



Plant Sciences Integrator

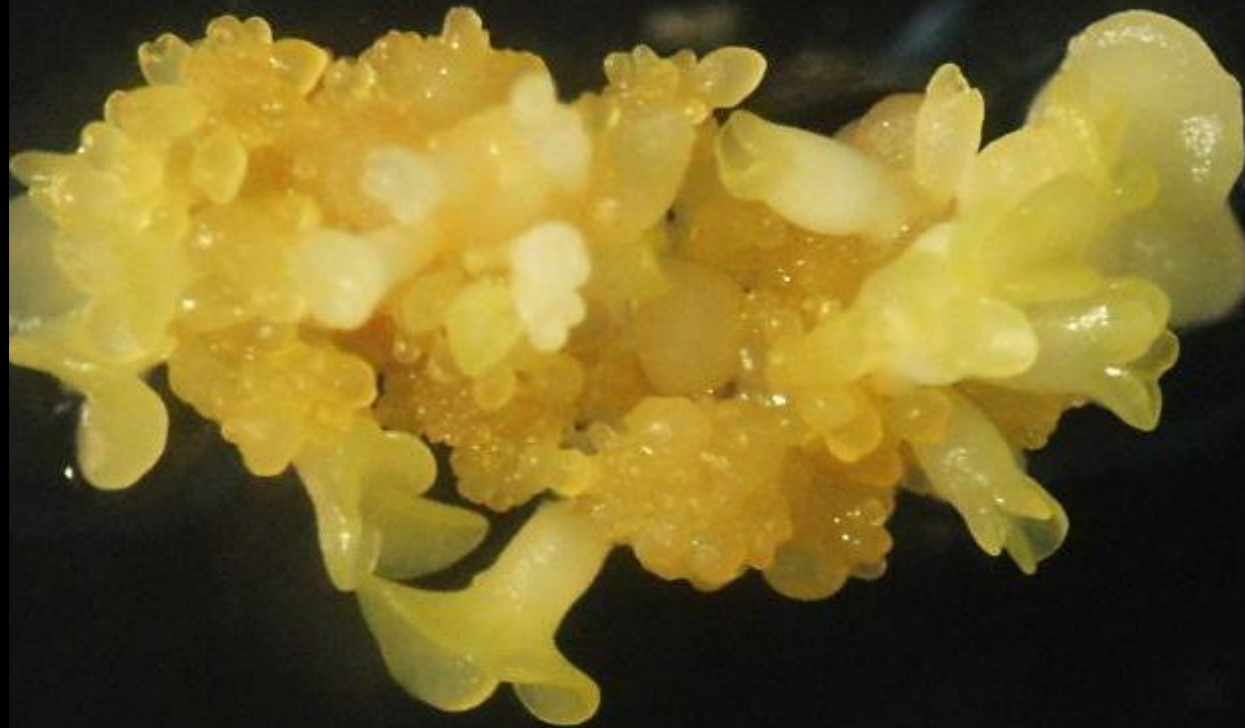


LA MICROPROPAGACIÓN “AGREGANDO VALOR A LA AGRÍCULTURA”

Dr. CUAUHTÉMOC NAVARRO

Noviembre , 2020

1ER FORO VIRTUAL



Embriones somáticos de *Carica papaya* L.



CONTENIDO

- Micropropagación (aspectos clave)
- Micropropagación en la agricultura (ejemplos)
- Agro - Biotecnología y creación de valor (conceptos)
- Alcances



Micropropagación (aspectos clave)

