

Aportes del IIAP a la conservación y mejoramiento genético del sachá inchi en San Martín

Blgo. Reynaldo Solis Leyva
rsolis@iiap.org.pe

Pucallpa, 2018

Instituto de
Investigaciones de
la Amazonia
Peruana



Familia: Euphorbiaceae

Especie: *Plukenetia volubilis* L.

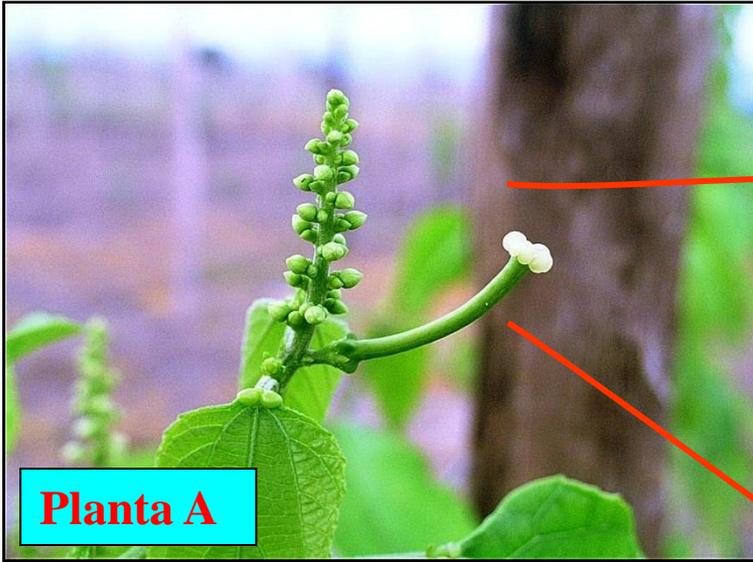


Selección de genotipos promisorios:

- Rendimiento.
- Tolerancia al complejo nemátodo-hongo.
- Contenido de ácidos grasos.



