

Clones de palma de aceite: retos en su implementación y aprovechamiento en el sector palmero colombiano

Rodrigo Andrés Ávila Diaz-Granados I.A.
Asistente Investigación
Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales

Hernán Mauricio Romero PhD.
Director Investigación Cenipalma
Coordinador del Programa Biología de la palma

Auxiliares de Laboratorio y Campo
Cenipalma – Zona Central y Suroccidental



ÍNDICE

- 1. Mejoramiento Genético en Palma de Aceite***
- 2. Generalidades del Cultivo de Tejidos Vegetales***
- 3. Cultivo de Tejidos en Palma de Aceite***
- 4. Implementación del Cultivo de tejidos en la palmicultura colombiana***

Objetivo Principal

La clonación de palma de aceite, es una herramienta fundamental para la generación de material vegetal como alternativa a las problemáticas productivas y sanitarias del sector palmero colombiano.



Generalidades Palma de Aceite

- 🍌 Tiene un tronco alto y único (Estipe).
- 🍌 Las inflorescencias están en las axilas de las hojas.
- 🍌 Es una planta perenne (alcanza <100 años) se cultiva sólo hasta alcanzar 25 años.
- 🍌 Es una planta típica de la región tropical (bosque húmedo tropical).
- 🍌 Crece a altitudes por debajo de 500 msnm.



Generalidades Palma de Aceite

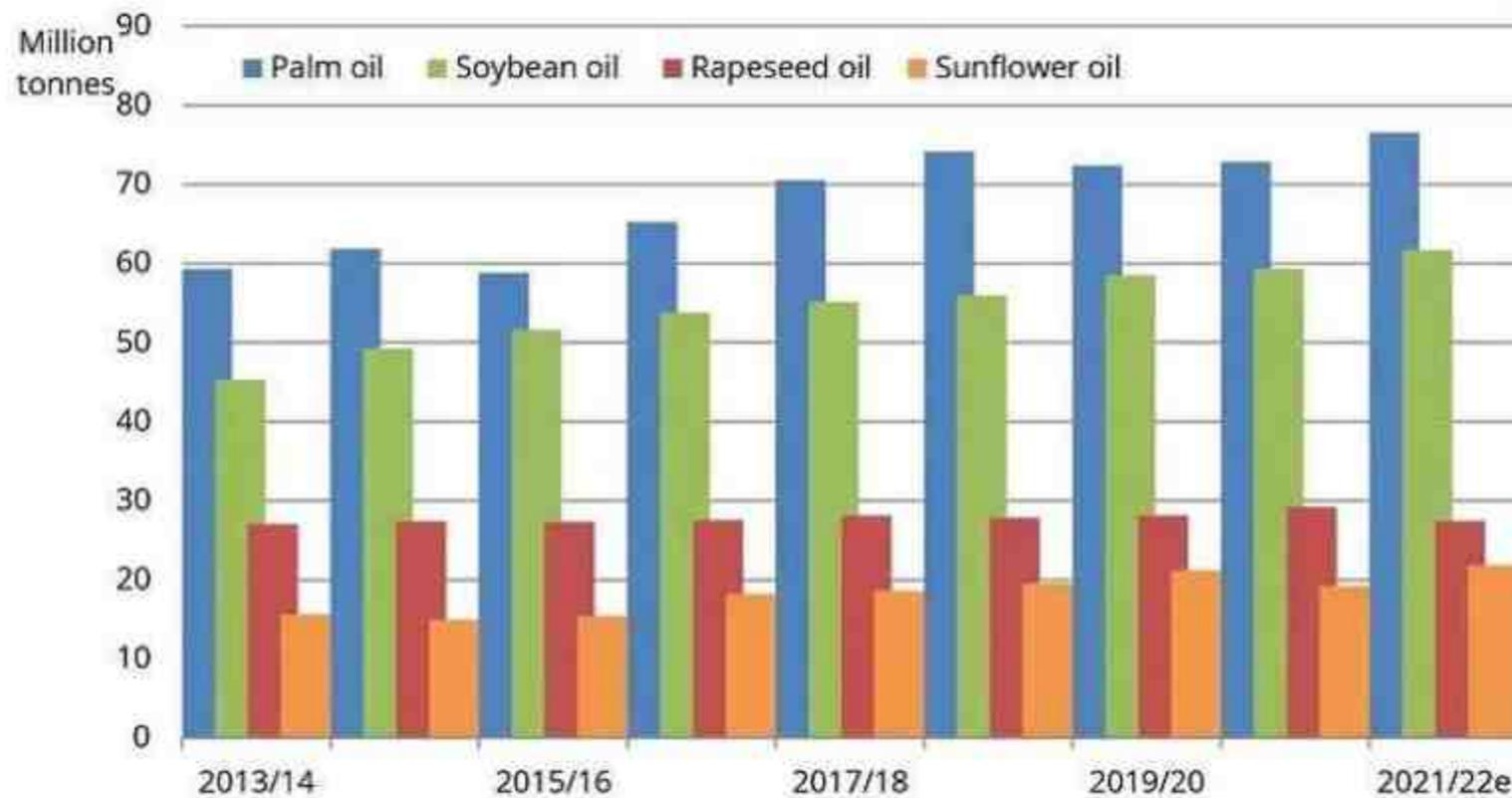


LAND REQUIRED TO PRODUCE 1 TUNNE OF MAJOR OILS

Source: Meljaard, E. et al. (2018). Oil palm and biodiversity. A situation analysis by the IUCN Oil Palm Task Force.