Micropropagación

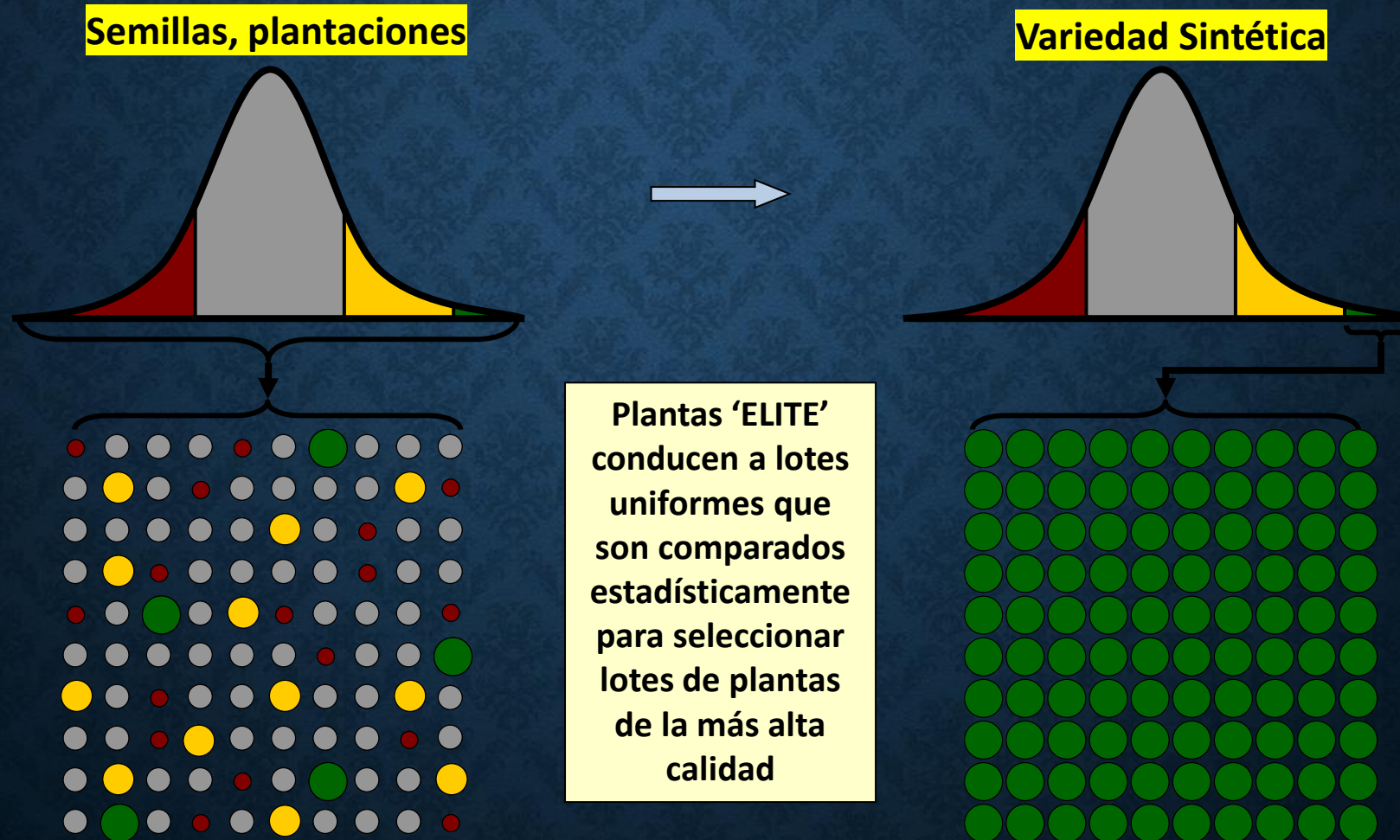
(1) Selección

(2) Sanidad

(3) Clonación a escala industrial

Micropropagación – (1) Selección

SELECCIÓN CLONAL VARIEDADES DE MÁS ALTO DESEMPEÑO



Micropropagación

(1) Selección

(2) Sanidad

(3) Clonación a escala industrial

Micropropagación – (2) Sanidad

Plantas Sanas

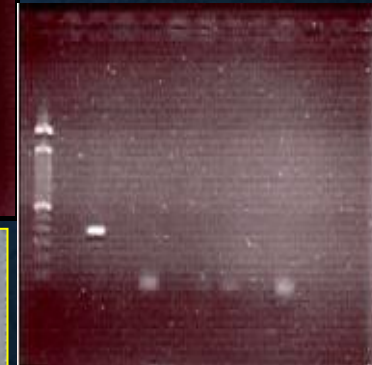
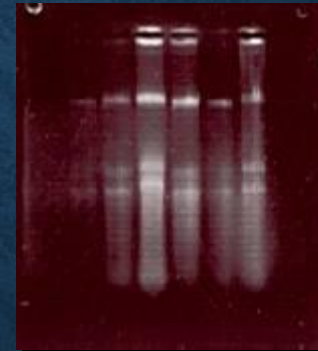
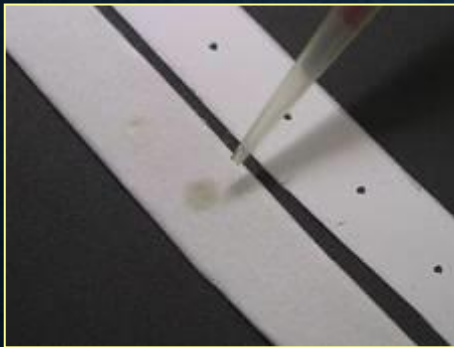
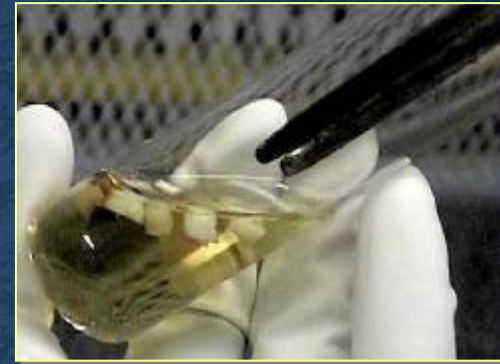
Detección temprana *in situ* de un amplio espectro de microorganismos.

Medio selectivo de *Fusarium sp.*

Detección de *Pectobacterium carotovora* por medio de inmuno - blot.

ELISA', IC -RTC y RT - PCR para microorganismos específicos.

Normatividad SENASICA
Análisis en laboratorios CNRF



Micropropagación

(1) Selección


(2) Sanidad

(3) Clonación a escala industrial

Micropropagación – (3) Clonación a escala industrial

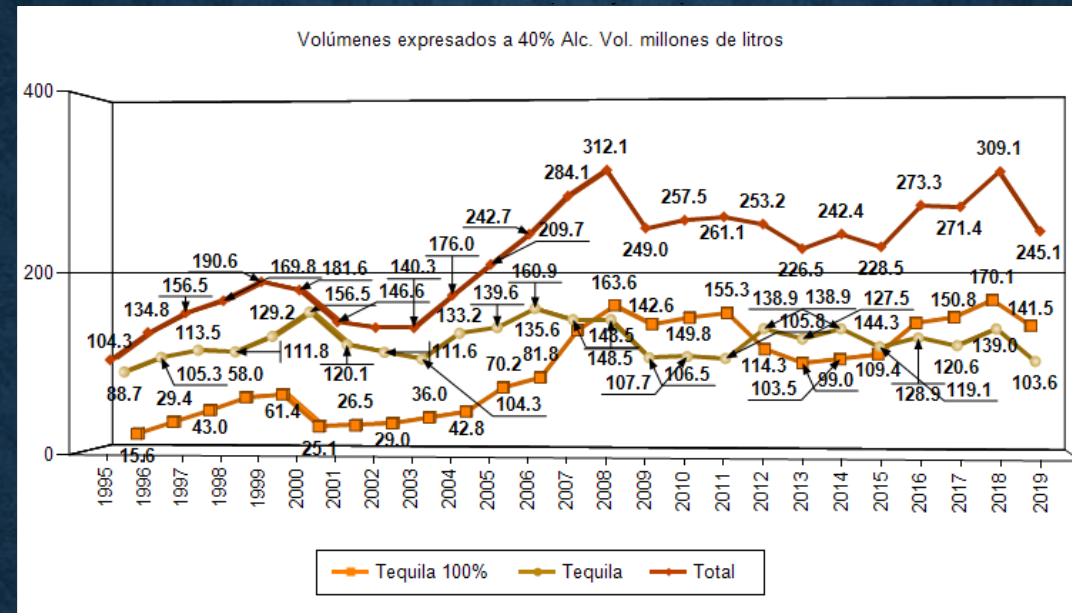


Micropropagación en la agricultura (ejemplos)

A wide-angle photograph of an agave field. The plants are arranged in neat rows, with a dirt path running through the center. The background shows a clear blue sky with scattered white clouds and distant hills.