Forma de reproducción



Diseminación Polen

**Polinización cruzada (Dicogamia:
protoginia)**

**Causa principal de la alta
variabilidad**



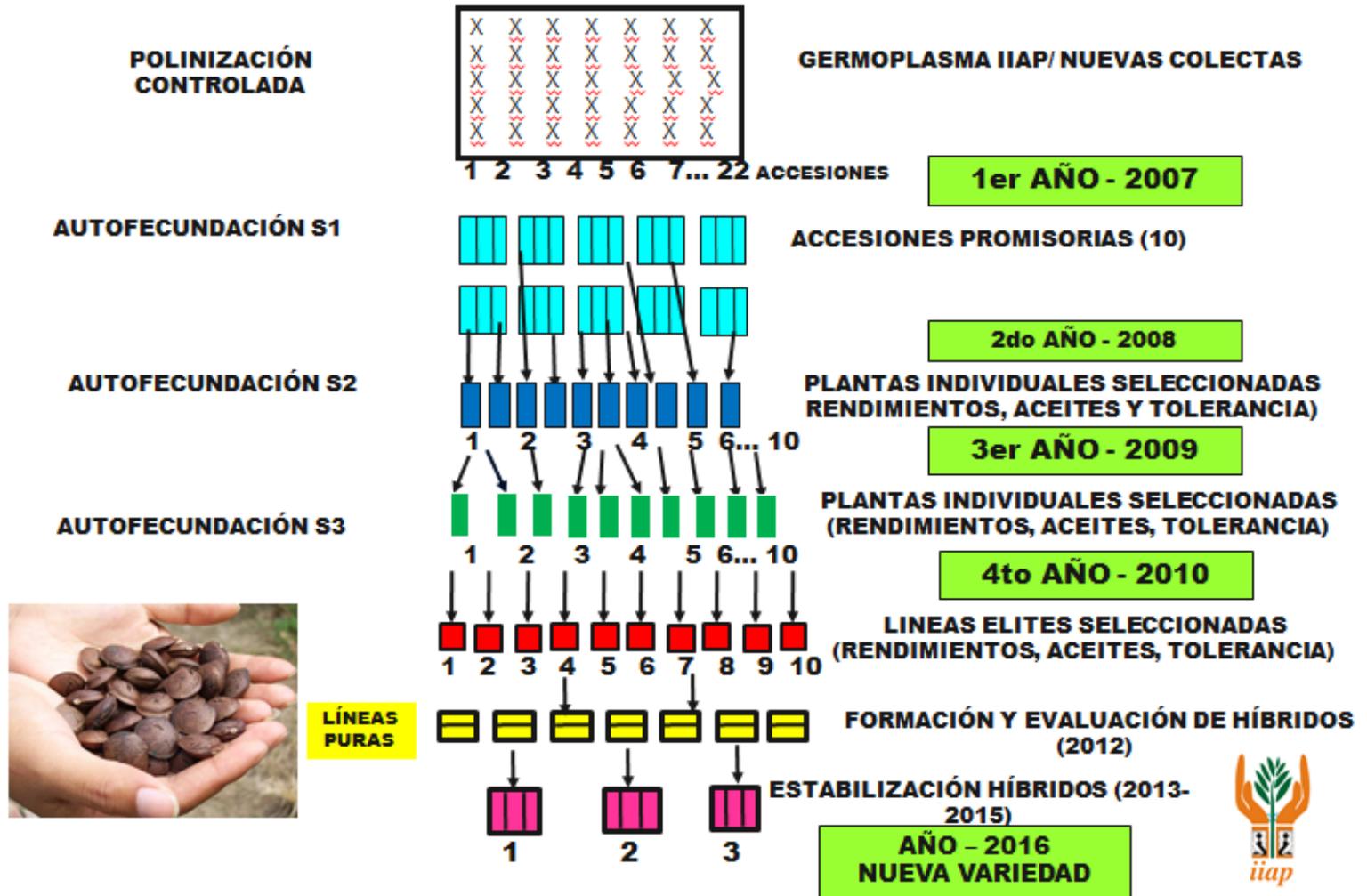


Variabilidad de semillas en las accesiones

Fuente: E.E.A. El Porvenir - INIA

DESARROLLO DE VARIEDADES HIBRIDAS

ESQUEMA DEL MEJORAMIENTO GENETICO DEL SACHA INCHI EN EL IIAP-SAN MARTÍN (2007-2016)



* Cachique, 2014.

Obtención de Líneas Autofecundadas



Se ha logrado autofecundar 3 generaciones sucesivas : S1, S2 y S3.

10 líneas seleccionadas.



Objetivo final: Realizar polinizaciones cruzadas y desarrollar híbridos de alto rendimiento.

Segregación después de tres generaciones de autofecundación (S3)

Generaciones	Genotipos			% de Homocigotes	% de Heretocigotes
S0	Aa			0.00	100.00
	100 %				
S1	AA	Aa	aa	50.00	50.00
	25 %	50%	25%		
S2	AA	Aa	aa	75.00	25.00
	37.50%	25%	37.50%		
S3	AA	Aa	aa	87.50	12.50
	43.75%	12.50%	43.75		

Determinación del rendimiento de 6 líneas autofecundadas S₃ de sachá inchi.

Línea	Nro. de cápsulas	Peso de cápsulas (gr)	Diámetro de cápsulas (cm)	Peso de semillas (gr)	Diámetro de semillas (cm)	Peso de 100 semillas (gr)	Rendimiento por planta (kg)	Rendimiento por hectárea (kg)
L1	419.2 a	3205.7 ab	4.47 b	1699.2 ab	1.7 b	85.34 b	1.7 ab	1887.8 ab
L2	572.5 a	4333.4 a	4.74 a	2321 a	1.81 a	101 a	2.32 a	2578.7 a
L4	424.5 a	2618.8 b	4.39 bc	1417.2 b	1.68 b	83.14 b	1.42 b	1574.5 b
L5	462 a	2735.4 b	4.25 d	1457 b	1.6 d	78.74 c	1.46 b	1618.7 b
L6	511.4 a	3178.1 ab	4.32 cd	1706.6 ab	1.64 c	83.42 b	1.71 ab	1896.0 ab
L7	541.2 a	3355.2 ab	4.38 c	1775 ab	1.64 c	82.3 bc	1.78 ab	1972.0 ab

Cuadro: Pruebas de comparación de medias (Duncan, $p=0.05$) para la evaluación del rendimiento de 6 líneas autofecundadas S₃ de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*).



* Solis, R.; Pezo, M.; Cruz, M. y Cachique, D. Evaluación del rendimiento de 6 líneas autofecundadas S₃ de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín. II Congreso Peruano de Mejoramiento Genético y Biotecnología Agrícola. Universidad Católica de Santa María. Arequipa - Perú. 28 – 30 de mayo del 2014. pp 10 - 11.

Generación y evaluación de híbridos de sachá inchi

Hibridación intraespecífica



Polinización: **47 %**

30 híbridos intraespecíficos
obtenidos mediante un
cruzamiento dialéctico a partir de 6
líneas autofecundadas .

Noriega, H. 2009. Estudios de compatibilidad de 5 ecotipos promisorios de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la región San Martín. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo – Universidad Nacional de San Martín. 65 pp.

Instalación de dos parcelas experimentales para la evaluación de híbridos intraespecíficos de sachu inchi

- Identificación de parcelas



San Antonio – Picota (277 msnm)
UTM 9224807 y 18M 0365773



San Juan de Talliquihui – El Dorado (813 msnm)
UTM 9268357 y 18M 0327345

- Instalación del sistema de tutoraje en espalderas



- Producción de plántones



- Instalación de dos parcelas experimentales





Se instalaron dos parcelas para la evaluación de 30 híbridos intraespecíficos de sachá inchi bajo un Diseño de Bloques Completamente al Azar con 3 bloques. Se sembraron 8 plantones por repetición en cada uno de los tratamientos.

