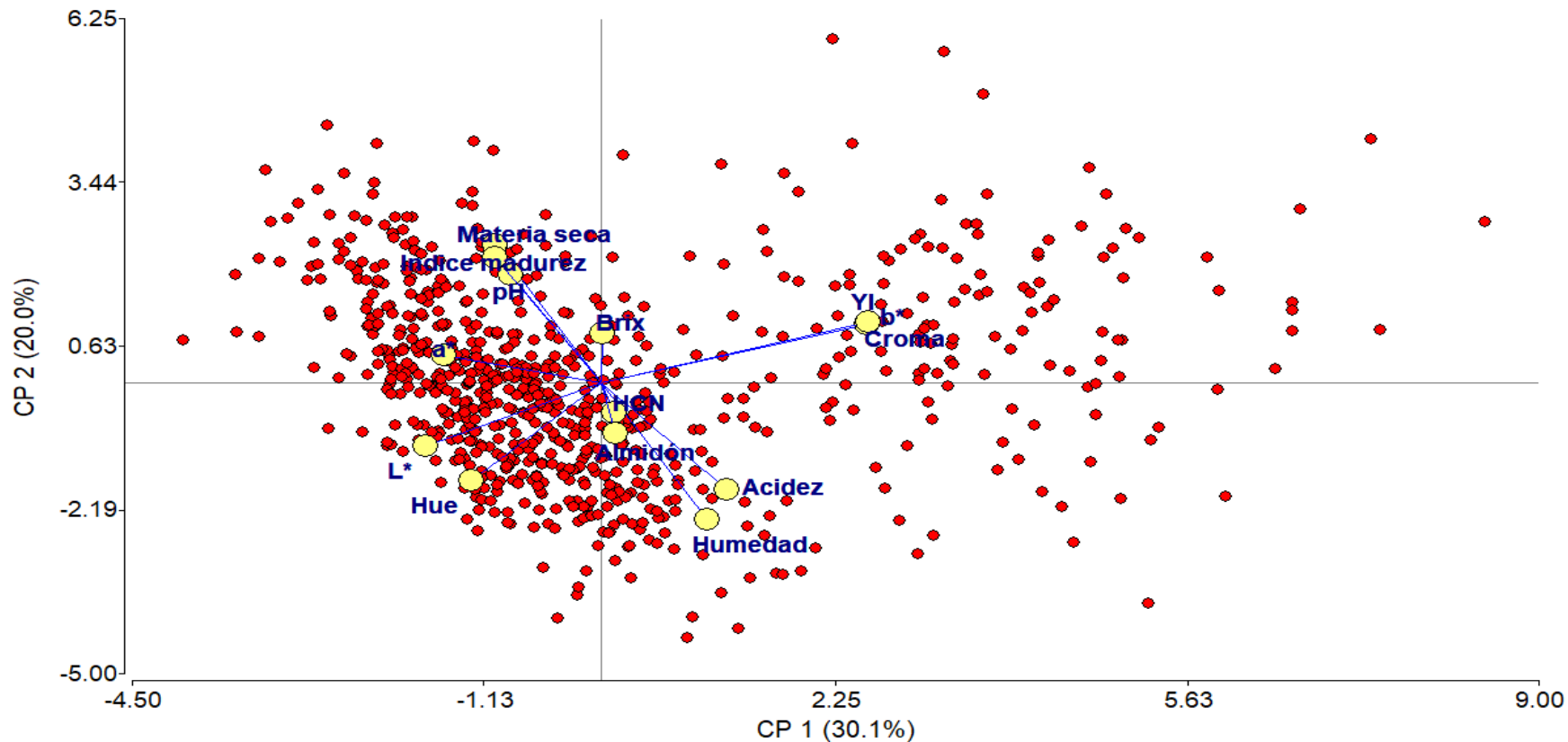
PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