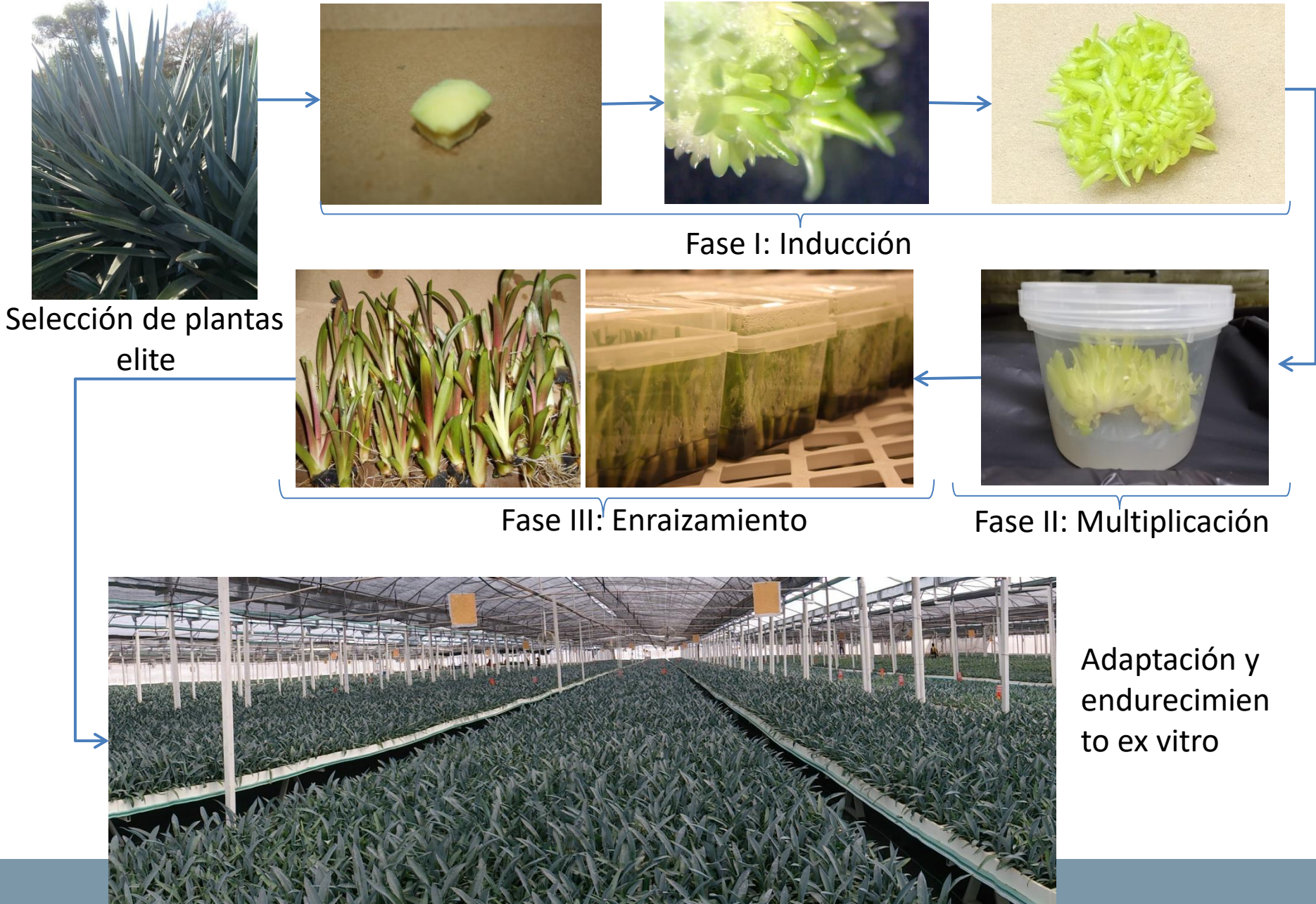
PROPAGACIÓN DE AGAVE
AZUL A GRAN ESCALA.
GARANTÍA DE ABASTO DE
MATERIAL VEGETAL SANO
'ELITE' PARA LA INDUSTRIA
TEQUILERA.

PRODUCCIÓN DE TEQUILA 1995 - 2019



- De 1995 a 1999 la **producción de tequila casi duplicó (+90%)** - llegando a 190 MM Lt/año
- En 1999, la industria tequilera se enfrentó a un **desabasto de materia prima** de agave e hijuelos - fuerte presión de enfermedades que devastaron las plantaciones existentes
- La **producción** de tequila **cae casi 25%** y se recupera en 2005
- **Escasez en la disponibilidad de material de siembra** para nuevos campos.
- Tradicionalmente las plantas de rizoma han suplido esta demanda
- El hijuelo llega a un valor de **\$15.00 pesos** en 2002 sin garantía de calidad ni sanidad
- De 2005 a 2019 crecimiento y producción sostenida. Picos de 300 MM Lt/año.

Micropropagación de Agave Azul vía organogénesis indirecta



Strictly confidential

FOTOS DEL EMPAQUE

Coja con 60 plantas

Se realizó un muestreo a diversas caja para verificar que estas iban completas



FOTOS DE CARGA AL TRANSPORTE



Plantación 2019
Dos meses



Plantación 2018 – Un año



Plantación 2017 – Dos años



Plantación 2016 – Tres años



Plantación 2015 – Cuatro años



JIMA
Cinco años



AGAVE 'AZUL'. PROPAGACIÓN DE PLANTAS *IN VITRO* (CULTIVO DE TEJIDOS) PARA LA INDUSTRIA DEL TEQUILA

30 millones de plantas
entregadas desde 2002.
Una tecnología lista
para nuevos retos:
escalamiento y
mejoramiento genético

I. Micropropagación *in vitro*. Chiapas, México.



II. Adaptación y endurecimiento (túnel plástico y vivero). Chiapas, México.



III. Transporte a campo (Tequila y ZDOT). Jalisco, México.



Ventajas plantas “micro” de agave

Plantas sanas (libres de patógenos)