- Poda de formación



Evaluación del desarrollo fenológico



San Juan de Talliquihui – El Dorado

Inicio de floración: 64-78 ddt

Inicio de fructificación: 106-120 ddt

Inicio de cosecha: 214 ddt

San Antonio – Picota

Inicio de floración: 84-90 ddt

Inicio de fructificación: 116-124 ddt

Inicio de cosecha: 222 ddt

RENDIMIENTO

Híbrido	Nro. de cápsulas	Peso de cápsulas (gr)	Diámetro de cápsulas(cm)	Diámetro de semillas (cm)	Nro. de semillas por cápsula	Peso de 100 semillas (gr)	Rendimiento por planta (kg)	Rendimiento por hectárea (kg/ha)
T1	630 a	5178.4 a	4.88 a	1.88 a	4	109.77 a	2.73 a	3034.9 a
T10	550.69 abcd	4093.4 bcd	4.67 cd	1.73d	4	98.52 d	2.16 bc	2399.1 bc
T12	619.85 ab	5019.7 a	4.83 ab	1.83 bc	4	106.63 b	2.63 a	2923.0 a
T17	563.79 abcd	4556.9 abc	4.80 b	1.82 c	4	104.69 cb	2.40 ab	2669.3 ab
T22	579.71 abcd	4680.3 ab	4.80 b	1.84 abc	4	103.40 c	2.45 ab	2725.7 ab
T27	600.54 abc	4889.3 a	4.83 ab	1.86 ab	4	105.61 bc	2.59 a	2871.9 a



Hibridación interespecífica

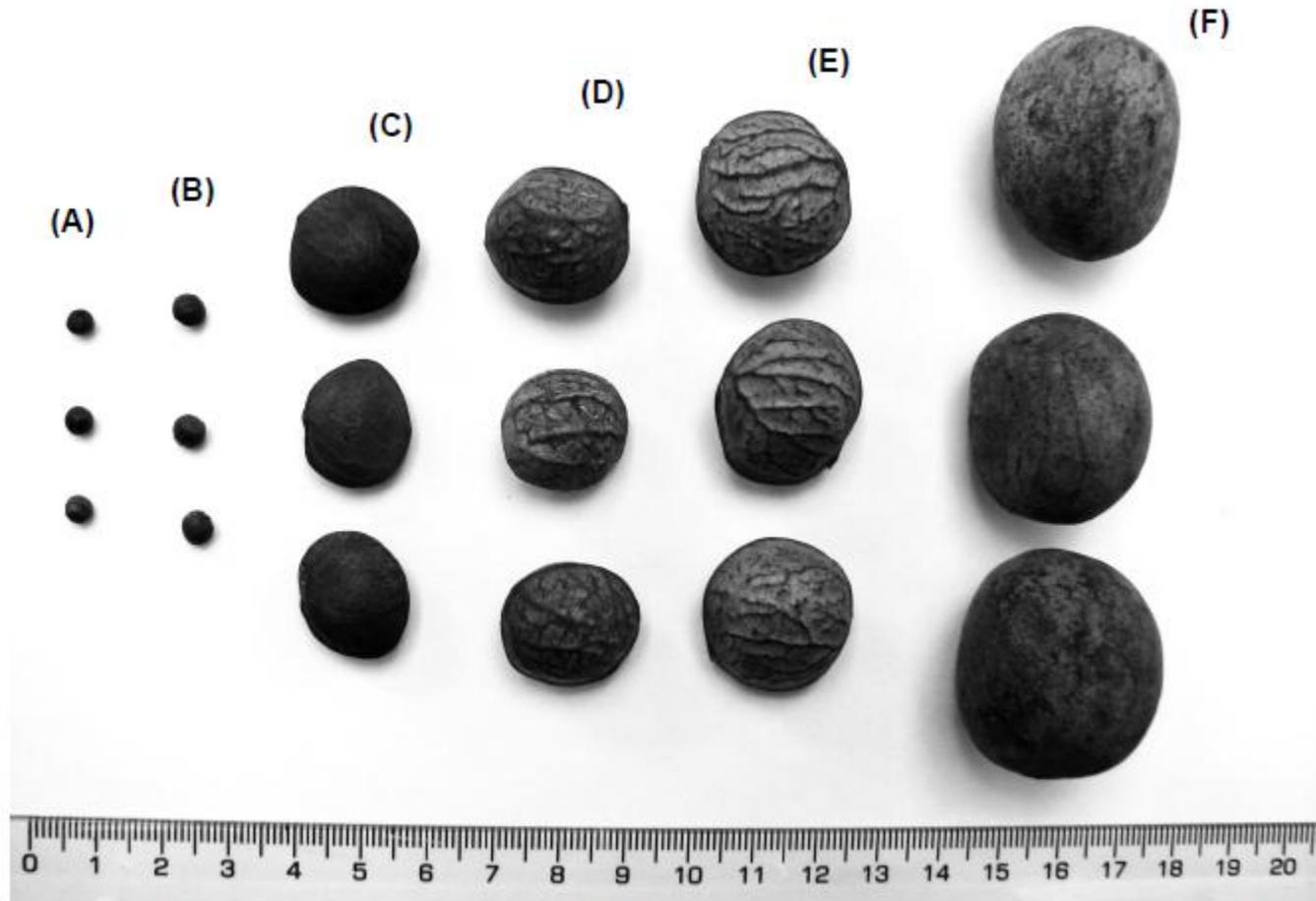


Figura 1. Semillas de de las seis agrupaciones del género *Plukenetia* estudiados en la Amazonía peruana: A = *P. brachybotrya*; B = *P. lorentensis*; C = *P. volubilis* (procedencia San Martín); D = *P. volubilis* (procedencia Cusco); E = *P. huallaybambana*; F = *P. polyadenia*.

Rodríguez, A.; Corazón-Guivin, M.; Cachique, D.; Mejía, K.; Del Castillo, D.; Renno, J.F. García-Dávila, C. 2010. Diferenciación morfológica y por ISSR (Inter Simple Sequence Repeats) de especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) de la Amazonía Peruana: Propuesta de una nueva especie. *Revista Peruana de Biología* 17 (3): 325-330.