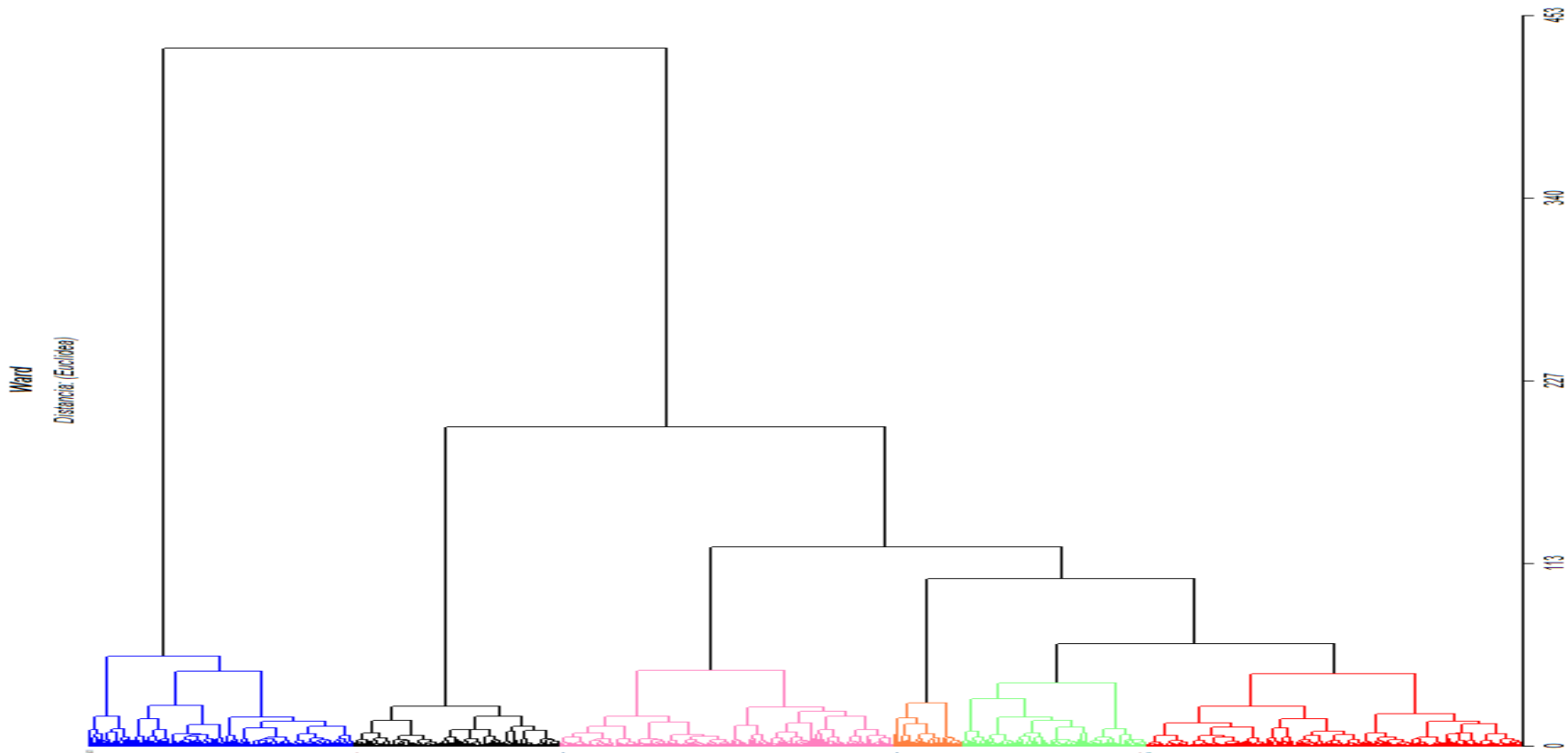


**Análisis de correlación del pH, sólidos solubles (° Brix), acidez, índice de madurez, ácido cianhídrico y almidón de las raíces de la Colección Nacional de yuca.**





**Análisis de componentes principales de los caracteres químicos evaluados en la Colección Nacional de yuca.**



**Distribución de las accesiones de la Colección de yuca según dendrograma elaborado con los caracteres cuantitativos de la caracterización química. Método de Ward y distancia Euclídea.**



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

Código Nacional	Materia seca (%)	Almidón (%)	Ácido cianhídrico (mg/kg)	L*	a*	b*
PER011701	53.95	35.84	10.18	90.20	-1.49	13.41
PER011888	53.46	34.02	41.42	91.17	-1.61	10.58
PER012206	53.38	30.53	26.72	92.47	-1.48	10.97
PER012371	53.31	39.23	10.47	92.07	-1.81	10.42
PER011859	52.56	36.29	13.70	90.38	-1.34	10.92
PER011788	52.02	35.76	10.30	91.00	-1.81	12.97
PER011858	51.87	38.52	12.79	89.90	-1.51	12.37
PER011727	51.87	36.52	20.59	88.40	-1.44	10.74
PER011875	51.66	29.84	29.69	89.66	-1.31	14.98
PER011869	51.50	32.98	38.63	90.08	-1.70	14.23
PER012412	51.38	25.60	16.19	92.30	-2.05	12.14
PER011981	51.28	38.87	16.90	91.18	-1.37	11.78
PER011897	51.26	27.04	35.99	91.56	-1.61	10.58
PER011778	51.25	35.79	11.18	90.99	-1.71	12.88
PER012253	51.04	37.87	8.71	90.91	-2.42	15.90