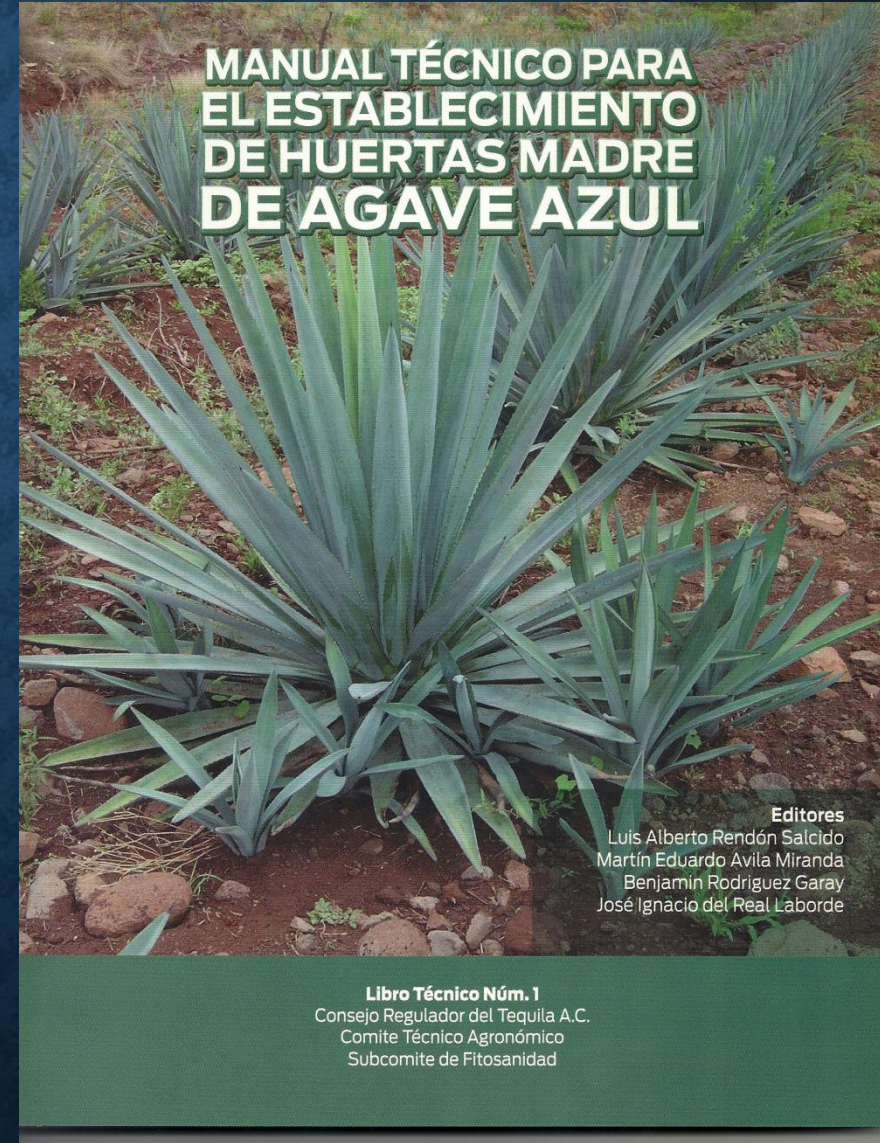
Huertas madre (SENASICA, CRT)

Hijuelos limpios (nuevas plantaciones)

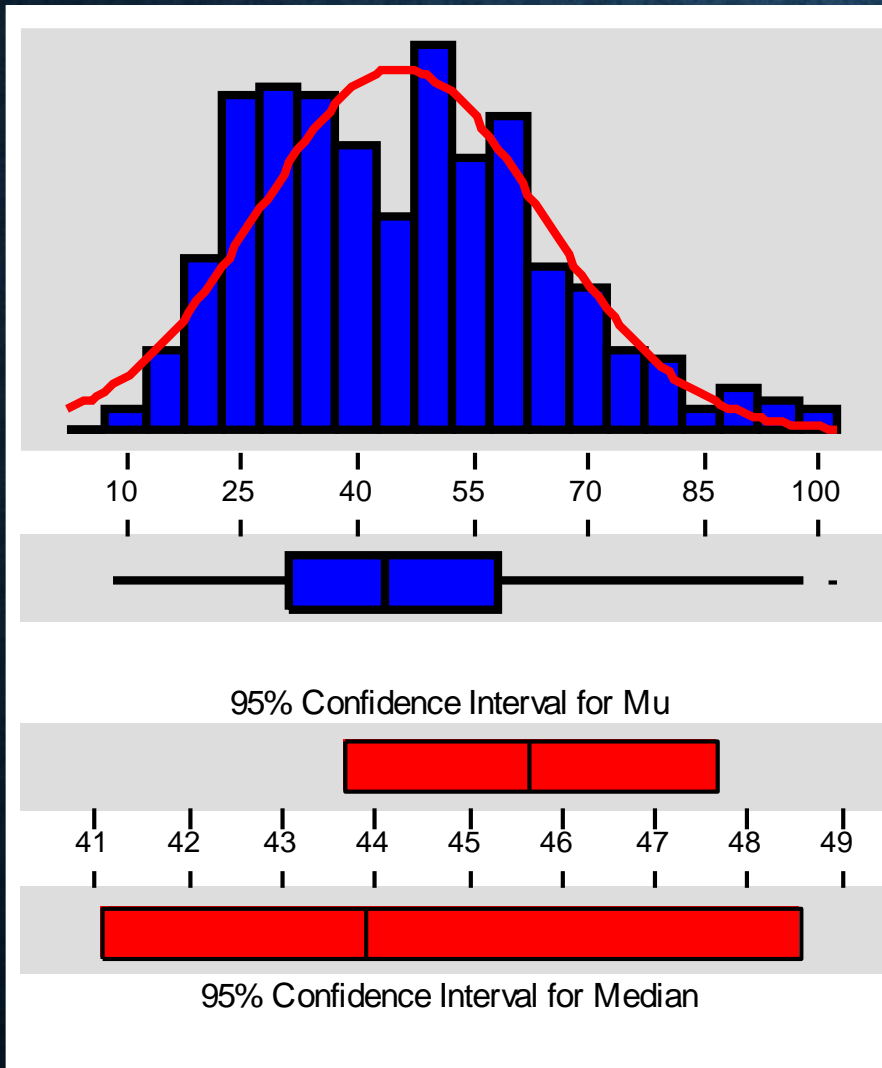
Facilidad de manejo (traslado)

Mayor potencial productivo (14 – 59)

Reducción de costos



Pesos promedio entregados a fábrica Media general de predios micro del 2002



Minimum	8.360
1st Quartile	31.050
Median	43.875
3rd Quartile	58.323
Maximum	101.330