P. huayllabambana



X

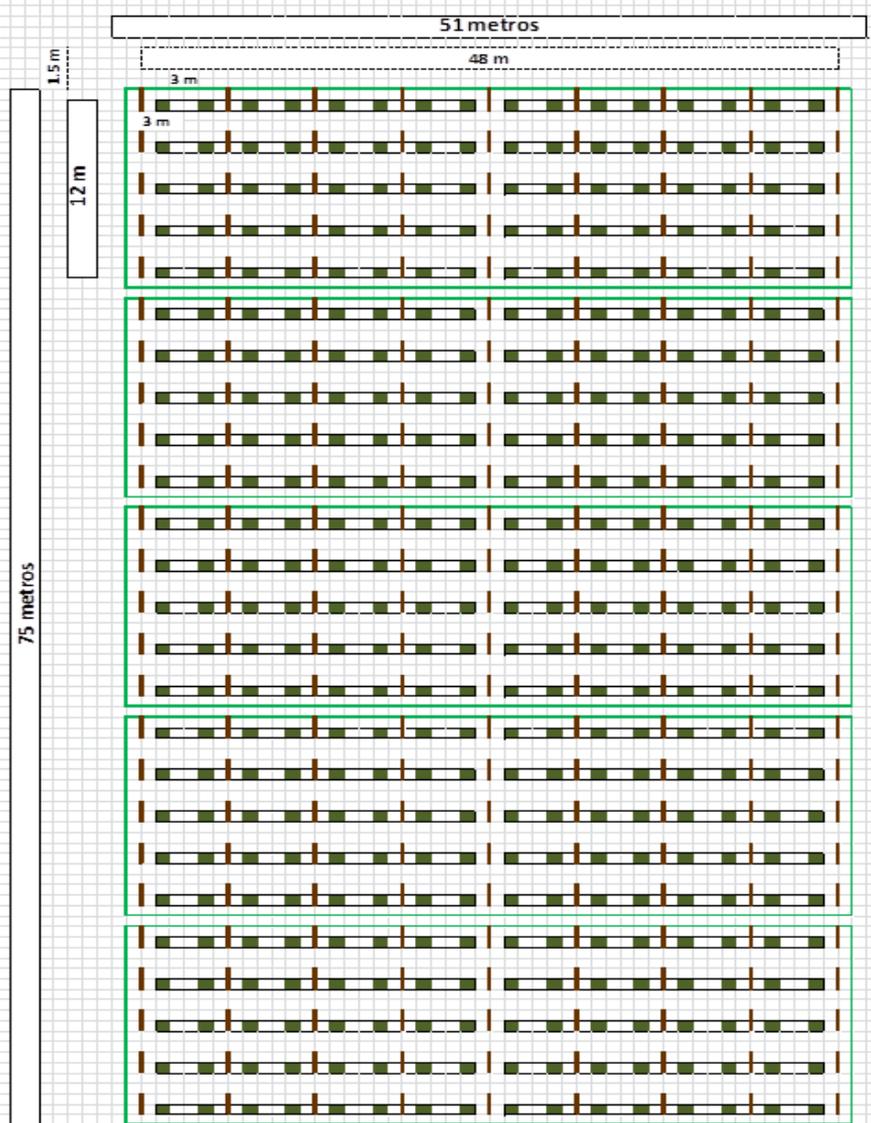


P. volubilis

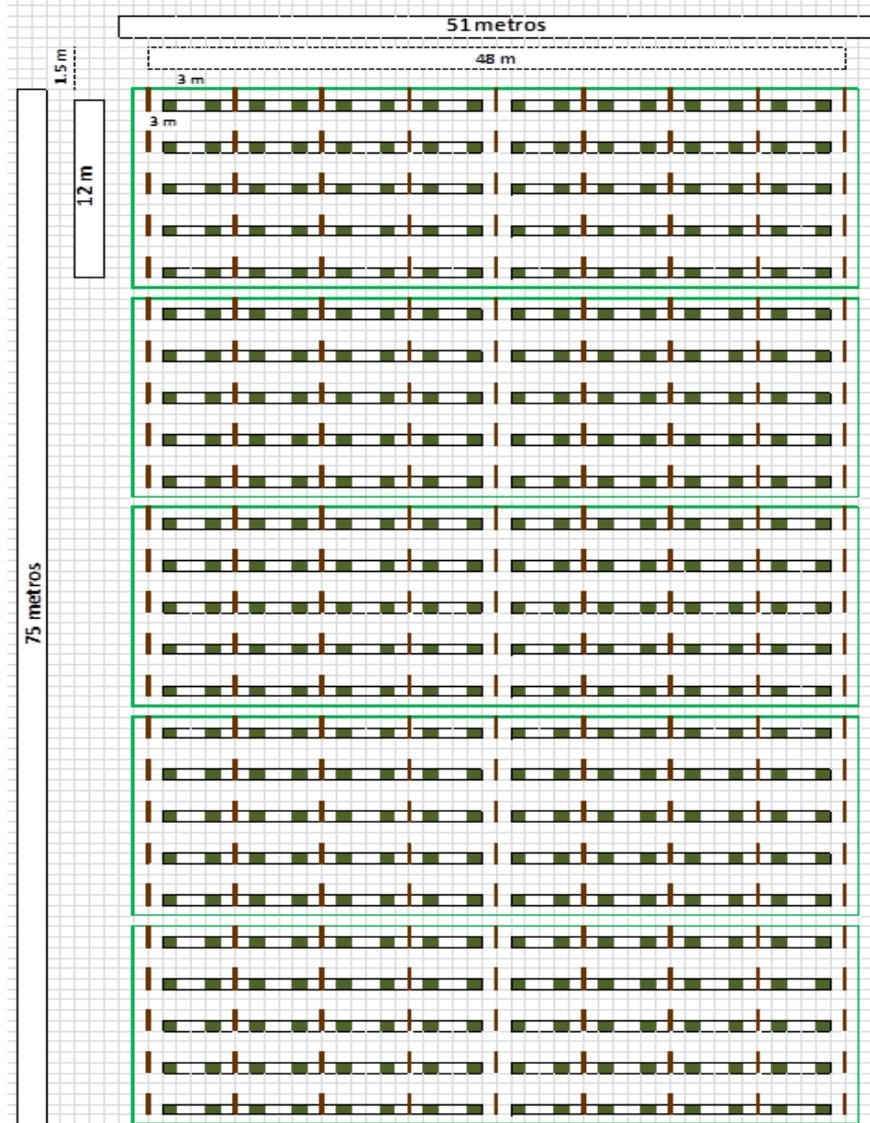


21.11 % de éxito en la hibridación inter específica: *P. volubilis* (progenitor masculino) y *P. huayllabambana* (progenitor femenino).

SELECCIÓN MASAL ESTRATIFICADA

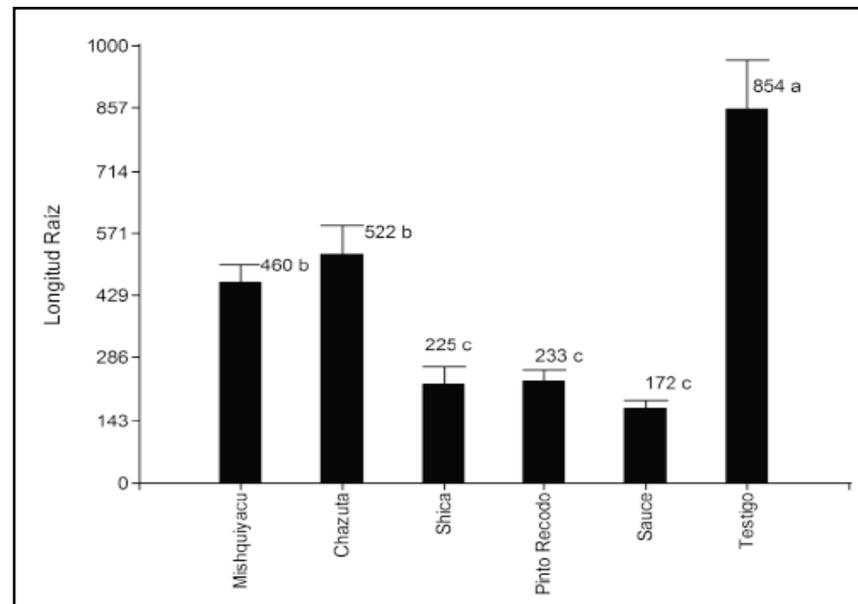