**Accesiones promisorias de la Colección Nacional de yuca identificadas según contenido de materia seca, almidón y ácido cianhídrico.**

Código Nacional	Humedad (%)	Cenizas (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Fibra cruda (%)	Almidón (%)	Compuestos Fenólicos (mg GAE/100g)	Flavonoides (mg QE/100g)	Carotenoides (mg BCE/100g)	Actividad antioxidante DPPH (μmol TEAC/100g)	Actividad antioxidante ABTS (μmol TEAC/100g)
PER011718	52.91	0.97	0.23	0.82	0.85	35.79	9.16	7.83	0.78	14.08	25.96
PER011816	59.66	1.42	0.30	0.58	0.66	31.62	6.82	2.90	1.06	7.61	22.68
PER011871	55.85	0.90	0.27	0.90	0.50	35.89	13.99	3.50	0.49	37.33	64.16
PER011891	61.93	1.12	0.23	0.52	0.65	30.82	8.42	2.92	0.82	6.73	60.24
PER011924	53.95	1.22	0.22	0.90	0.78	35.23	7.12	4.76	1.78	7.10	28.01
PER011934	57.53	1.22	0.33	0.81	0.69	32.98	8.92	3.85	0.77	16.13	26.69
PER011959	56.29	1.53	0.32	0.69	0.90	33.30	12.08	5.84	1.28	8.32	61.38
PER012006	58.82	0.78	0.36	0.82	0.64	33.34	11.83	6.44	0.73	22.58	45.86
PER012008	56.78	1.06	0.42	1.01	0.83	33.15	5.79	3.29	0.75	5.50	28.31
PER012023	57.44	0.91	0.31	0.84	0.70	34.57	11.11	4.26	0.69	8.11	34.25
PER012044	59.90	1.31	0.28	1.06	0.59	32.09	26.07	3.10	0.31	70.02	128.49
PER012087	55.36	1.21	0.25	0.86	0.71	33.81	10.75	4.38	0.92	10.73	73.42
PER012104	50.77	0.93	0.38	1.37	0.68	37.73	9.96	6.13	1.53	10.37	34.99
PER012106	59.93	1.70	0.39	0.96	0.90	30.88	13.00	6.87	0.86	7.67	82.94
PER012121	60.47	1.52	0.26	0.91	0.64	30.94	12.61	3.03	1.05	19.17	68.01
PER012129	55.00	1.16	0.23	0.80	0.69	33.29	10.08	5.48	1.19	8.34	40.40
PER012137	62.39	0.81	0.28	0.59	0.73	29.58	7.76	5.63	0.46	4.47	58.83
PER012166	60.19	1.09	0.28	0.76	0.64	30.59	12.72	6.16	0.81	18.92	38.17
PER012170	53.70	1.05	0.20	0.74	0.74	36.33	14.15	3.45	0.93	11.63	83.79
PER012193	57.29	0.96	0.29	0.95	0.61	33.33	8.09	6.45	0.54	11.46	37.59
PER012292	57.76	0.84	0.30	1.13	0.71	32.49	18.74	4.39	2.19	55.68	108.34
PER012306	53.93	0.94	0.32	0.64	0.61	36.97	13.50	6.87	0.54	10.15	81.95
PER012307	60.11	1.34	0.23	1.30	1.03	31.66	23.31	4.18	1.91	52.65	129.75
PER012312	60.48	1.15	0.34	0.77	0.92	30.51	10.82	3.26	0.70	18.90	37.25
PER012317	53.91	0.98	0.28	1.07	0.56	38.12	20.71	6.76	2.01	47.70	109.79
PER012355	60.87	1.13	0.37	0.72	0.76	28.80	11.92	3.34	1.16	14.97	50.03
PER012356	50.15	1.03	0.42	0.73	0.77	37.35	13.43	3.87	0.82	29.55	44.05
PER012392	58.49	0.86	0.24	0.69	0.69	31.43	9.12	6.74	1.25	14.61	24.50
PER012404	64.59	1.34	0.23	0.91	0.60	26.60	5.99	4.88	0.76	7.09	32.22
PER012414	61.23	1.13	0.27	1.56	0.71	30.45	17.08	4.56	2.10	30.76	89.29