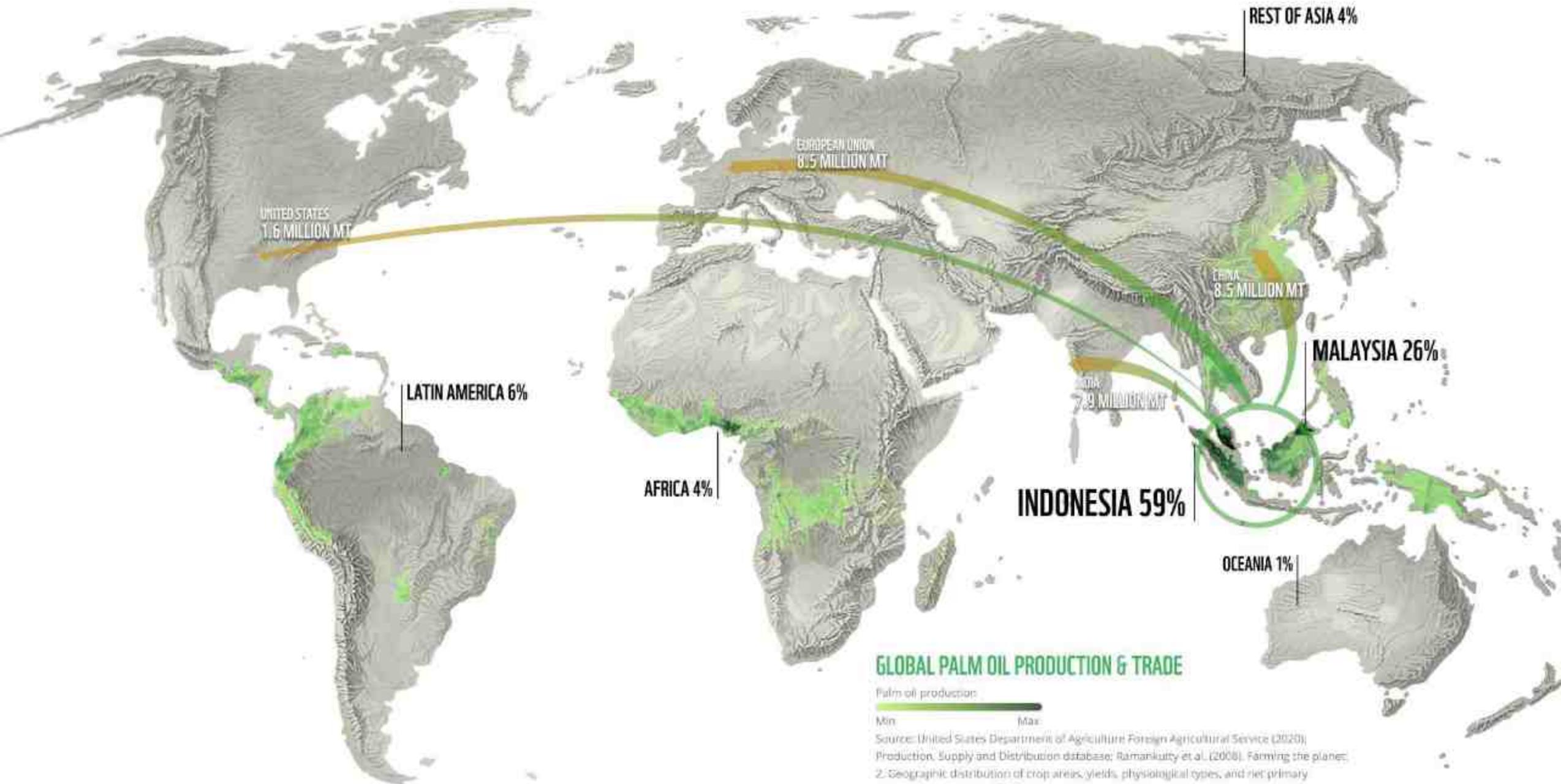


Global vegetable oil production



Source: USDA

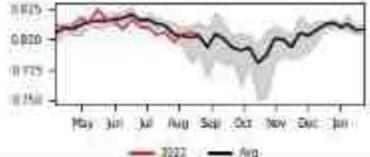
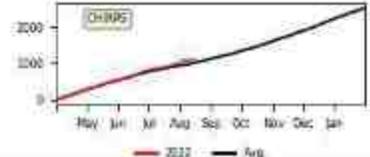
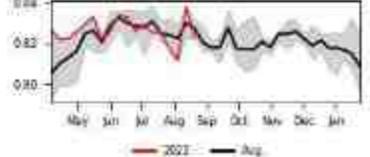
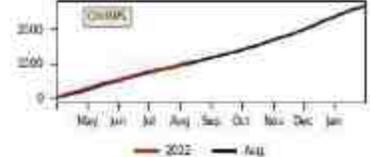
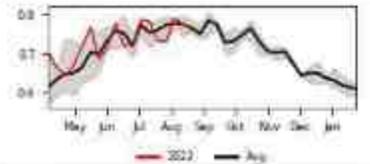
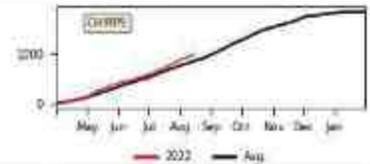
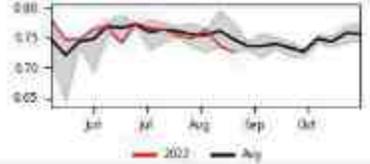
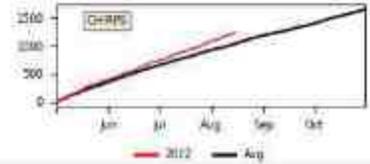
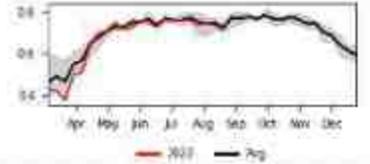
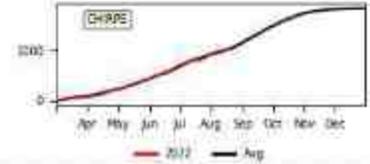
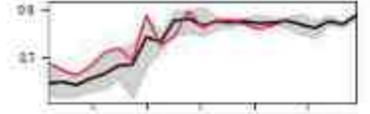
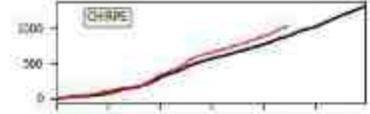
Note: e = estimated



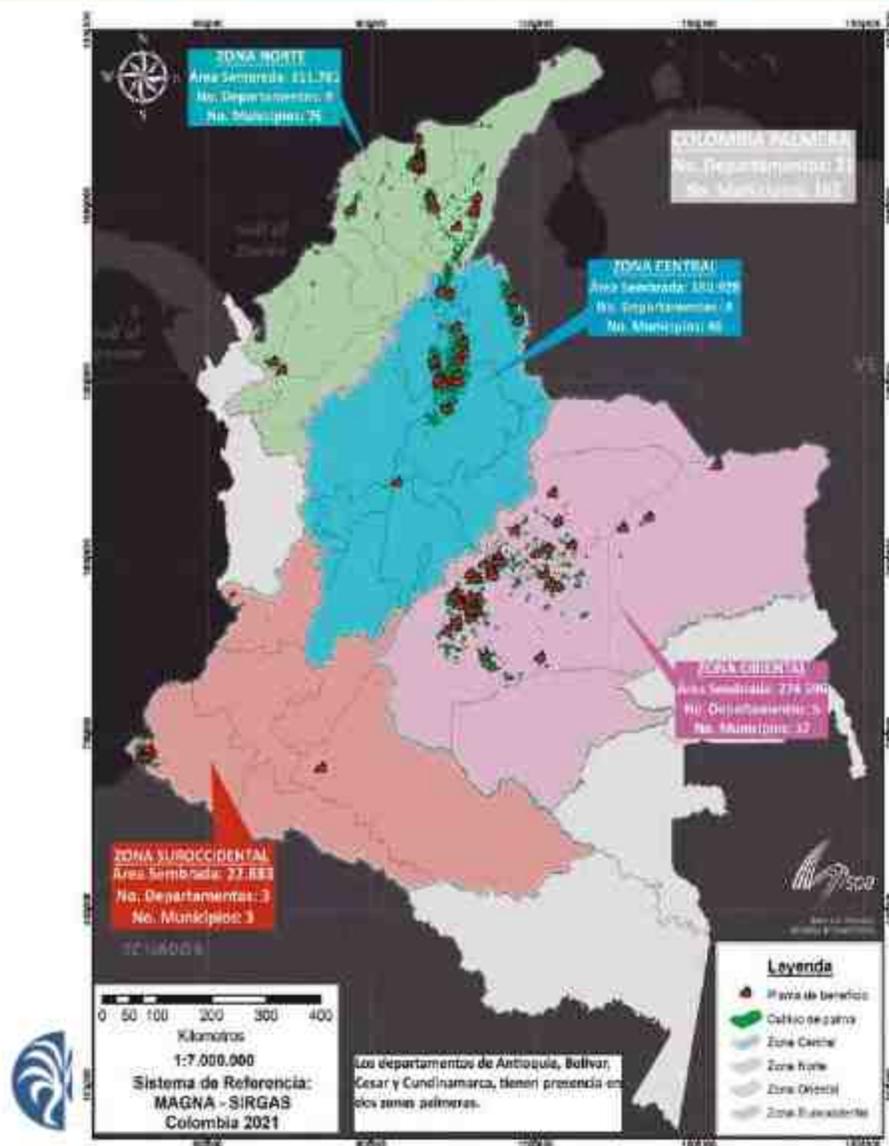
Palm Oil Explorer

Toolbox Commodity Market Year Rank By

Palm Oil 2022 World Production: 79,226 (1000 MT) (Updated 08/2022)

Rank	Country	Percent of World Production (Percent)	Production (1000 MT)	Crop Production Map	NDVI (MODIS)	Cumulative Precipitation (mm)
1	Indonesia Riau 27% Sumatera Utara 15% Sumatera Selatan 10% Jambi 5% Kalimantan Barat 4%	59	48,500			
2	Malaysia Sabah 25% Sarawak 12% Johor 10% Pahang 14% Perak 7%	25	19,800			
3	Thailand South 68% Central Plain 3%	4	3,200			
4	Colombia Meta 30% Santander 19% Cesar 13% Magdalena 12% Casanare 5%	2	1,836			
5	Nigeria South-South 42% South-West 27% South-East 26%	2	1,400			
6	Guatemala Tropical Rain Forest 30% Tropical Humid Forest 31% Humid Savannah 15%	1	910			





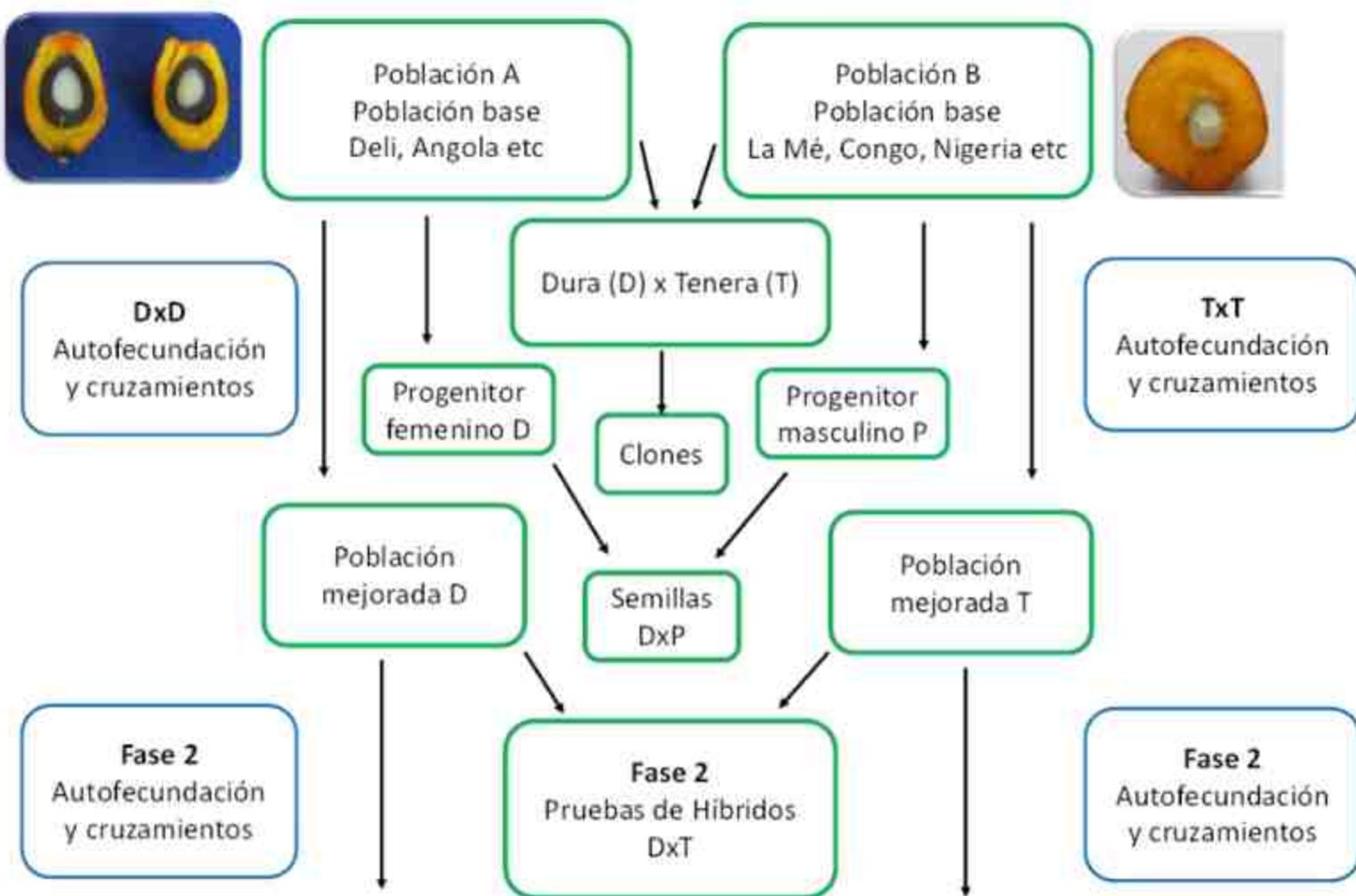
✓ Cuarto productor mundial de aceite de palma y primero en América Latina (1,838,000 Ton/año).