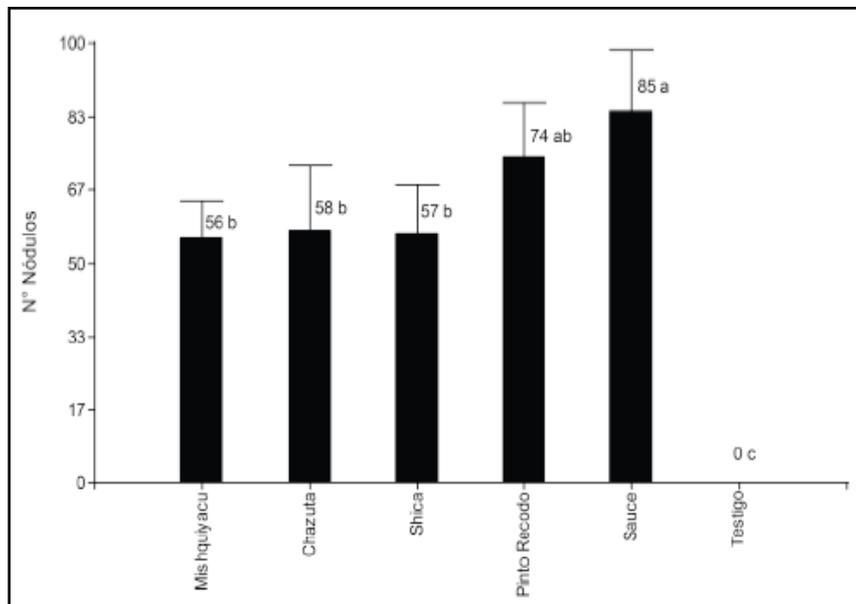


┆ Tutor muerto
■ Plantas de sachá inchi



┆ Tutor muerto
■ Plantas de sachá inchi

Respuesta de accesiones de sachu inchi a la infestación inducida del nemátodo de nudo



Las accesiones Mishquiayacu y Chazuta presentan tolerancia al nematodo de nudo y pueden ser utilizados en programas de mejoramiento genético.