**Contenido químico-proximal, compuestos fenólicos, flavonoides, carotenoides y actividad antioxidante según DPPH y ATBS de 30 accesiones de la Colección Nacional de yuca.**

# PARTICIPACIÓN - EVENTOS



"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

## CURSO: "ANÁLISIS BIOINFORMÁTICO DE VARIANTES GENÓMICAS EN YUCA"

### PROGRAMA

#### Martes 3 de marzo

- 9:00 – 9:30 Registro de participantes
- 9:30 – 10:00 Inauguración
- 10:00 – 12:45 Identificación **SNPs** y **SkimGBS**
- 12:45 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 15:30 Programas en **GBS-dRADseq**
- 15:30 – 17:00 Práctica con **Stacks 2.5** y sus paquetes, Parte 1

#### Jueves 5 de marzo

- 9:00 – 12:45 Práctica con **Stacks 2.5**, agrupación y catálogo **SNPtags**, Parte 2
- 12:45 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 17:00 Práctica con **Stacks 2.5**, **genotipificación**, Parte 3

#### Martes 10 de marzo

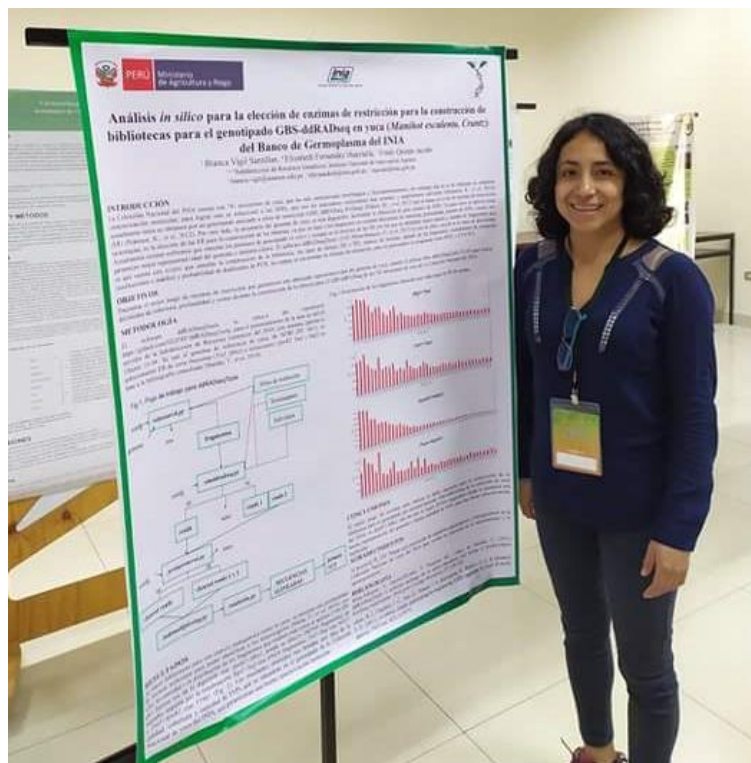
- 9:00 – 11:00 Práctica con **Stacks 2.5**, archivos **VCF**, Parte 4
- 11:00 – 12:45 Formatos **VCF** y filtrado de variantes
- 12:45 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 15:30 Práctica de filtrado de variantes
- 15:30 – 17:00 Práctica de conversión entre formatos




#### Martes 17 de marzo

- 9:00 – 10:30 Estructura poblacional
- 10:30 – 12:45 Práctica **PCA** y **DAPC** con **SNPs** – **Adegenet** y **SNPrelate**
- 12:45 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 15:30 Práctica "**Structure**" con poblaciones conocidas
- 15:30 – 17:00 Práctica "**Structure**" sin poblaciones conocidas

#### Viernes 20 de marzo

- 9:00 – 10:00 Análisis filogenético
- 10:30 – 12:45 Práctica filogenia con **SNPs**
- 12:45 – 14:00 Almuerzo
- 14:00 – 16:30 Práctica filogenia con **CDS**
- 16:30 – 17:00 Clausura del curso




**CUARTO CONGRESO PERUANO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO Y BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA**