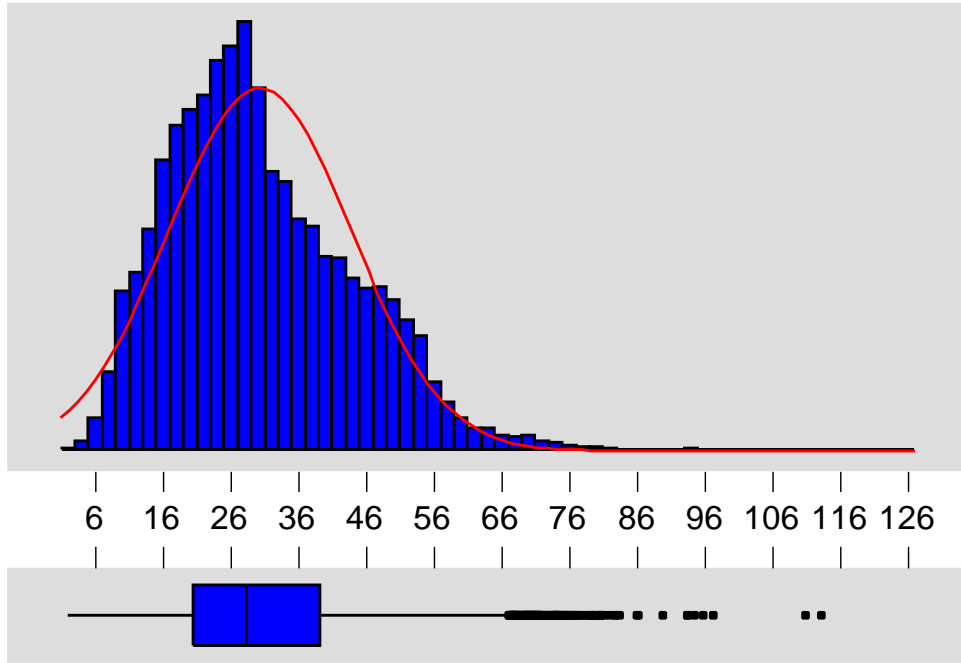
95% Confidence Interval for Mu
43.683 47.654

95% Confidence Interval for Sigma
16.978 19.795

95% Confidence Interval for Median
41.047 48.555

Pesos promedio entregados a fábrica

Media general de predios convencionales del 2002



95% Confidence Interval for Mu



95% Confidence Interval for Median



Minimum	2.000
1st Quartile	20.420
Median	28.260
3rd Quartile	39.110
Maximum	113.210

95% Confidence Interval for Mu

30.191	30.598
--------	--------

95% Confidence Interval for Sigma

13.317	13.605
--------	--------

95% Confidence Interval for Median

28.050	28.460
--------	--------

Comparativo de rendimiento de plantas sembradas de 1998 a 2005 y Jimadas de 2005 a 2010.

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Promedi
1998	30.5	20.9	41.5	36.1			32.2
1999	26.7	36.8	38.1	25.8	19.9		29.5
2000	23.7	24.1	26.1	25.6	24.0	22.5	24.3
2001	17.2	20.7	25.0	19.4	22.5	15.9	20.1
2002	7.4	12.7	22.9	45.9	42.5	53.4	35.8
2002		21.4	16.6	27.8	26.3	29.3	26.5
2003			4.6	10.9	31.4	38.8	21.4
2003			17.1	21.6	28.4	29.7	24.2
2004			6.0	14.0	16.5	17.9	13.6
2004				13.4	14.3	23.0	16.9
2005					46.3	11.5	28.9
2005				5.5	11.5	27.0	14.7

Plantación	6	7	8	9	10	Promedio
1998		30.5	20.9	41.5	36.1	32.2
1999	26.7	36.8	38.1	25.8	19.9	29.5
2000	24.1	26.1	25.6	24.0	22.5	24.5
2001	25.0	19.4	22.5	15.9		20.7
2002 micro	45.9	42.5	53.4			47.2
2002 conv.	27.8	26.3	29.3			27.8
2003 micro	31.4	38.8				35.1
2003 conv.	28.4	29.7				29.0
2004 micro	17.9					17.9
2004 conv.	23.0					23.0

RESULTADOS

Se implementó un sistema de propagación *in vitro* y de plantas de agave a gran escala

1. Seguridad en el abasto de materia prima

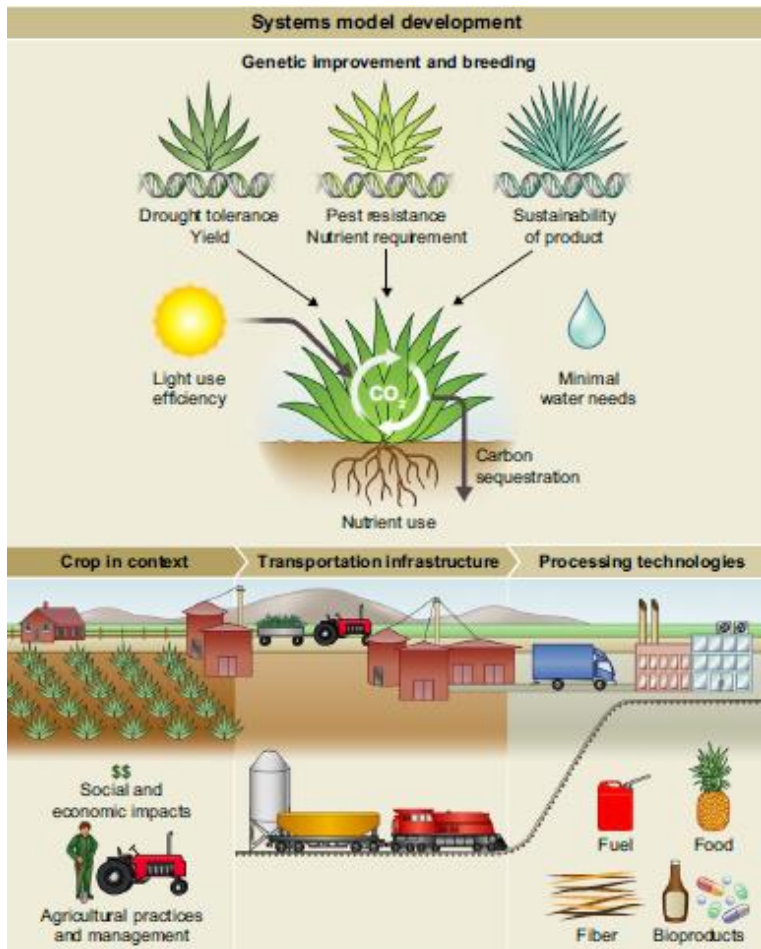
- a) Material para plantación disponible
- b) Programación de siembras
- c) Especificaciones: selección, sanidad, vigor

2. Calidad + Selección:

- a) Rendimiento incremental, 30% respecto a plantas convencionales
- b) Menor porcentaje de pérdidas en plantación (2%)
- c) Jima a cinco años
- d) Azúcares reductores, 25 % de manera homogénea
- e) Disminución costo Kg (-30%)

3. Trazabilidad.

AGAVE, ¿FUTURO PROMETEDOR? (CALENTAMIENTO GLOBAL, CAPACIDAD DE AFAPTACIÓN)