✓ 590.189 hectáreas divididas en 4 zonas de palmeras (Fedepalma, 2021).



MEJORAMIENTO GENÉTICO EN PALMA DE ACEITE

Selección Recíproca Recurrente



El método *family and individual palm selection* (FIPS)

(Ngando-Ebongue et al., 2012).

- ✓ Planta Monoica
- ✓ Planta Alógama



- ✓ Tiene un solo punto de crecimiento o meristemo apical situado en el ápice del tallo (Corley, 2003).
- ✓ Es un cultivo perenne de tardío rendimiento, por lo cual cada ciclo genético, bajo condiciones controladas tarda entre 9 y 10 años (Bastidas, 2013).
- ✓ Monocotiledónea con un solo punto de crecimiento, que no genera brotes, haciendo inviable la existencia de una generación de clones de forma vegetativa (Wong, 2005).

Desde la biotecnología, se desarrollan diferentes técnicas para el mejoramiento de la palma de aceite, entre otras: Genómica, bioinformática, proteómica y metabolómica. Todas estas nos permiten avances en producción, calidad de aceite, aspectos vegetativos y mejora de comportamiento fitosanitario (Weckx et al., 2019).



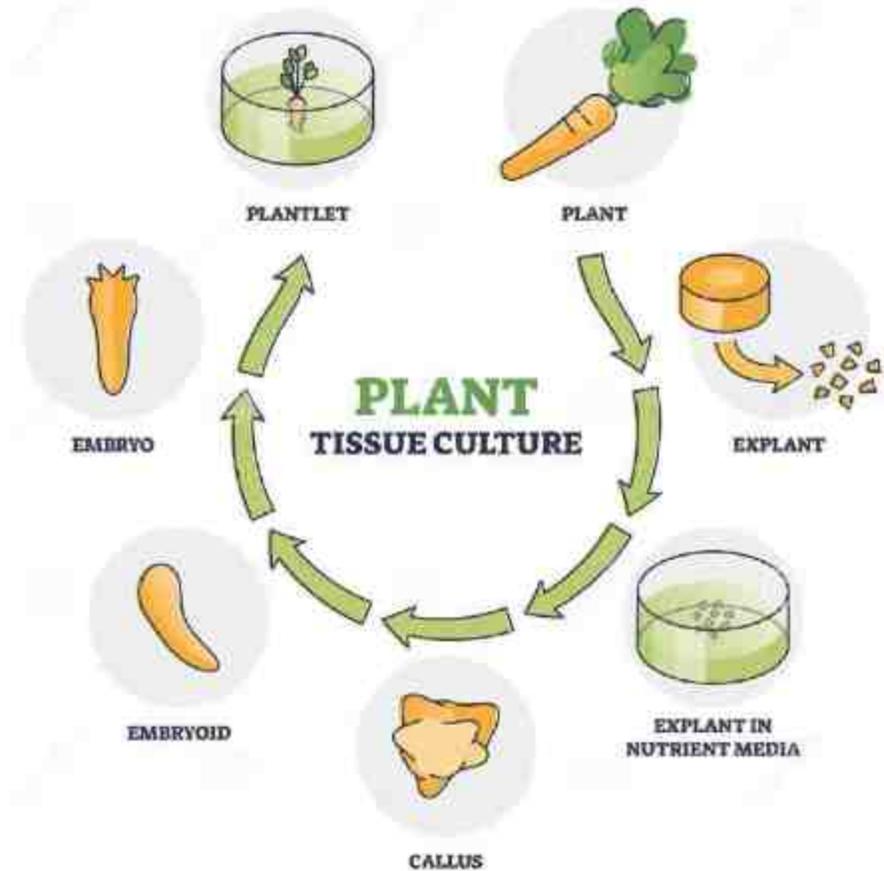
IOI Palm Biotech, tiene como visión ser una empresa de biotecnología innovadora, líder en el desarrollo y la utilización de tecnologías de vanguardia para agregar valor y mejorar los materiales de siembra de palma de aceite, lo que contribuirá a un crecimiento financiero sostenible y retornos para la empresa y la industria de la palma.

CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES



DEFINICIÓN CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES

Técnica en la que a partir de un tejido pequeño (explante), es posible regenerar miles de plantas **genéticamente iguales** a la planta madre, por medio de variables **físicas y químicas**, en **espacios controlados** y en un **medio de cultivo** específico (Roca & Mroginski, 1991).



DEFINICIÓN CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES

Aunque los principios de la micropropagación *in vitro* son básicamente invariables en todos los laboratorios, su aplicación presenta variaciones dependiendo del objetivo. Mientras que un laboratorio de investigación puede ser pequeño en tamaño pero muy especializado en equipos e instalaciones, uno de producción comercial tiende a ser más grande y simple.



<https://zoldenagri.com.sg/productive-palm-oil-through-biotechnology/>

LÍNEA DE TIEMPO DEL CULTIVO DE TEJIDOS VEGETALES (CTV)

2022

1902

Haberlandt demostró la teoría celular (es el padre del cultivo de tejidos vegetales)

1934

White generó un cultivo de células meristemáticas en un medio que contenía sales y otros aditamentos.

1953

Miller y Skoog descubrieron la kinetina.
Descubrimiento de que la formación de raíces o brotes en cultivo depende de la relación auxina/citoquinina.

1962

Desarrollo del medio Murashige y Skoog (MS).
Toshio Murashige Folke K. Skoog

70/80's

Inició la ingeniería genética y el cultivo celular adoptó el concepto de totipotencia celular en el que cada célula es capaz de convertirse en un organismo completo.

1981

Introducción del término "variación somaclonal" (Larkin y Scowcroft).
Transformación de células vegetales con ADN plasmidico (Paszowski et al.)

