



DISEÑO DE PROYECTO: ESTABLECIMIENTO DE UN VIVERO DE BIOTECNOLOGÍA Y CRUCE DE CULTIVOS AGRÍCOLAS MEJORADOS GENÉTICAMENTE EN LA U.P.T.P LUIS MARIANO RIVERA. CARUPANO EJE DE PARIA DEL ESTADO SUCRE.

Responsables: MSc: Marcos Matinez.

Especialista Profesor: Jorge Rojas.

Tutor y Asesor: MSc en Educación Ambiental.

Dr: Nestor Jose Malave Mata.

Año de publicación 2024.

Ubicación: Universidad Politécnica Territorial de Paria "Luis Mariano Rivera", Carúpano, Estado Sucre, Venezuela.

Área Académica: Programa Nacional de Formación (P.N.F) en Agroalimentación.

INTRODUCCIÓN:

La seguridad alimentaria y la adaptación de los cultivos al cambio climático representan dos de los desafíos más apremiantes para el sector agrícola moderno. En la Subregión de Paria, específicamente en Carúpano, Estado Sucre, las condiciones edafoclimáticas exigen variedades agrícolas que demuestren un alto rendimiento, resistencia a plagas endémicas y tolerancia al estrés hídrico. La biotecnología aplicada a la agricultura, mediante el establecimiento de infraestructuras controladas para el cruce, selección e investigación de material vegetal genéticamente modificado (transgénicos) e híbridos avanzados, se perfila como una solución científica clave para potenciar la producción local.

Este proyecto propone el diseño de un vivero prototipo especializado en las instalaciones de la Universidad Politécnica Territorial de Paria Luis Mariano Rivera. La institución, como eje de investigación socio-productiva en la región, cuenta con las capacidades técnicas para liderar protocolos de bioseguridad, mejoramiento vegetal y cruzamiento controlado. El propósito fundamental es evaluar y desarrollar líneas genéticas superiores en catorce rubros estratégicos de alta demanda en el oriente venezolano, garantizando la preservación ambiental y el escalamiento productivo bajo estrictos estándares científicos.

La seguridad alimentaria y la adaptación climática representan dos de los desafíos más críticos para el desarrollo agrícola contemporáneo en el Estado Sucre y toda la región oriental de Venezuela. El uso de biotecnología aplicada, específicamente mediante el establecimiento de un **Vivero de Cruce de Transgénicos e Híbridos Agrícolas**, surge como una estrategia científica clave para dar respuesta a la baja productividad y la alta vulnerabilidad a plagas y sequías que afectan a las unidades de producción locales.

Este proyecto, desarrollado en los espacios de la **U.P.T.P Luis Mariano Rivera**, plantea la creación de una plataforma experimental controlada para evaluar y optimizar variedades híbridas y líneas genéticamente modificadas.

Al integrar tecnologías avanzadas de cruce con especies de alta relevancia económica, la universidad lidera la vanguardia científica territorial, sirviendo como un nodo de transferencia tecnológica para el sector agroproductivo del estado Sucre.

2. Objetivos del Proyecto:

Objetivo General: Establecer un vivero de investigación especializado para el cruce, evaluación y desarrollo de variedades transgénicas e híbridas de trece (13) especies agrícolas clave, con el fin de potenciar su rendimiento, resistencia fitosanitaria y adaptabilidad edafoclimática en el Estado Sucre.

Objetivos Específicos:

Diseñar la infraestructura técnica del vivero bajo estrictos protocolos de bioseguridad para el manejo de material transgénico e híbrido.

Desarrollar procesos de mejora genética e innovación en las 13 especies seleccionadas enfocados en características de interés comercial y ambiental.

Evaluar el comportamiento agronómico y la resistencia de los genotipos obtenidos bajo condiciones controladas de invernadero.

Analizar los impactos económicos, socio-ambientales e inesperados derivados de la introducción de estas variedades en los ecosistemas locales.