Developing the Complete Supply Chain For Advanced Biofuels in Australia



Biomasa para transformación comercial

- Bebidas alcohólicas
- Azúcares, mieles, jarabes y edulcorantes
- Generación de energía
- Insumos agrícolas
- Sustitutos de la industria petroquímica
- Producción de fibra digestible.
- Insumos para alimentación animal

PROPAGACIÓN DE CAFÉ
'ROBUSTA' POR
EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA

MATERIAL VEGETAL PARA
CUBRIR LA NECESIDAD
INTERNA DE CONSUMO EN
MÉXICO



16 millones de plantas de café Robusta entregadas de 2010
a 2019 (beneficiando a 15mil familias)

EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA – CAFÉ ROBUSTA NESTLÉ – INIFAP – AGROMOD





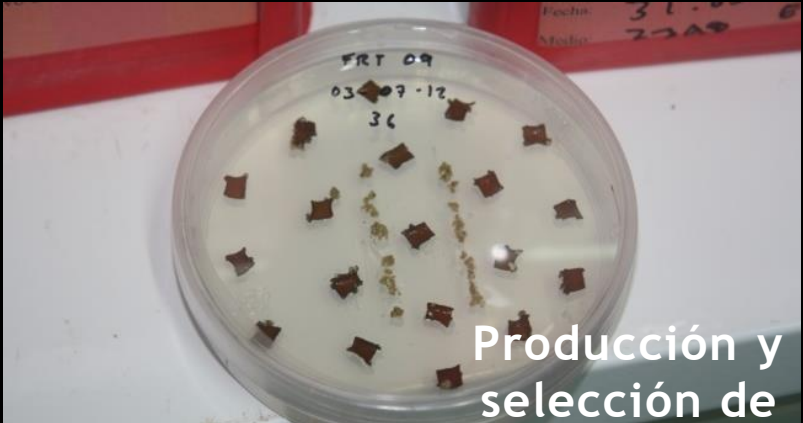
Introducción de hojas in vitro



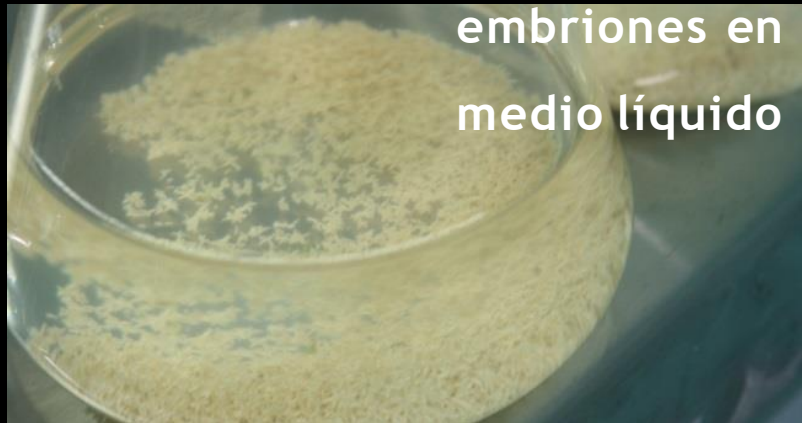
Multiplicación y formación de



Pre - germinación



Producción y selección de callo embriogénico



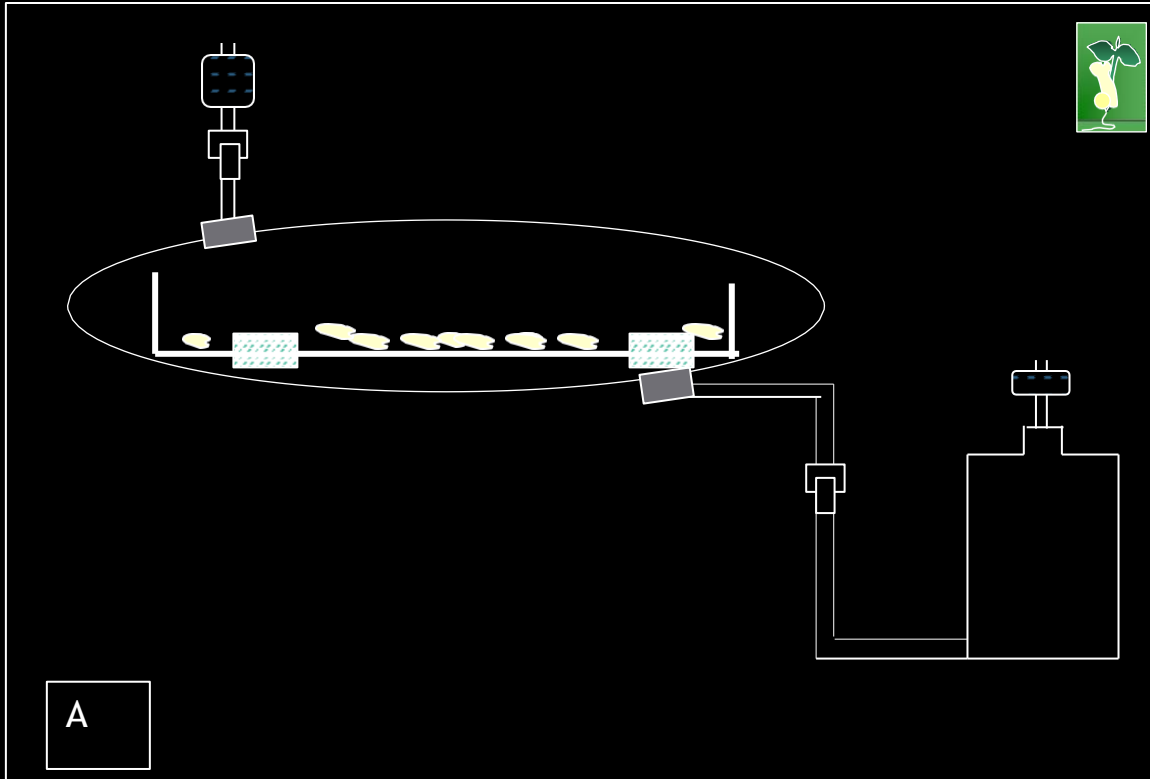
embriones en medio líquido



embriogénico

LABORATORIO - PRODUCCIÓN DE EMBRIONES (AGROMOD)

Embriones pre - germinados *in vitro*



Biorreactor horizontal desechable para inmersión temporal
("Box-in-Bag"):

Embriones somáticos de café 'Robusta' pre-germinados después de 2 a 4 meses.