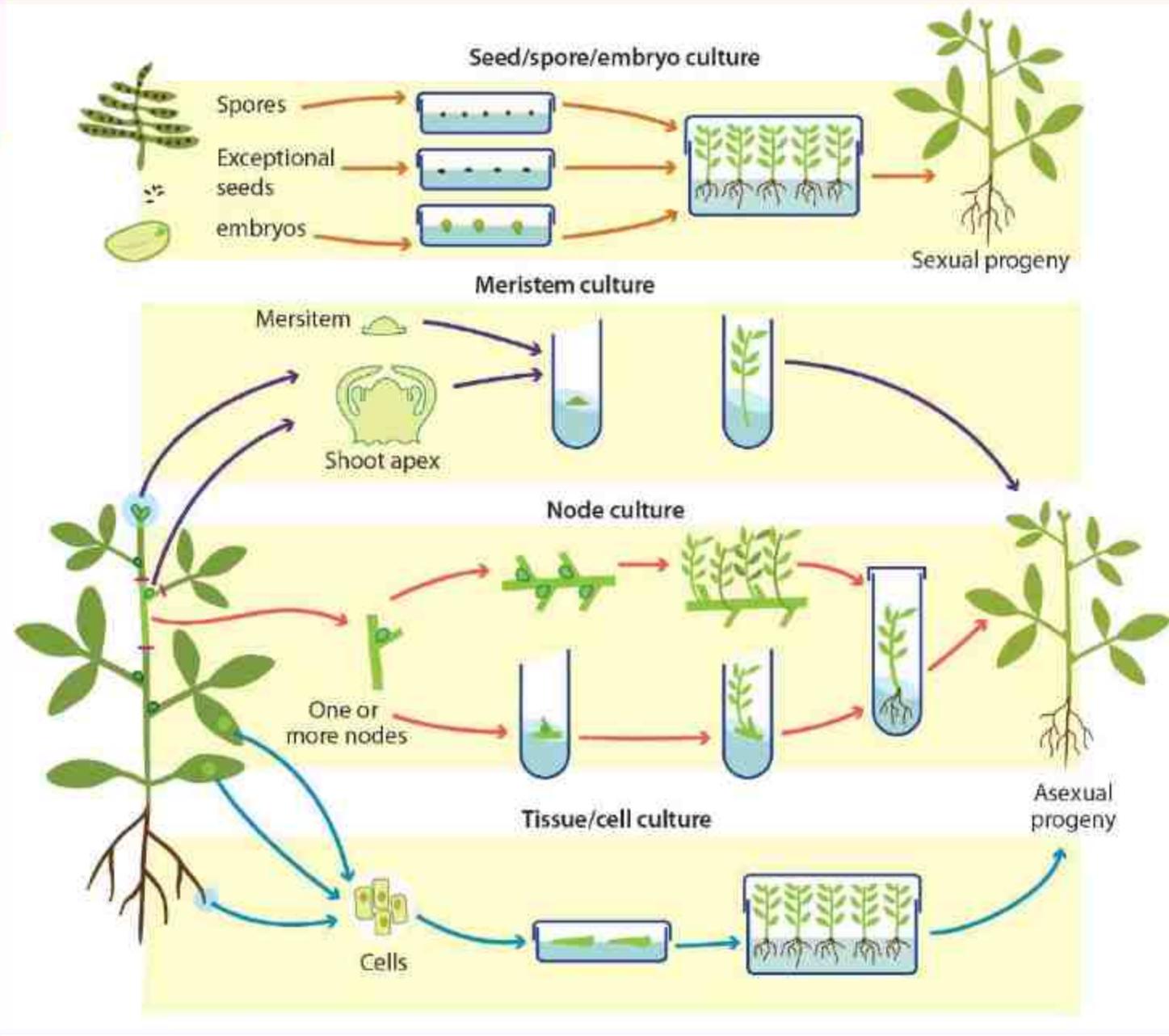
1987

Desarrollo del método biobalístico de para la transformación de plantas (Sanford et al.; Klein et al.)
Aislamiento del gen Bt (Barton et al.)

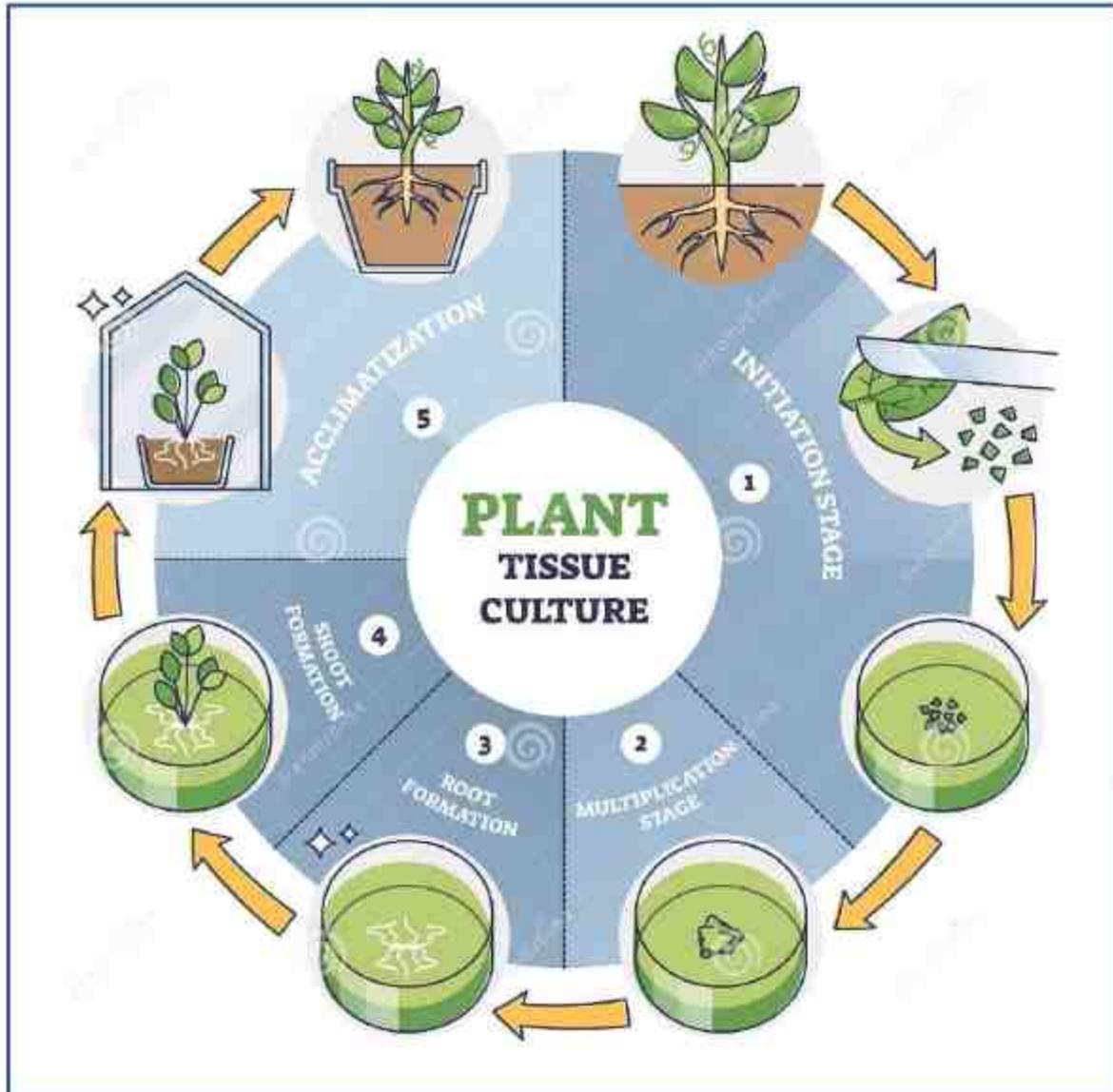
GENERALIDADES DEL CTV

La totipotencia es la habilidad de una sola célula de desarrollarse y producir células diferenciadas, hasta la producción de un organismo.

Los cultivos se inician generalmente a partir de fragmentos de tejidos multicelulares (explantes). Los explantes pueden originarse a partir de: **hoja, tallo, raíz, peciolo, hipocótilo, cotiledón, embrión o meristemo.**



GENERALIDADES DEL CTV



Las etapas del proceso son:

1. Selección del explante
2. Aislamiento del explante
3. Esterilización del explante
4. Inoculación del explante
5. Incubación
6. Iniciación de callo
7. Subcultivo
8. Regeneración
9. Endurecimiento
10. Transferencia a campo



CUATRO FACTORES QUE INFLUYEN EN LA REGENERACIÓN DE PLANTAS IN VITRO

Material Vegetal:

Potencial de división, efecto de la posición, predisposición

Explante:

Hoja, Raíz, Células haploides, meristemas.

Medio de Cultivo:

Hormonas, Sales minerales, fuente de carbón, gelificante.

Condiciones del Cultivo:

Temperatura, Humedad Relativa, Fotoperiodo, Envases



APLICACIONES DEL CTV





CULTIVO DE TEJIDOS EN PALMA DE ACEITE

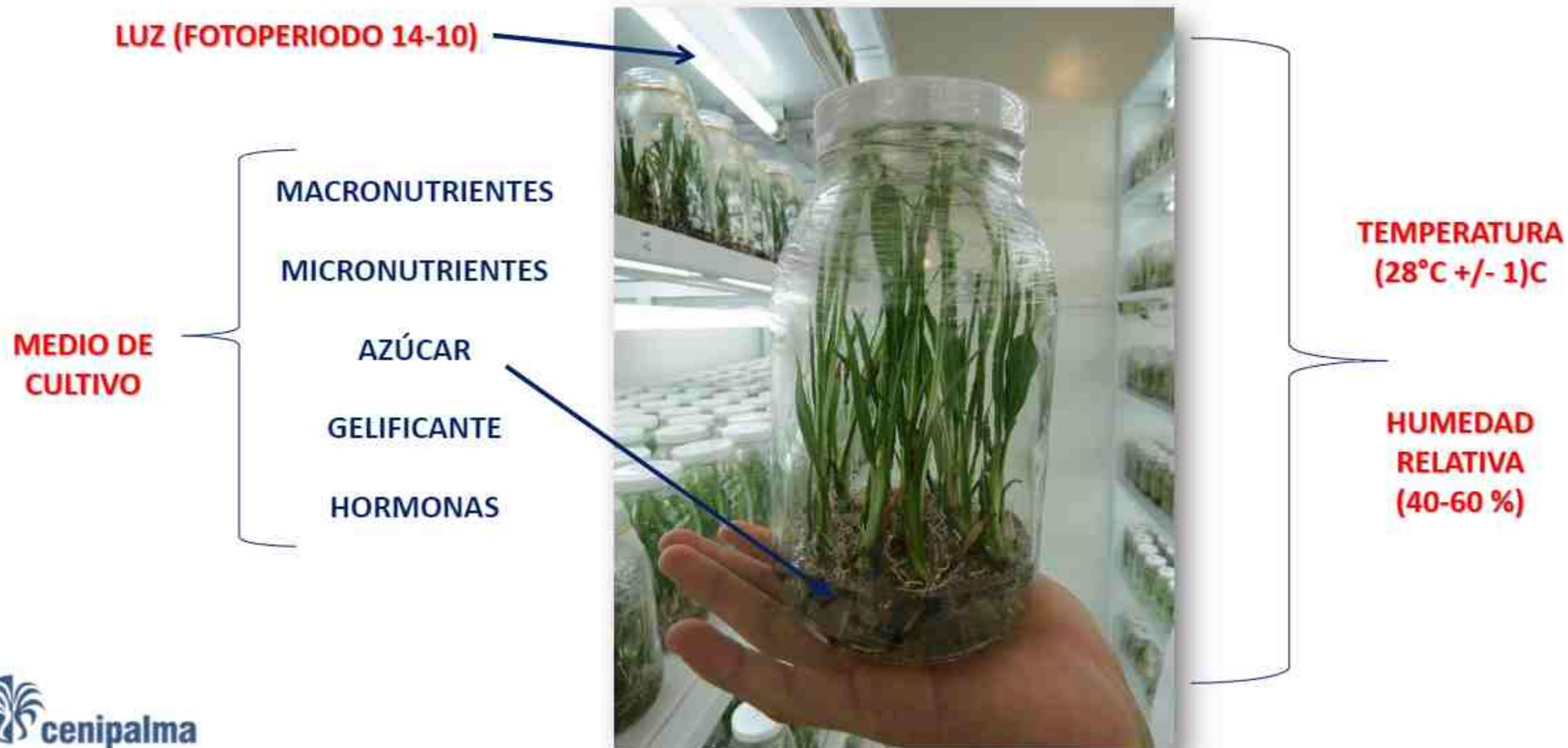
Generalidades y antecedentes del proceso

- En 1976 en Inglaterra iniciaron las primeras exploraciones, sin embargo, los primeros clones producidos tenían variabilidad y mutaciones.
- Más adelante en Malasia, el Gobierno ordenó trabajos conjuntos entre laboratorios del país con el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT). La alianza rindió sus frutos y actualmente se tiene ya la metodología de multiplicación comercial de clones.
- El éxito alcanzado a partir de 1985 se evidencia con la producción comercial de clones en más de 10 laboratorios en Malasia y otros países (Corley & Tinker, 2003).
- Sin embargo, la aparición de anomalías en algunos racimos de las palmas generadas, ha originado problemas al inicio de los programas de producción comercial (Euwens et al., 2002).



CONDICIONES DE LABORATORIO PARA CTV EN PALMA

2022



CTV DE PALMA DE ACEITE ALREDEDOR DEL MUNDO



AAR - Malasia



IOI - Malasia



SIME DARBY - Malasia

CTV DE PALMA DE ACEITE ALREDEDOR DEL MUNDO



UNIVANICH - Tailandia



SMART - Indonesia



CATAS - China

Fuente: Tecnopalma



Costa Rica
Coto

Aspectos a resaltar

- Regionalmente el único que produce clones palma de aceite.
- Producción ~500.000 plántulas/año
- En funcionamiento desde 2000

Productos

- Clon Drake
- Clon Sunrise
- Clon Tornado
- Clon Sabre
- Clon Titán



Malasia

Nombre material: • Oil Palm Premium clone

- ✓ Crecimiento vigoroso uniforme
- ✓ Anomalías muy bajas



Malasia

Nombre material:

- Clonal Palm Series 3 (CPS3)
- Clon P456
- Mayor producción



PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT
Indonesian Oil Palm Research Institute

Indonesia

Nombre material: • MK

- ✓ Resistente a plagas y enfermedades,
- ✓ Mayor producción



smart
agribusiness and food

Indonesia

Nombre material: • Eka 1
• Eka2

- ✓ Mayor producción



Malasia
Indonesia

Nombre material: • Sin datos

- ✓ Mayor producción



Malasia

Nombre material: • Sin datos

- ✓ Mayor producción
- ✓ Crecimiento vigoroso

Sobre nuestro laboratorio

El laboratorio de clonación de Cenipalma reproduce **copias** de aquellas palmas que han mostrado rasgos de interés agronómico, dando especial relevancia a la **resistencia a PC y producción.**

Los clones de Cenipalma se encuentran en campo **desde el 2015 en Tumaco y Zona Central**, donde han demostrado su capacidad de sobrevivir a ambientes con presencia de PC.

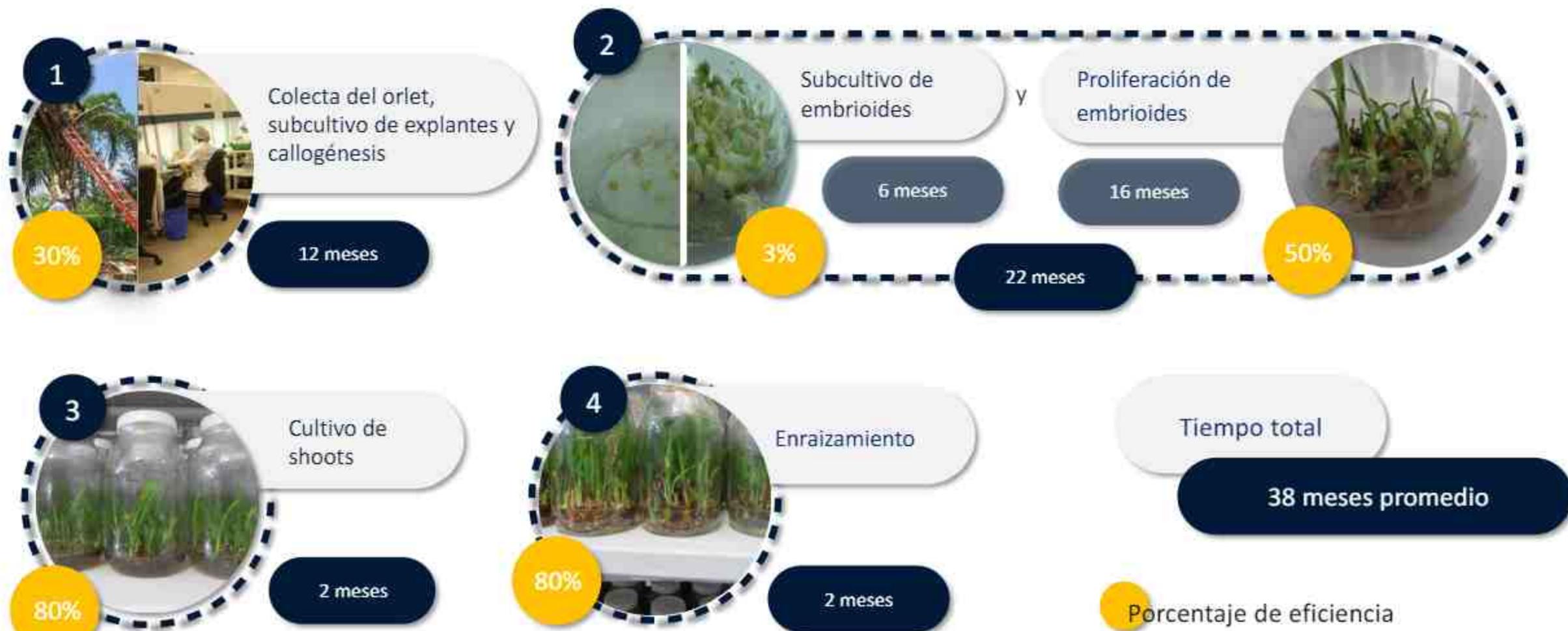
Con su próxima ampliación, el Laboratorio tendrá la capacidad de producir alrededor de 500.000 clones al año.



***Etapas del proceso de
micropropagación en palma de
aceite***

FASES DEL PROCESO - IN VITRO

2022



FASES DEL PROCESO - EX VITRO

2022



FASES DEL PROCESO – EVALUACIÓN EN CAMPO

2022





IMPLEMENTACIÓN DEL CULTIVO DE TEJIDOS EN LA PALMICULTURA COLOMBIANA

Identificación de palmas “Sobrevivientes” a PC



Estandarización metodología
(adecuación Laboratorio)



Primeras introducciones de
palmas tipo *dura*



Aclimatación plántulas

Reconocimiento de palmas
"Sobrevivientes a PC" (Tumaco y Puerto Wilches).



- Aclimatación y endurecimiento de ramets.
- Siembra de clones ortets "Dura" en mayo de 2013 (503 palmas)



P. palmivora

- Manejo de la enfermedad- Decalogo de la PC
- Antagonistas: Control biológico ejm, Trichoderma

Corto y mediano plazo

- *E. guineensis* comerciales -> **S**
- Híbrido OxG -> **R**, pero?
- Fuentes de resistencia en *E. guineensis* ?