* Márquez-Dávila, K.; Gonzales, R.; Arévalo, L. y Solis, R. 2013. Respuesta de accesiones de sachu inchi *Plukenetia volubilis* L. a la infestación inducida del nematodo *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949. Folia Amazónica 22 (1-2):97-103.

SELECCIÓN NEGATIVA

(1) POCO VIGOR:
Altura menor a 60
cm y presentan
daños severos en
las hojas.

(2) MEDIO:
Altura entre 60
cm y 100 cm y
presentan leves
daños en las
hojas.

SELECCIÓN NEGATIVA

(3) VIGOROSO:
Altura superior a
100 cm y no
presentan daños
foliares

SELECCIÓN DE POBLACIONES MEJORADAS POR RENDIMIENTO

Se realizó la selección del 10 % de plantas superiores por rendimiento en cada estrato por Accesión. Se empleó el método establecido por Molina (1983), ajustando el rendimiento intrasublotos e intersublotos.

La fórmula empleada fue:

$$Y = XG + (P_p - X_p) \text{ donde;}$$

Y = valor ajustado cada planta.

XG= promedio general.

P_p = valor individual de cada planta.

X_p = promedio del sub lote correspondiente.

Se determinó: promedios, valores mínimos y valores máximos con los datos ajustados y sin ajustar para todas las variables evaluadas..

RESULTADOS OBTENIDOS

Características sobresalientes para las poblaciones mejoradas en dos ciclos de selección masal estratificada para la accesión Shica.

Variables	Parámetros	POBLACIÓN ORIGINAL	PRIMER CICLO	SEGUNDO CICLO
Características Agronómicas	Habito de crecimiento	Trepador	Trepador	Trepador
	φ Capsula	4.83	4.89	5.8
	φ Semilla	1.89	1.91	2.03
	% Cascara	48	46	48
	% Semilla	52	54	52
	Peso 100 semillas	106.80	117.06	131.96
	Nº cosechas/año	24	24	24
	Rendimiento	1500 Kg/Ha/Año	2500 kg/Ha/año	2650 kg/Ha/Año
Resistencia a	<i>Meloidogyne incognita</i>	Tolerancia intermedia	Tolerancia intermedia	Tolerancia intermedia
Aceites Omega (g/100 g muestra)	Omega 3	23.861	23.809	24.167
	Omega 6	21.477	19.068	20.027
	Omega 9	4.855	3.688	4.605
Contenido de	Proteínas (g/100 g muestra)	26.24	27.56	29.14

(Intensidad de selección: CICLO I: 8.19 %, CICLO II: 6.75 %)

RESULTADOS OBTENIDOS

Características sobresalientes para las poblaciones mejoradas en dos ciclos de selección masal estratificada para la accesión Mishquiyacu.

Variables	Parámetros	POBLACIÓN ORIGINAL	PRIMER CICLO	SEGUNDO CICLO
Características Agronómicas	Habito de crecimiento	Trepador	Trepador	Trepador
	φ Capsula	5.12	5.03	5.01
	φ Semilla	2.01	1.98	1.99
	% Cascara	51	46.3	46.5
	% Semilla	49	53.7	53.5
	Peso 100 semillas	110.88	118.37	124.16
	Nº cosechas/año	24	24	24
	Rendimiento	1911 Kg/Ha/Año	2866 kg/Ha/año	2886 Kg/Ha/Año
Resistencia a	<i>Meloidogyne incognita</i>	Tolerancia intermedia	Tolerancia intermedia	Tolerancia intermedia
Aceites Omega (g/100 g muestra)	Omega 3	18.17	21.009	23.07
	Omega 6	15.67	20.568	21.06
	Omega 9	3.199	4.784	4.697
Contenido de	Proteínas (g/100 g muestra)	23.82	27.48	28.53

(Intensidad de selección: CICLO I: 8.90%, CICLO II: 6.00%)

Inducción de la feminización floral en sachá inchi

INFLORESCENCIA

60 flores masculinas en promedio

1-2 flores femeninas



Inducción de la feminización floral en sachá inchi

- 10 mg/L BA
- 1 pulverización (300 ml solución x planta).
- 12,4 flores femeninas por inflorescencia.



Instalación de parcelas de Sacha Inchi con plantas de propagación clonal de altos rendimientos y contenidos de Omega 3 y 6.

Establecimiento de parcelas demostrativas propagadas mediante enraizamiento de estaquillas en cámaras de subirrigación.

Especie	Sustrato	Dosis de AIB	Tipo de estaquilla	Longitud de estaca	Área foliar
Sacha inchi	Arena media	0.2 %	Basal o intermedia	8 cm.	50 %

87,65 % de enraizamiento 15 días después de a siembra en la cámara de sub irrigación.



Cachique, D.; Rodríguez, A.; Ruiz-Solsol, H.; Vallejos, G.; Solis, R. 2011. Propagación vegetativa del sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) mediante enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de subirrigación en la Amazonía Peruana. Folia Amazónica 20 (1-2): 95-100.



Cámaras de sub irrigación

ENRAIZAMIENTO EN MICROTUNELES



Los resultados muestran que el uso de pellets Jiffy, un riego nebulizado por día, estacas con 75 cm² de área foliar y 2 mg/L de ácido indolbutírico inducen altos porcentajes de enraizamiento (93.3 %) y el mejor desarrollo radicular en la propagación vegetativa del sachá inchi.