RECEPCIÓN DE EMBRIONES Y ALMACENAMIENTO



SIEMBRA



CRECIMIENTO



ENDURECIMIENTO Y ENTREGA



ADAPTACIÓN DE PLANTAS EN INVERNADERO



TRANSFERENCIA A CAMPO


LA MICROPROPAGACIÓN POR EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA ES OTRO EJEMPLO CON ALTO IMPACTO EN LA CAFETICULTURA

Propagación de clones híbridos F1 de café 'Robusta'

- No pueden ser propagados por semilla
- Clones resistentes a roya
- +200% comparado con variedades criollas: 3.0 t/ha vs. 1 t/ha
- Calidad de tasa (café instantáneo)
- Mayor eficiencia de proceso en fábrica
- México: + 500,000 sacos de café anuales (2002 - 2018)
- Disminuye la importación en 50%

Otros beneficios:

- Útil para café arábica
- Introducir eficientemente híbridos y clones mejorados (resistentes a Roya, más productivos y con mejor sabor de tasa)



Micropropagación de
caña de azúcar: tecnología
EMERALD[®]

PARA LA SIEMBRA AUTOMATIZADA DE BROTES DE CAÑA DE AZÚCAR



SIEMBRA AUTOMATIZADA DE BROTES DE CAÑA DE AZÚCAR, PRODUCIDOS *IN VITRO*, ENCAPSULADOS EN UNA MATRIZ DE CERA



Tecnología en evolución constante. Nueva forma de plantar. Agricultura de precisión (big data, drones, máquinas autónomas,)



Revoluciona el cultivo de la caña de azúcar, mecaniza y se incorpora a la cadena de producción de azúcar, etanol y energía



Mayor eficiencia de siembra.

- x2 Superficie plantada misma maquinaria / OPEX 10% / CAPEX - 20% al - 50%



Cambio varietal. Origen garantizado (Biofábrica), plantas sanas, trazabilidad



Eliminación de la estructura de producción de semilla, no se requiere la preparación de semilleros, aprovechando el 100% de la superficie para plantación.

Biotecnología

¿ADN recombinante?

¿Transgénicos?

BIOTECNOLOGÍA EN LA VIDA DEL SER HUMANO

Biotecnología roja. Área médica (fármacos, antibióticos, diagnóstico molecular, terapias génicas)

Biotecnología gris.- Medio ambiente (identificación de la biodiversidad y diversidad de poblaciones; biorremediación por microorganismos o plantas nativas)

Biotecnología blanca.- Procesos industriales (plásticos, textiles, biocombustibles)

Biotecnología azul.- Procesos para explotar los recursos del mar

Biotecnología verde.- Creación de nuevos cultivares de plantas, bio-fertilizantes, bio - fungicidas

**BIOTECNOLOGÍA EN LA
AGRICULTURA**



Métodos de diagnóstico y bio - control de enfermedades

- Pruebas inmunológicas y moleculares
- Identificación de variedades



Cultivo de tejidos *in vitro*

- Conservación de germoplasma, fusión de protoplastos, rescate de embriones, dobles - haploides
- Propagación de plantas a esca industrial
- Regeneración de plantas por organogénesis y embriogénesis



Mejoramiento genético

- Asistido por marcadores moleculares: Genómica (acelerar el mejoramiento convencional)
- TILLING
- Transgénicos
- CRISPR - Cas9



Microorganismos benéficos promotores del crecimiento vegetal

- Micorrizas
- Azospirillum y Trichoderma
- Control biológico de plagas y enfermedades (Bacillus thuringensis, Beauveria bassiana, Metarhizium anisopliae)

Agro – Biotecnología
y creación de valor
(conceptos)



Securing the supply of your strategic plant resources

ASEGURAMIENTO DEL ABASTO DE RECURSOS VEGETALES ESTRATÉGICOS

Plant Science Integrator (PSI)
Integrating Plant Science in your business



Contacto:

Cuauhtémoc Navarro cnavarro@plantsciencesintegrator.ch

+52 1 (962) 624 1559



Desafío para satisfacer la demanda mundial de alimentos

Evolución a largo plazo

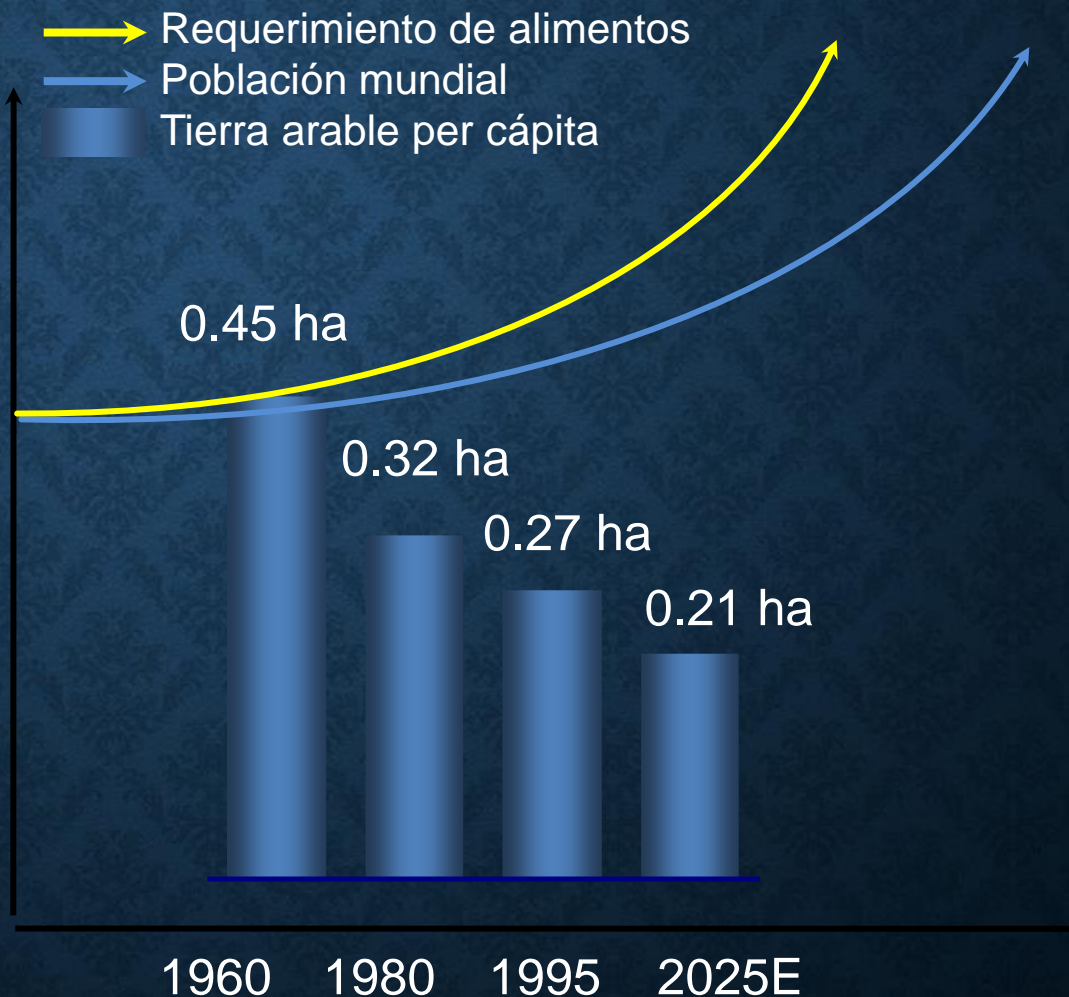
- La ingesta de calorías se duplicará para 2025