Mediano y largo plazo

PANORAMA PÉRDIDAS ECONÓMICAS POR AFECTACIÓN FITOSANITARIA EN COLOMBIA CIERRE 31 AGO 2019

Área Perdida por PC ZC: 37,900 ha
Pérdida Económica: **844 millones USD**

Pérdida económica por PC en Colombia – última década:
2.476 millones USD

Área Perdida por PC Z So: 35,200 ha
Pérdida Económica: **1.138 millones USD**



PUDRICIÓN DEL COGOLLO - PC

2022



PORQUÉ SON IMPORTANTES ÉSTAS PALMAS???

2022





Con la identificación de palmas con características de “Sobrevivientes” a PC en Tumaco y Puerto Wilches, se decidió su introducción y multiplicación en Laboratorio (2010).

Tumaco
Ortet 33-Ortet 40

Puerto Wilches
Ortets: 28-34-35-36

CLONACIÓN DE MATERIALES “SOBREVIVIENTES”

2022



QUIENES SON LOS MATERIALES “SOBREVIVIENTES”??

- Palmas que no presentaron sintomatología de la enfermedad
- Producción estable.

ZONA CENTRAL

ORTET	Fecha de inoculación	Material/ Origen	Edad en el momento de corte	Produjo rámets?
28	24/02/2010	Unilever	19 años	Si
34	14/04/2010	Unilever	19 años	Si
35	16/04/2010	Unilever	19 años	Si
36	17/04/2010	Unilever	19 años	Si

ZONA SUROCCIDENTAL

ORTET	Fecha de inoculación	Material/ Origen	Edad en el momento de corte	Produjo rámets?
33	10/04/2010	Tenera/ CIRAD	25 años	Si
40	25/06/2010	Tenera/ CIRAD	28 años	Si

PRODUCCIÓN DE MATERIALES “SOBREVIVIENTES”

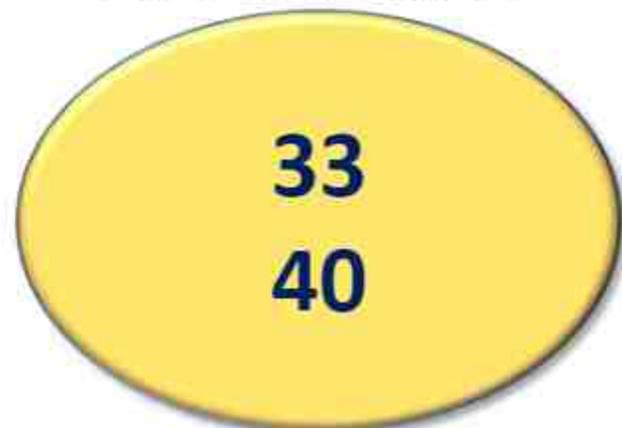
2022

	ORTETS	CARACTERÍSTICA SOBRESALIENTE
<i>E. guineensis</i>	28-34-35-36-106	SOBREV. PTO WILCHES (Zona Central)
	33-40	SOBREV. TUMACO (Zona Suroccidental)

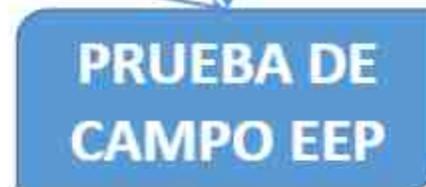
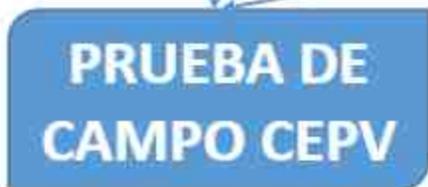


Caracterización en campo de rámetros provenientes de órtets “Sobrevivientes” a PC

ORIGEN TUMACO



ORIGEN PUERTO WILCHES



SIEMBRA DE CLONES E. E. PROVIDENCIA (TUMACO)

2022

📅 **Fecha de siembra:** Diciembre 2014 y Junio 2016

📊 **Cantidad total de palmas sembradas:** 607 (Lote 6 y Lote 7)

📊 **Incidencia Actual:** 15%

Ortet	Característica sobresaliente
13	D x D
16	D x D
22	Angola Pisifera
33	Sobreviviente Tumaco
34	Sobreviviente Pto. Wilches
36	Sobreviviente Pto. Wilches
40	Sobreviviente Tumaco
18	OxG
28	Sobreviviente Pto. Wilches
35	Sobreviviente Pto. Wilches
43	OxG
47	OxG



📅 **Fecha de siembra:** Enero 2015 y Noviembre 2015

📊 **Cantidad total de palmas sembradas:** 469 (B4L3 y B1L9)

📊 **Incidencia Actual:** 0%

Ortet	Característica sobresaliente
33	Sobreviviente Tumaco
34	Sobreviviente Pto. Wilches
36	Sobreviviente Pto. Wilches
40	Sobreviviente Tumaco
28	Sobreviviente Pto. Wilches
29	Sobreviviente Tumaco

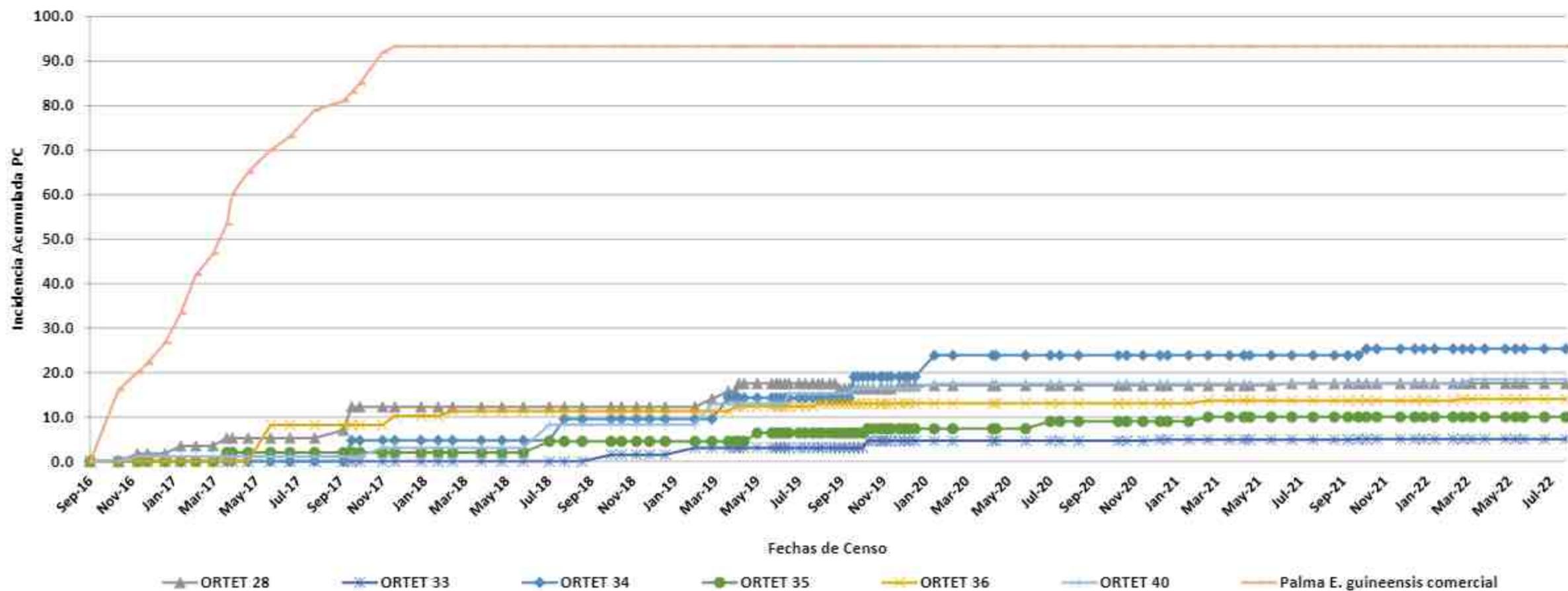
- Estado fitosanitario (Incidencia y Severidad – PC)
- Identificación anomalías (*Mantled Fruit*)
- Registro de producción
- Variables Fisiológicas y Vegetativas