El diseño estadístico empleado fue un DBCA con 3 bloques y 10 plantas por tratamiento en cada bloque.

Las plantas propagadas por estacas son más precoces e inician la cosecha 5 meses después de la siembra y presentan un buen rendimiento. Es una buena herramienta para la conservación de germoplasma y acortar ciclos de producción en programas de mejoramiento genético.

Desarrollo de una técnica de injertación



Propagación *in vitro* vía organogénesis de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)



Colecta de yemas apicales



Desinfección



Disección e introducción *in vitro* de ápices



Aclimatación



Enraizamiento



Multiplicación de brotes

Propagación *in vitro* vía embriogénesis somática de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.)



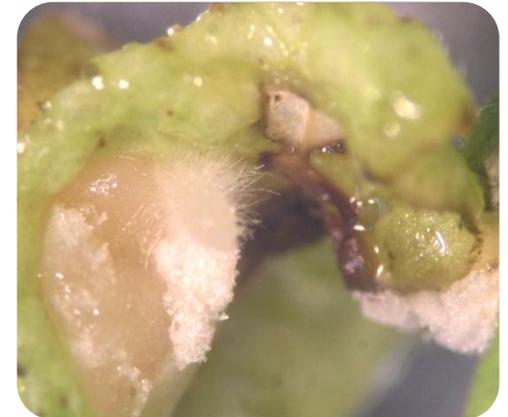
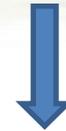
Colecta de hojas inmaduras



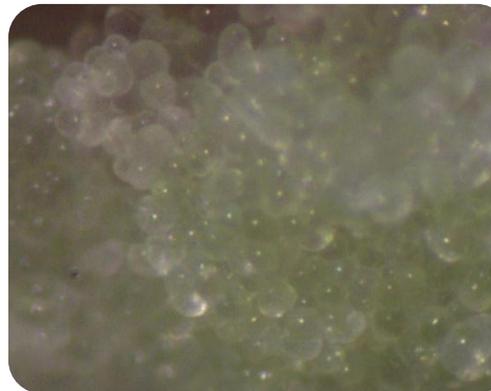
Desinfección



Introducción *in vitro*



Inducción de callos



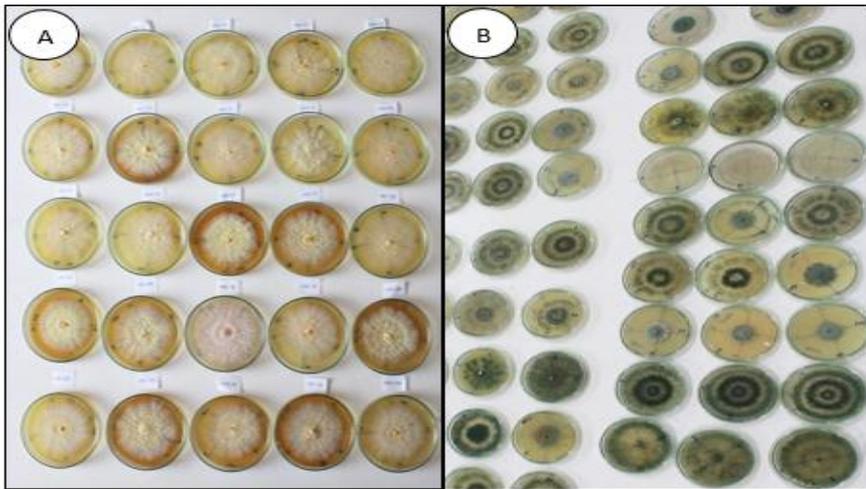
Desarrollo de embriones globulares



Desarrollo de plántula *in vitro*

Inducción de tolerancia a nematodos en sachas inchi empleando hongos endófitos

1.- Aislamiento de hongos endófitos.



A. Género *Clonostachys*, B. Género *Trichoderma*

2.- Siembra de semillas y colonización de las macetas con hongos endófitos. Luego se realiza la inoculación de huevos del nematodo.



A. Macetas con *Trichoderma*, B. Macetas con *Clonostachys*.

3.- Evaluaciones de la respuesta de las planta.



Caracterización molecular de sachá inchi

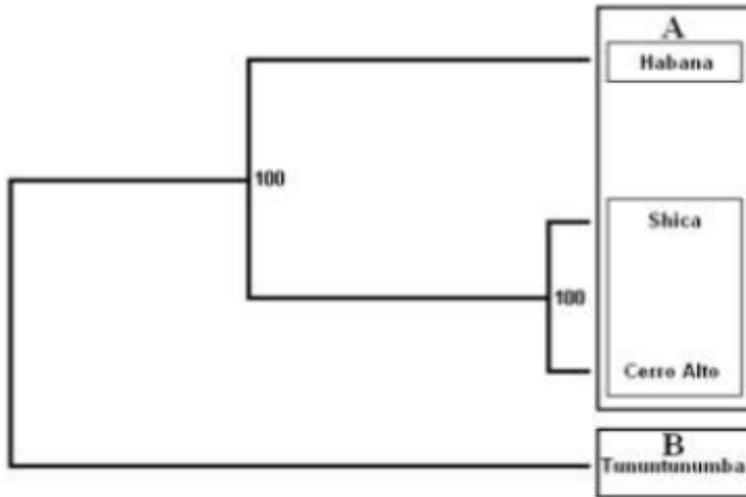


Figura: Dendrograma de similitud (UPGMA) generado con la distancia genética de Reynolds *et al.*, (1983) para las cuatro poblaciones de sachá inchi (*Plukenetia volubilis*) de la región San Martín. **Fuente:** Corazon-Guivin *et al.*, 2008.