"Perspectivas de las ómicas para enfrentar los retos de la agricultura"

Libro de memorias



La Molina, Lima-Perú  
02 al 04 de octubre

2019



PERÚ

Ministerio de Agricultura y Riego

# PUBLICACIONES



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

## CATALOGO DE ACCESIONES DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) DEL INIA - PERU

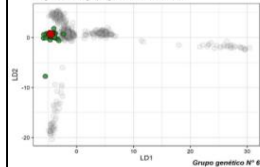
Fredy Quispe Jacobo, Mavel Marcelo Salvador, Hans Amao Castilla

Lima - 2020

### Código Nacional PER011674



#### CARACTERES GENÉTICOS - SNP

Análisis discriminante de componentes principales  
Asignación del grupo genético - PER011674

#### INFORMACIÓN GENERAL

Especie	<i>Manihot esculenta</i>
Procedencia	Perú - Amazonas
Conservación	Ex situ

#### CARACTERES AGRONÓMICOS

Rendimiento (t/ha)	24.68
Peso de raíces reservantes por planta (kg)	1.68
Retención del área foliar	Bajo
Forma de planta	Cilíndrico
Altura de planta (cm)	158.0
Hábito de ramificación	Recto
Inflorescencia	Presente
Fruto	Ausente

#### CARACTERES MORFOLÓGICOS

Color de la pulpa de raíz reservante	Crema
Color externo de corteza de raíz reservante	Marrón oscuro
Color interno de corteza de raíz reservante	Crema
Facilidad de desprendimiento de raíz reservante	Difícil
Forma de raíz reservante	Fusiforme
Pedúnculo de raíz reservante	Intermedio
Facilidad de pelado de raíz reservante	Difícil
Color del tallo maduro	Verde oscuro
Color del colénquima de tallo	Verde oscuro
Forma del lóbulo central de hoja	Elíptica
Color de hojas apicales sin extenderse	Verde con púrpura
Pubescencia de las hojas tiernas	Ausente
Color del peciolo	Rojó
Distribución de antocianina en peciolo	Parte superior

#### CARACTERES FÍSICOQUÍMICOS-SENSORIALES

Color de la pulpa de raíz reservante [Escala CIELab]	L* 91.83 a* -1.84 b* 12.59
Materia seca (%)	46.22
Almidón (%) [método químico]	31.29
Almidón (%) [método enzimático]	n.d.
Ácido clorhídrico (mg HCN/kg)	60.75
Sólidos solubles ("Brix)	7.00
Acidez titulable (%)	0.10
Índice de madurez	69.16
Calidad culinaria	Buena
Sabor de pulpa	Dulce
Dureza de pulpa	Suave
Fibra en pulpa	No fibroso
Tiempo de cocción (min)	14.0

24



PERÚ Ministerio de Agricultura y Riego

"Decenio de la Igualdad de oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la Lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

## Métodos en caracterización agromorfológica, molecular y química: *Manihot esculenta* Crantz (Yuca)

Fredy Quispe Jacobo, Hans Amao Castilla, Bianca Vigil Santillan,  
Annie Yumpiri Aguilar