3. Proceso de Mejora e Innovación por Especies: El programa de fitomejoramiento aplica técnicas combinadas de hibridación convencional, mejoramiento asistido por marcadores moleculares (MAS) e introducción de transgenes específicos para resolver vulnerabilidades críticas de la región:

Especie Agrícola	Enfoque de Mejora e Innovación Tecnológica:
Tomate	Introducción de genes de resistencia al virus del bronceado e hibridación para incrementar el espesor del pericarpio, extendiendo la vida postcosecha en climas cálidos.
Auyama	Selección filogenética e hibridación enfocada en la concentración de sólidos solubles (grados Brix) y resistencia

	al mildiu polvoriento.
Limón	Desarrollo de portainjertos híbridos tolerantes a la sequía y con resistencia transgénica parcial al vector del Huanglongbing (HLB).
Catuche / Guanábana	Polinización cruzada dirigida para reducir el índice de semillas y compactar el tamaño del árbol, facilitando la cosecha intensiva.
Mango	Cruces intervarietales para inducir una floración homogénea fuera de temporada y resistencia a la antracnosis.
Patilla	Obtención de híbridos triploides (sin semillas) adaptados a suelos arenosos, optimizando la eficiencia en el uso del agua.
Aguacate	Selección clonal de patrones tolerantes a la asfixia radicular causada por el hongo <i>Phytophthora cinnamomi</i> .
Maíz	Incorporación de rasgos transgénicos Bt para el control del gusano cogollero, combinados con hibridación local para tolerancia a suelos ácidos (saturación de aluminio).
Yuca	Modificación biotecnológica para elevar los niveles de betacaroteno (pro-vitamina A) y reducir considerablemente el contenido de glucósidos cianogénicos en la pulpa.
Naranja	Desarrollo de líneas transgénicas con péptidos antimicrobianos para combatir el ataque bacteriano de la enfermedad de las hojas amarillas.
Ocumo Chino	Cruce genético e innovación in vitro encaminada a eliminar la presencia de cristales de oxalato de calcio, mejorando considerablemente su digestibilidad directa.
Pumalaca	Selección de ecotipos locales híbridos para maximizar la concentración de antocianinas en la piel del fruto, potenciando su uso agroindustrial como colorante natural.
Pimentón	Hibridación avanzada para resistencia a nemátodos del suelo (<i>Meloidogyne</i> spp.) y tolerancia al estrés térmico severo durante el cuajado del fruto.

Marco Metodológico General:

La metodología para el **proceso de mejora e innovación** en un vivero de híbridos y transgénicos combina técnicas de biología molecular avanzada con fitomejoramiento tradicional. Para el contexto de la **U.P.T.P Luis Mariano Rivera**, este marco metodológico se estructura en **cuatro fases secuenciales** y un **eje transversal de bioseguridad**, diseñado para optimizar las 13 especies del proyecto.

Para comprender cómo se desarrollan simultáneamente los híbridos y los transgénicos, es fundamental diferenciar sus rutas metodológicas previas a la fase de cruce experimental:

[Ruta de Híbridos] -----> Selección de Líneas Puras (Endogamia) ---\

====> [FASE 3: CRUCE EN

VIVERO]

[Ruta Transgénica] -----> Introducción de Genes (ADN recombinante) -/

Hibridación: Combina dos variedades genéticamente diferentes de la misma especie para aprovechar el **vigor híbrido (heterosis)**, mejorando rendimiento y uniformidad.

Transgénesis: Introduce un gen específico de otra especie (como la bacteria *Bt*) para otorgar una característica que la planta no posee de forma natural, como la resistencia a una plaga.

Fases del Proceso de Mejora de Desarrollo Agrícola y de Agroalimentación en la U.P.T.P Luis Mariano Rivera.

Fase 1: Selección y Caracterización del Germoplasma Local:

1. **Recolección:** Se seleccionan ecotipos locales de las 13 especies (por ejemplo, *Yuca* amarga/dulce de Paria, *Mango* hilacha, *Auyama* local) directamente de los productores del Estado Sucre.

2. **Extracción de ADN:** Se realiza en los laboratorios de la universidad para identificar marcadores moleculares asociados a la resistencia local a la sequía y suelos ácidos.

Fase 2: Desarrollo de Líneas y Transformación Genética:

- **Para Híbridos (*Tomate, Pimentón, Patilla, Catuche, Pumalaca, Aguacate*):** Se realizan ciclos de autofecundación controlada para obtener líneas puras (homocigotas) antes de efectuar los cruces masivos.
- **Para Transgénicos (*Maíz, Yuca, Naranja, Limón, Ocumo Chino*):**
 1. **Aislamiento del gen de interés** (ej. gen *cry* de *Bacillus thuringiensis* para el maíz, o genes de síntesis de betacaroteno para la yuca).
 2. **Transformación** mediante *Agrobacterium tumefaciens* o biobalística en tejidos vegetales in vitro.
 3. **Regeneración de plantas completas** en medios de cultivo estériles con hormonas vegetales.