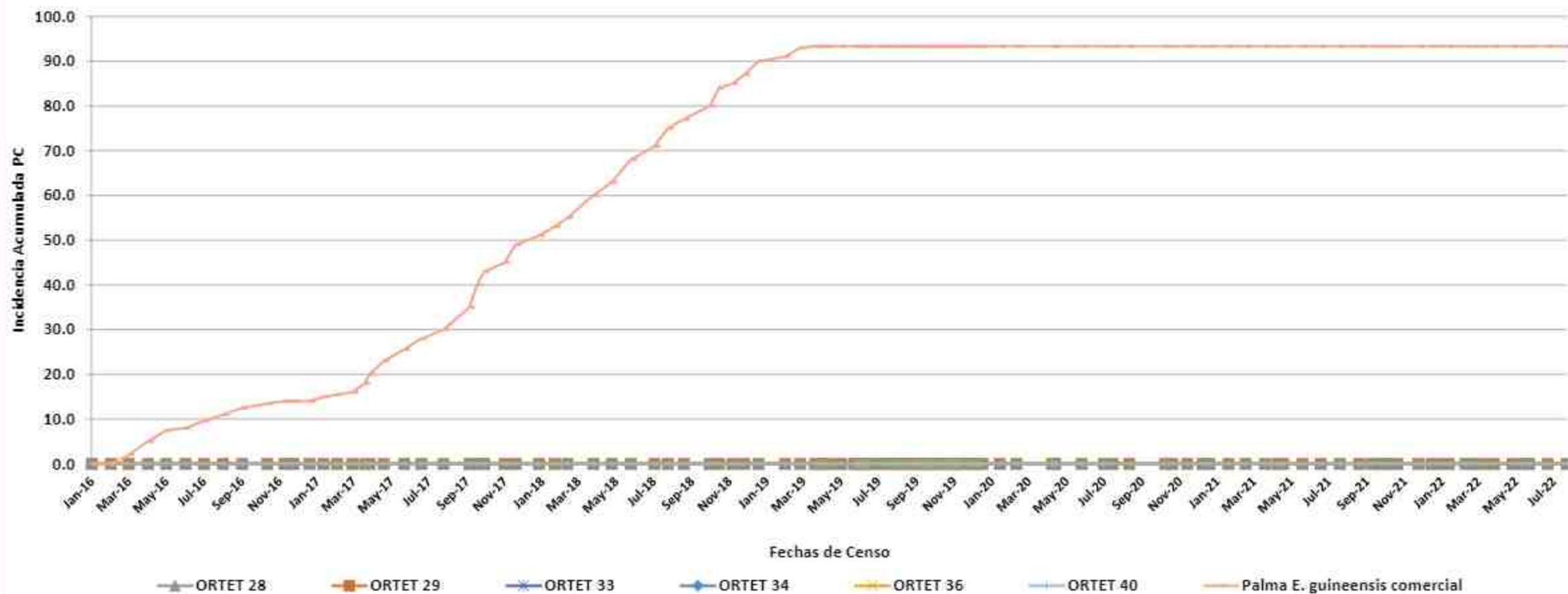
PUDRICIÓN DE COGOLLO - EEP

2022

CURVAS DE PROGRESO DE INCIDENCIA DE PC EN DIFERENTES CLONES DE PALMA DE ACEITE
Comparación entre Clones sobrevivientes *E. guineensis*
Estación Experimental Providencia - Tumaco
Septiembre 2016 - Agosto 2022



CURVAS DE PROGRESO DE INCIDENCIA DE PC EN DIFERENTES CLONES DE PALMA DE ACEITE
Comparación entre Clones sobrevivientes *E. guineensis*
CEPV B1L9
Enero 2016 - Agosto 2022



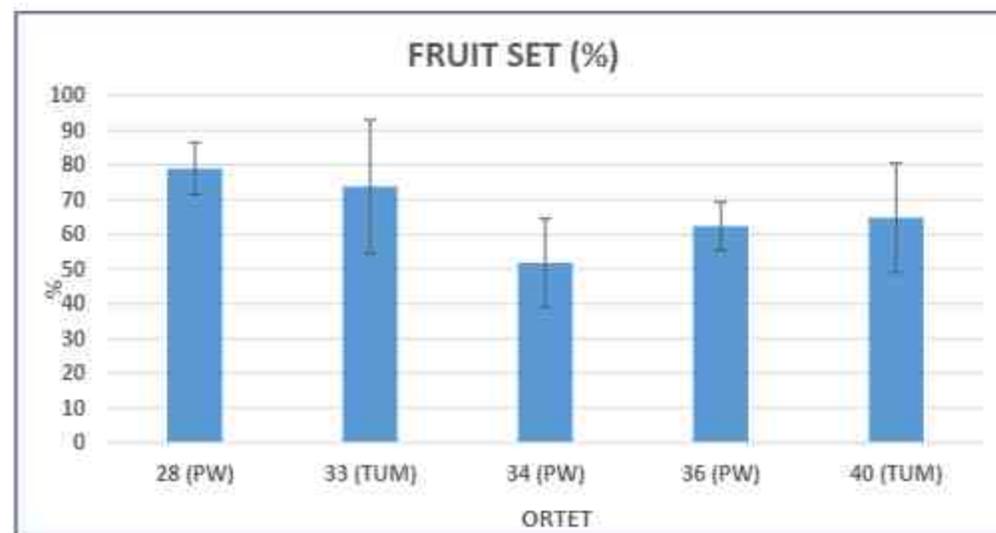
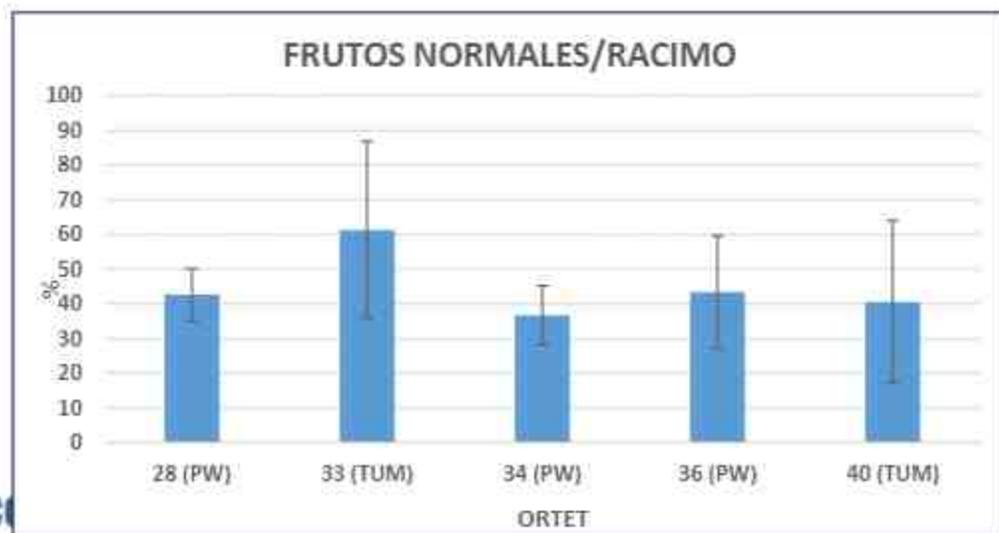
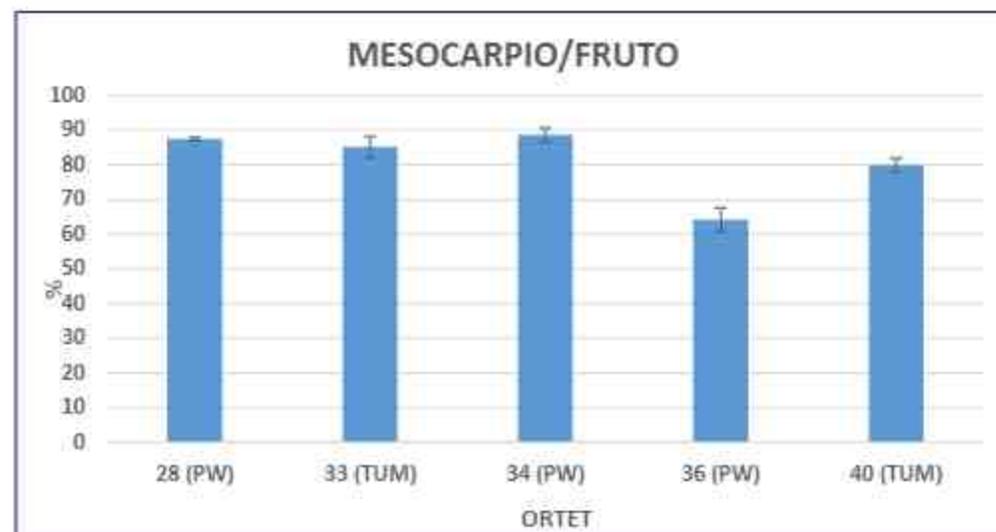
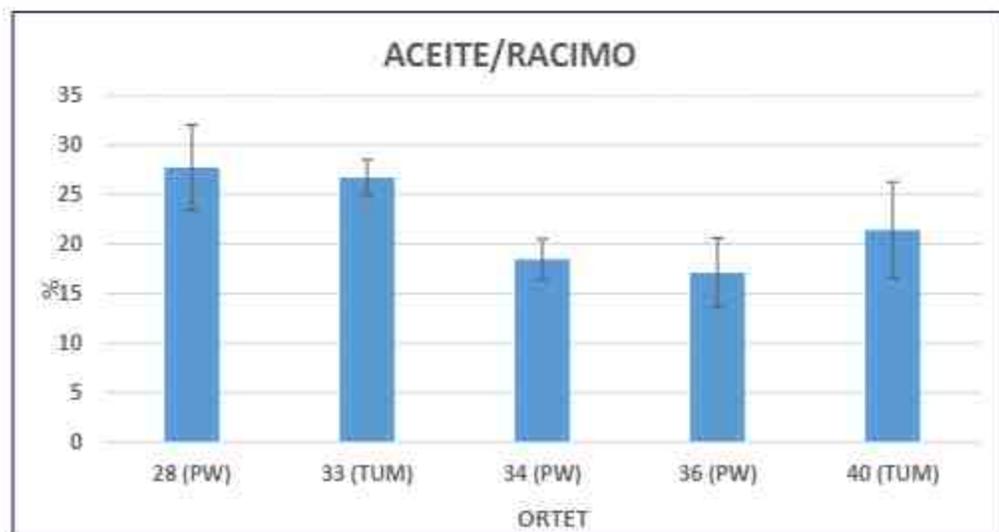
IDENTIFICACIÓN DE ANORMALIDADES