Lima - 2020

# CONCLUSIONES

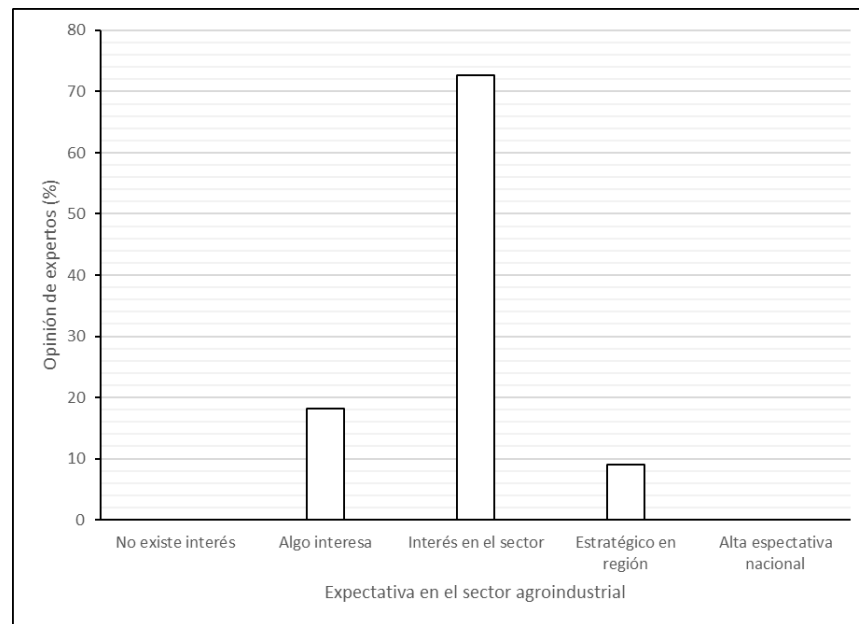
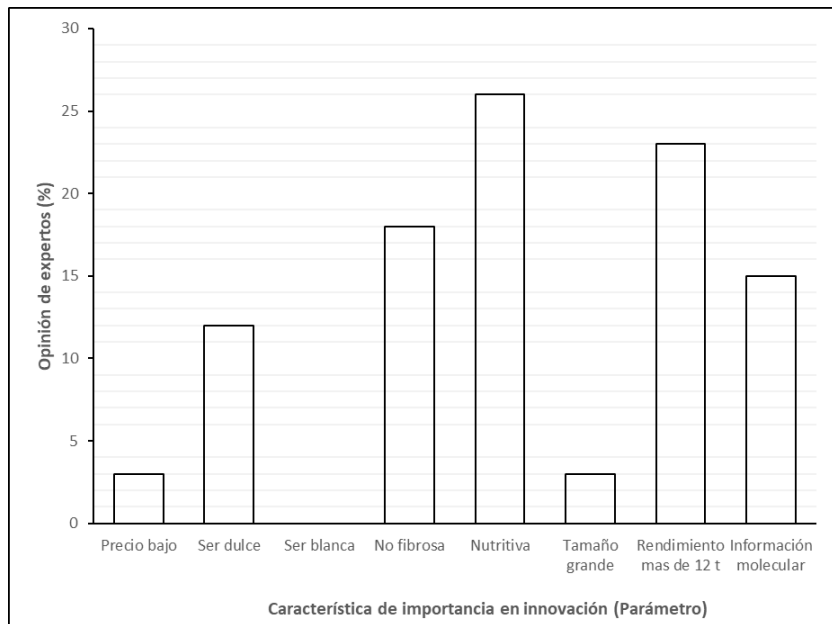
- Se identificaron 15 accesiones promisorias según información agromorfológica, con rendimientos (t/ha) entre 22,73 y 45,49 t/ha de buena calidad culinaria en la Colección Nacional de yuca del INIA.
- El análisis de SNIPs identificó 6 grupos genéticos de la Colección Nacional de yuca del INIA.
- Se identificaron 15 accesiones promisorias según información química, con materia seca entre 51,04 y 53,95 %; almidón entre 25,60 y 39,23 % (base húmeda) y bajos contenidos de ácido cianhídrico entre 8,71 y 41,42 mg/kg, en la Colección Nacional de yuca del INIA.
- Se prepararon 2 documentos técnicos para publicación: “Catálogo de la Colección de yuca del INIA Perú” y “Métodos en la caracterización agromorfológica, molecular y química de *Manihot esculenta* K. (Yuca)”



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

# RECOMENDACIONES





# AGRADECIMIENTOS



Al Programa Nacional de Innovación Agraria – PNIA por el financiamiento del Proyecto de Investigación “Mapeo por asociación de caracteres agronómicos y fisicoquímicos en la Colección Nacional de yuca del INIA para revelar su potencial en el mejoramiento y la agroexportación”.

A los obreros, técnicos y profesionales que apoyaron en el trabajo de campo en la EEA Donoso – Huaral, así como a los que apoyaron en el análisis de muestras en el Laboratorio de Biología Molecular de la DRGB, análisis bioinformático y análisis fisicoquímico en el Laboratorio de Investigación Nutricional de los Recursos Genéticos. Técnica Teodocia Vega, Bachiller Luis Sernaque Ramos, Bachiller Antonio Lanza, Bachiller Annie Yumpiri Aguilar, Bachiller Bianca Vigil Santillan, Bióloga Elizabeth Fernández Huatalla, Ingeniera Karina Ccapa Ramírez, PhD Juan Daniel Montenegro, fotógrafo Gudion Avila Martínez y Administradora Karen Cubas Díaz, por su apoyo en la ejecución del Proyecto de Innovación



PERÚ

Ministerio  
de Agricultura y Riego

Muchas gracias por su  
atención...