↗ por grupo poblacional

↗ per cápita

- Superficie constante de tierra cultivable

- Necesidad de aumentar el rendimiento por ha





Sostenibilidad en la agricultura





Visión



Creemos en la Diversidad Genética presente en la naturaleza como el centro de origen de un gran crecimiento futuro sustentable

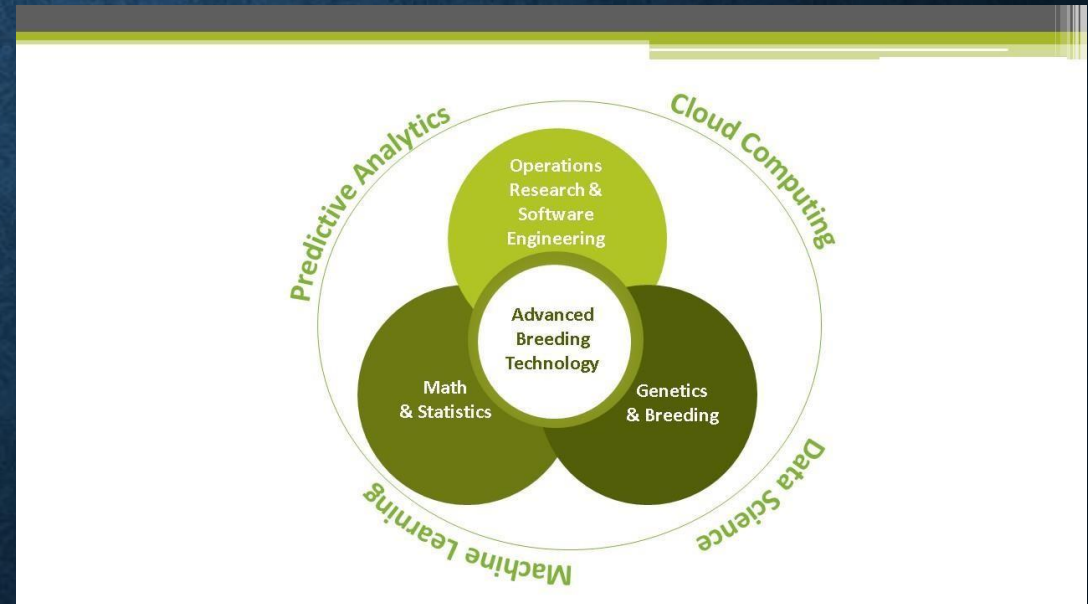
Favorecemos la Diversidad Natural como fuente de crecimiento, así como ventaja competitiva de las empresas, diseñando estrategias consistentes y sostenibles para el abasto de materias primas vegetales

Ayudamos a empresas que dependen de ciertos nichos de cultivos especializados, integrando Bio Tecnologías Vegetales y confeccionando un plan de abasto a la medida para estas materias primas estratégicas.

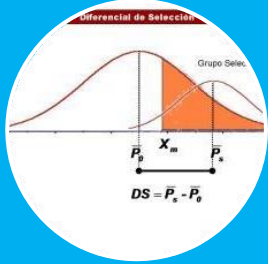
CULTIVO DE TEJIDOS Y MEJORAMIENTO GENÉTICO

Propagación *in vitro* a gran escala

Mejoramiento genético



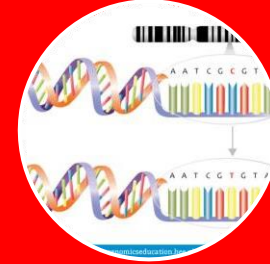
CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO



Selección
clonal



Propagación
Masiva



Breeding



Proveedor de materiales mejorados para siembra

- Seguridad alimentaria
- Conservación de recursos
- Gestión medio – ambiental

Agencias Nacionales & Intergubernamentales

Genética,
micropropagación

Material vegetal
“Propietary”
(semillas/plantas)

Embriones

Agricultura
protegida

Material
vegetal
mejorado

Plantas

Productores/
Campo

Cosechas mayores
Resistencia a
Estrés &
enfermedades
Reducción de
costos

Rendimiento
en campo

Comercializadores

Consistencia en la
Proveduría y en la
Calidad.
Trazabilidad

Premium
Quality

Procesadores

Nuevas materias
primas
Consistencia en la
proveduría
“Green Halo”
Variety Branding

Imagen
« verde »

Distribuidores

“Ambientalmente
sustentable”
ofreciendo
trazabilidad

Consumidor

Protección
de Cultivos

Alcances

- Incorporar nuevos cultivos. Cultivos huérfanos: su futuro está en riesgo por cambio climático, pero también porque no son atractivos para los productores
- Desarrollar nuevas variedades y métodos de propagación in vitro, únicos y con propiedad intelectual propia y protegida
- Controlar la producción de estas plantas a través de la creación de laboratorios e invernaderos propios para atender un nicho de mercado que requiere plantas mejoradas
- La industria agrícola y agro-alimentaria tendrá que involucrarse directa o indirectamente en la mejora genética de sus materias primas
- Se genera un modelo de negocio dentro del cual se agrega valor a las semillas y material de siembra de estas especies
- Se puede atraer a compañías de semillas que se centran en estos cultivos y absorben las innovaciones y beneficios de las tecnologías de fitomejoramiento y propagación validadas



MUCHAS
GRACIAS