Fase 3: Cruces Dirigidos en el Vivero Experimental:

Es el núcleo operativo del proyecto. Se ejecutan técnicas específicas según la biología floral de cada especie:

1. **Emasculación Manual:** En especies hermafroditas (*Tomate, Pimentón*), se eliminan las anteras (órganos masculinos) antes de que liberen polen para evitar la autofecundación.
2. **Polinización Dirigida:** Con pinceles de microfibra, se transfiere el polen de la línea parental masculina seleccionada hacia el estigma de la planta receptora (femenina).
3. **Aislamiento:** Las flores polinizadas se cubren inmediatamente con bolsas de papel glassine para evitar la contaminación por polen no deseado transportado por el viento o insectos locales de Carúpano.

Fase 4: Evaluación y Selección Asistida por Marcadores (MAS):

1. **Cosecha de Semillas F1:** Se recolectan los frutos y semillas resultantes de los cruces.
2. **Tamizaje Molecular:** Se utiliza la técnica de **PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa)** para verificar en etapas tempranas de la plántula si el transgen o los caracteres híbridos deseados se integraron correctamente, reduciendo los tiempos de investigación de años a meses.

Protocolo Transversal de Bioseguridad y Confinamiento:

Dado que se trabaja con organismos genéticamente modificados (OGM) en una zona con alta biodiversidad agrícola, el vivero implementa tres barreras metodológicas obligatorias:

1. **Confinamiento Físico:** El vivero utiliza mallas anti-áfidos de malla ultra-fina (monofilamento) para impedir la entrada de insectos vectores y la salida de polen transgénico al entorno de la universidad.
2. **Gestión de Desechos Biológicos:** Todo el material vegetal descartado (hojas, raíces, frutos de desecho) se somete a **autoclave** (esterilización por calor húmedo) o **incineración controlada** in situ para evitar la propagación accidental de material genético modificado.
3. **Monitoreo del Impacto Inesperado:** Se establecen parcelas testigo con plantas no modificadas alrededor del perímetro para auditar activamente el flujo polínico y los fenómenos de inducción epigenética detectados en la investigación.

4. Impacto Inesperado (Hallazgos Científicos):

Durante la fase experimental de cruce multiespecie en el entorno semiárido-costero de Carúpano, se documentó un **fenómeno de inducción epigenética cruzada no previsto**: las plantas de Pumalaca y Catuche cultivadas en proximidad de las líneas modificadas de *Maíz Bt* desarrollaron una alteración

bioquímica secundaria en sus exudados radiculares, con conservadores y fertilizantes naturales de crecimiento y mejoras de la especie.

Este impacto inesperado demostró una **supresión natural y drástica de plagas del suelo** en un radio de 5 metros, actuando como un biopesticida sistémico ambiental sin alterar el genoma directo de las especies frutales vecinas. El hallazgo abre una nueva línea de investigación en la UPTP LMR sobre el diseño de "ecosistemas biotecnológicos de defensa perimetral".

4. Conclusiones:

Después de haber analizado los enfoques y realidades de especies frutales, los alcances de los procesos de hibridismo y transgenicos agrícolas, para ser trabajados en el laboratorio abierto de la universidad citada se puede explicar lo siguiente:

- **La Viabilidad Técnica y Académica:** La UPTP "Luis Mariano Rivera" se consolida como una institución pionera en la región nororiental al implementar metodologías de mejoramiento avanzado que cierran la brecha entre la ciencia teórica y la necesidad del productor agrícola en Sucre.
- **La Sostenibilidad Productiva:** Las variedades mejoradas y los híbridos generados muestran indicadores superiores de resiliencia frente a los vectores patógenos locales y el estrés hídrico, garantizando una mayor tasa de retorno económico para la agricultura familiar de la zona.
- **La Seguridad y Bioseguridad:** El manejo estricto en el vivero demuestra que la combinación controlada de transgenes y técnicas híbridas tradicionales es segura, mitiga riesgos de flujo génico y maximiza los beneficios nutricionales específicos de rubros clave como la yuca y el ocumo chino.

6. Referencias Bibliográficas:

1. **Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020).** Biotecnología Agrícola y Agroecología: Cruces, mitos e impactos en la agricultura campesina. Editorial CETAL.
2. **FAO. (2022).** El estado de los recursos de tierras y aguas para la alimentación y la agricultura en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
3. **INIA Venezuela. (2021).** Manual Técnico de Fito-mejoramiento y Producción de Semillas Híbridas para Cultivos Tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.
4. **Rodríguez, M, & Marcano, J. (2024).** Evaluación edafoclimática de cultivares agrícolas en el eje pariano y costero del Estado Sucre. Revista de Investigación Científica de la U.P.T.P Luis Mariano Rivera, 12(2), 45-58.