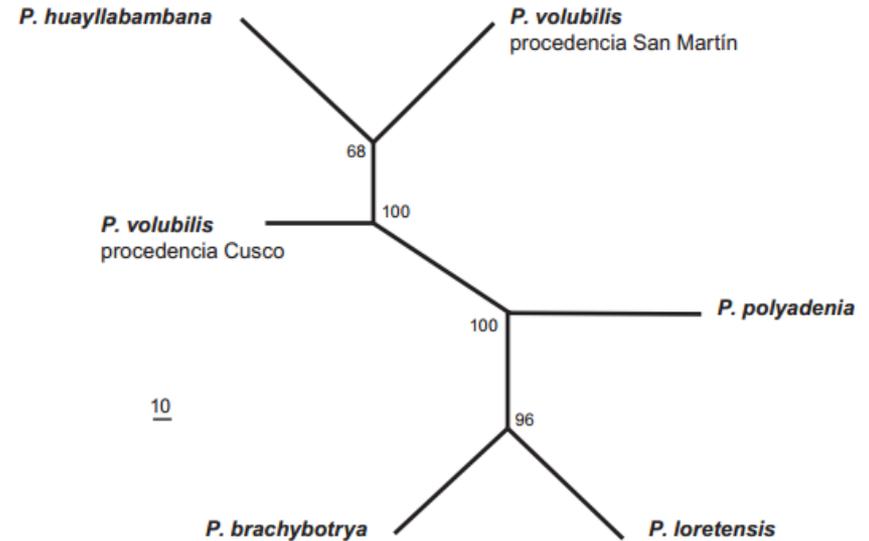


Figura: Dendrograma de las seis agrupaciones del género *Plukenetia* estudiados en la Amazonía Peruana. Elaborado mediante el método UPGMA a partir de los datos de distancia genética de Reynolds *et al.*, (1983). **Fuente:** Rodríguez *et al.*, (2010).

El banco de germoplasma de sachá inchi del IIAP cuenta con 22 accesiones de *Plukenetia volubilis* y 1 accesión de cada uno de los parientes silvestres: *P. polyadenia*, *P. huayllabambana*, *P. carolis-vegae*, *P. lorentensis* y *P. brachybotrya*.



GENETIC DIVERSITY OF *PLUKENETIA VOLUBILIS* L. ASSESSED BY ISSR MARKERS*

**M. Ocelák¹, P. Hlásná Čepková¹, I. Viehmannová¹, Z. Dvořáková¹, D.C. Huansi²,
B. Lojka¹**

*¹Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Tropical AgriSciences, Department
of Tropical Crops and Agroforestry, Prague, Czech Republic*

²Peruvian Amazon Research Institute, Tarapoto, Peru

**Diferenciación morfológica y por ISSR (Inter simple sequence
repeats) de especies del género *Plukenetia* (Euphorbiaceae) de la
Amazonía peruana: propuesta de una nueva especie**

**Differentiation morphological and by Inter simple sequence repeats
(ISSR) of species of genus *Plukenetia* (Euphorbiaceae) from Peruvian
Amazon: suggestion for a new species**

**Ángel Rodríguez^{1*}, Mike Corazon-Guivin¹, Danter Cachique¹, Kember Mejía¹,
Dennis Del Castillo¹, Jean-François Renno², Carmen García-Dávila¹**

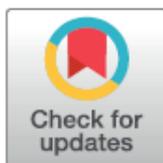
RESEARCH ARTICLE

Dealing with AFLP genotyping errors to reveal genetic structure in *Plukenetia volubilis* (Euphorbiaceae) in the Peruvian Amazon

Jakub Vašek¹, Petra Hlásná Čepková^{2*}, Iva Viehmannová³, Martin Ocelák³, Danter Cachique Huansi⁴, Pavel Vejl¹

1 Department of Genetics and Breeding, Faculty of Agrobiological Sciences, University of Life Sciences Prague, Kamýcká, Prague, Czech Republic, **2** Gene Bank, Division of Crop Genetics and Breeding, Crop Research Institute, Drnovská, Prague, Czech Republic, **3** Department of Crop Sciences and Agroforestry, Faculty of Tropical AgriSciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká, Prague, Czech Republic, **4** Peruvian Amazon Research Institute, Tarapoto, Peru

* hlasna@vurv.cz



<http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.20415>

Vegetative propagation of *Plukenetia polyadenia* by cuttings: effects of leaf area and indole-3-butyric acid concentration

R. Solis^{a*}, M. Pezo^a, G. Diaz^a, L. Arévalo^a and D. Cachique^a

^aPrograma de Investigación en Manejo Integral del Bosque y Servicios Ambientales – PROBOSQUES, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Jr. Belén Torres de Tello 135 - Morales, San Martín, Perú

*e-mail: rsolis@iiap.org.pe

Received: December 4, 2015 – Accepted: April 27, 2016 – Distributed: August 31, 2017
(With 1 figure)



GRACIAS