2022

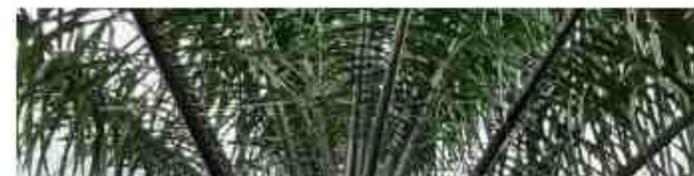
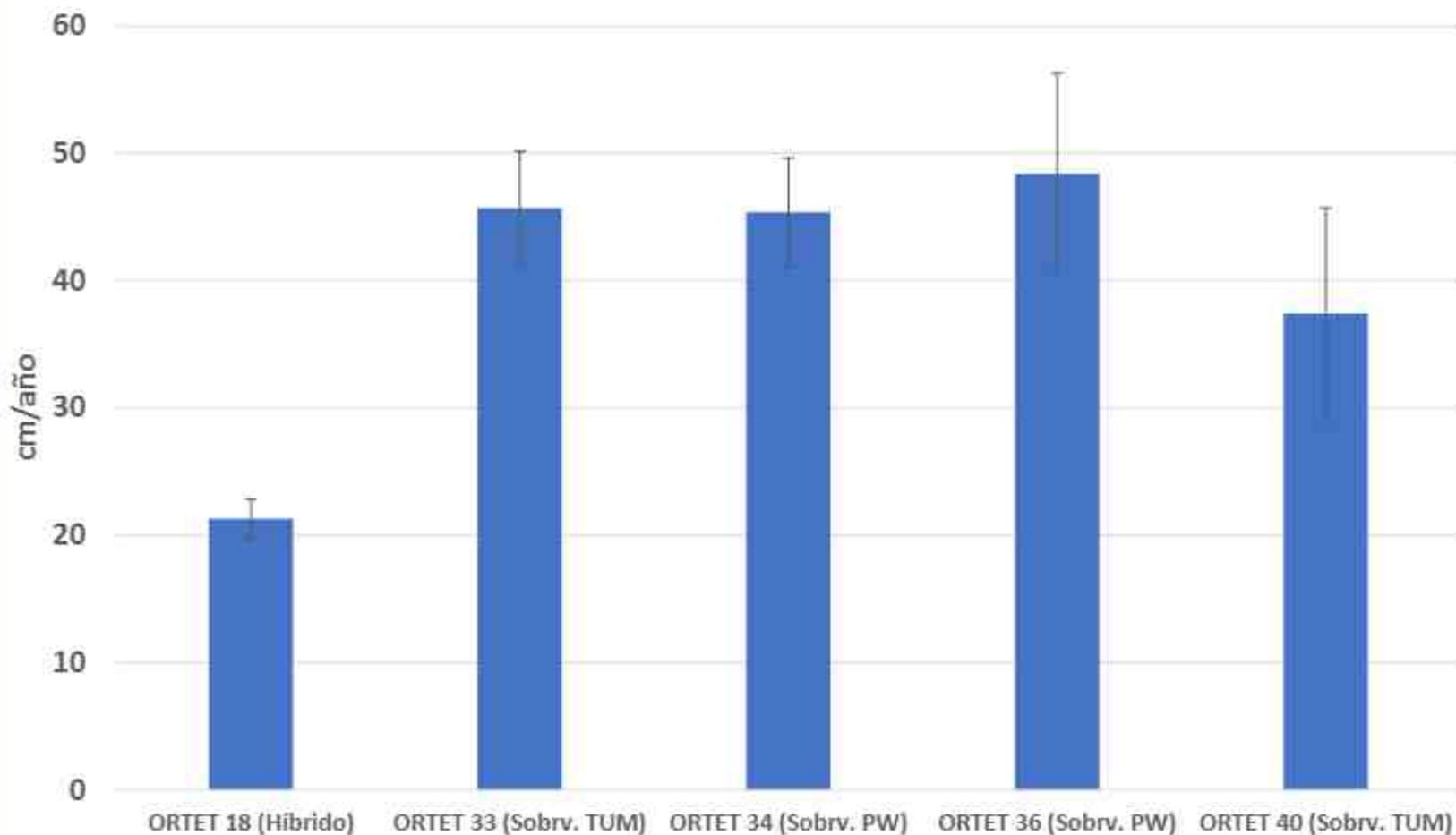


**PORCENTAJE DE
CLONES
ANORMALES EN
CAMPO
0,5%**





Promedio de Incremento anual palmas



Small is beautiful !

Palma #S



45 - 50 cm/año

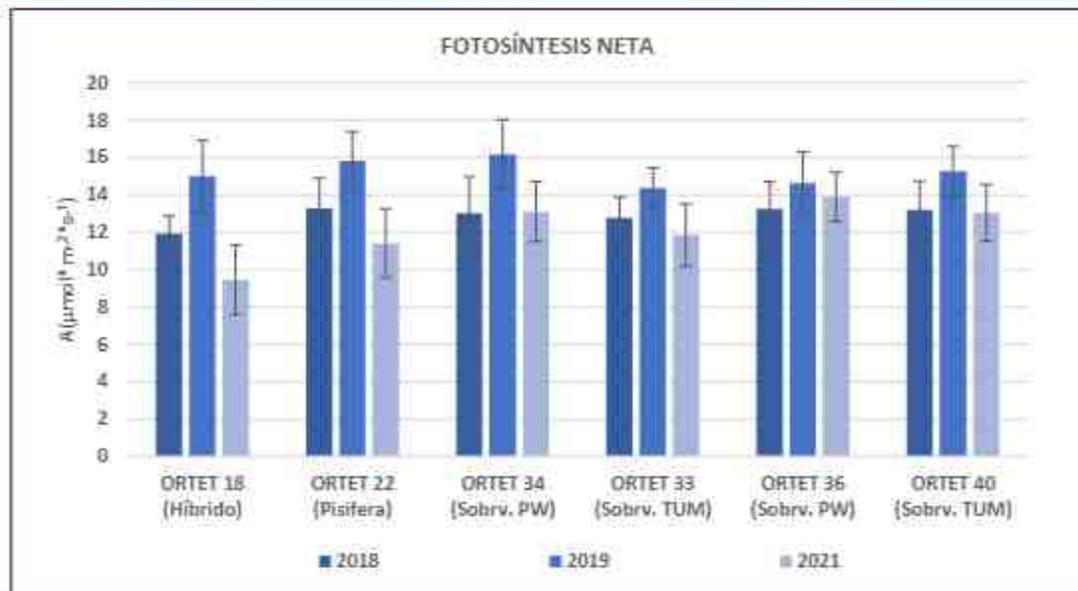
Otro origen



80 cm/año

Diferencia en la tasa de crecimiento de las palmas PalmEit - CIRAD® #S y otros orígenes







CON EL RESPALDO DE





Ortet 33



Ortet 35



Ortet 34



Ortet 36



PROYECCIÓN LABORATORIO DE CLONACIÓN TECNOPALMA

1. Plantaciones con mayor vida útil - Progenies *tenera* de bajo porte (reducido crecimiento del estípites) y alta producción de aceite (alto RFF y altas producciones de aceite)
2. **Palmas que se enfermen menos/menores costos de producción: Clones con posible resistencia a la PC.**
3. Palmas que se enfermen menos y con alta rentabilidad: Progenies OxG con alta producción de racimos de fruta fresca y altas tasa se extracción.
4. Palmas que se enfermen menos/menores costos de producción: Progenies *tenera* con posible resistencia a la PC.

PRUEBAS DE EVALUACIÓN AGRONÓMICA (PEA's)

2022



PLANTACIÓN	ZONA	ORTET	HECTÁREAS A SEMBRAR
Manuelita S.A.	Oriental	106	2
Oleaginosas Yuma	Central		
Oleaginosas San Marcos	Oriental		
Palmasol	Oriental		
Plantación 1 Zona Norte	Norte		
Plantación 2 Zona Norte	Norte		



NUESTRO PORTAFOLIO

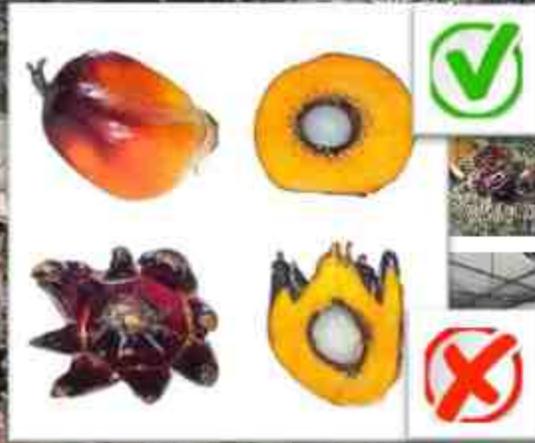


Unidad que permitirá la entrega de clones resistentes a PC, se producirán en el **Laboratorio de Clonación de Cenipalma (Nuevo)**



CON EL RESPALDO DE





2022



GRACIAS

2022

