

Bioseguridad y genética molecular del maíz y otras plantas mexicanas

Dra. Alma Amparo Piñeyro Nelson



MAICES-NATIVOS, MILPA-ALTA. FEBRERO 2018
FOTO: DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON

ESFUERZOS DE BIOMONITOREO PARA DETECTAR TRANSGENES EN VARIEDADES NATIVAS

Mi trayectoria académica comenzó con el monitoreo y bioseguridad de organismos genéticamente modificados o transgénicos, en particular haciendo colectas en campo para después en el laboratorio detectar la presencia de transgenes en variedades nativas de maíz en México. Trabajé también con algodón silvestre, analizando si había existido entrecruzamiento de algodones silvestres con variedades de algodón cultivado genéticamente modificado.

Un transgénico es un organismo cuyo material genético ha sido modificado mediante la introducción de ADN exógeno (ADN recombinante) mediante técnicas de ingeniería genética. Los organismos gené-

ticamente modificados son también conocidos como organismos transgénicos.

Las técnicas moleculares utilizadas para detectar organismos genéticamente modificados se fundamentan en detectar la presencia de secuencias recombinantes en el ADN purificado a partir de un tejido.

Esa línea de investigación en tér-



DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON

FOTO PROPORCIONADA POR LA DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON

1. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON ES LICENCIADA EN BIOLOGÍA POR LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; DOCTORA EN CIENCIAS POR EL POSGRADO EN CIENCIAS BIOMÉDICAS DE LA MISMA INSTITUCIÓN; POSTDOCTORADO EN LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA EN BERKELEY, ESTADOS UNIDOS; PROFESORA-INVESTIGADORA ADSCRITA AL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD. [PERFIL DE GOOGLE SCHOLAR](#)

minos amplios ha estado enfocada en implementar nuevas técnicas para detectar transgenes en variedades nativas y proponer estrategias de bioseguridad, lo que representaba una serie de retos, sin embargo, junto con colaboradores importantes como la [Dra. María Elena Álvarez Buylia](#) y el [Dr. Emmanuel González Ortega](#),



MIXTECA ALTA, OAXACA, ABRIL 2019

FOTO PROPORCIONADA POR LA DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON

quien ahora es profesor visitante en la UAM Xochimilco en el [Departamento de Producción Agrícola y Animal](#), decidimos reactivar el proyecto de bioseguridad y trabajar sobre tres ejes de investigación: dos consultorías financiadas por el [Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático](#) y un proyecto [CONACyT](#). Con estos proyectos se expandieron los esfuerzos de biomonitorio que se habían implementado en localidades específicas y se hizo un tamizaje a nivel estatal para Chiapas, Oaxaca, Veracruz, Michoacán y la Ciudad de México,

para saber si había o no transgenes y cómo estaban distribuidos en cada Estado.

Trabajamos de manera cercana con varios colaboradores porque fue un esfuerzo muy grande de trabajo de campo para hacer las colectas requeridas. El método de muestreo estaba basado en un análisis geográfico de la distribución de las parcelas de temporal sembradas con maíz y otros datos recabados del INEGI y el SIAP, trabajo realizado por la [Dra. Carolina Ureta Sánchez Cordero](#) del Centro de Ciencias de la Atmósfera, el Dr. Edgar

González de la [Facultad de Ciencias de la UNAM](#) y la Dra. Elena Álvarez-Buylla del Instituto de Ecología-UNAM.



PREDIO DE MAIZ ENMEDIO DE CASAS MILPA-ALTA, FEBRERO 2018
FOTO PROPORCIONADA POR LA DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON

Las colectas en cada estado estuvieron coordinadas por diferentes investigadores regionales. Fue un esfuerzo grande para saber si había o no transgenes y en qué frecuencias.

Este trabajo es la antesala para entender los mecanismos de entrada y difusión de transgenes en variedades nativas de México y así poder implementar medidas de bioseguridad y biocontención culturalmente adecuadas y acordes con la realidad mexicana, ya que hay un gran déficit en la implementación de medidas de bioseguridad, particularmente en el centro y sur del país en donde tene-

mos un crisol de productores agrícolas de pequeña y mediana escala que aplican una variedad de métodos de siembra y prácticas ancestrales de intercambio de semillas, este es muy importante para mantener la diversidad genética en los maíces nativos actuales, sin embargo, también puede favorecer el flujo de transgenes porque los maíces genéticamente modificados o transgénicos no se distinguen visualmente de

los no transgénicos y los productores pueden estar intercambiando semillas que tienen transgenes sin saberlo. En 2018 y 2019 terminamos los reportes técnicos; ahora estamos trabajando en el análisis de los datos generados y en el proceso de publicar un par de artículos donde se presentan análisis más finos para entender los patrones encontrados y lo más importante, hacer propuestas que generen políticas de bioseguridad ancladas en la realidad mexicana.

Desde la tesis de licenciatura (2003) he trabajado en esta línea de investigación, por lo que siento que hemos

crecido juntas y le tengo gran afecto. Actualmente, en el contexto de estos proyectos, se han formado varios estudiantes, en particular de Agronomía, en las técnicas de Biología Molecular necesarias para hacer biomonitoreo y realizar muestreo y trabajo de campo para recolectar maíces y detectar en el laboratorio secuencias transgénicas como el Ing. Francisco Said González, actual estudiante de la Maestría en Sociedades Sustentables.

ESTUDIO DE LAS BASES GENÉTICAS Y EPIGENÉTICAS DE LA PLASTICIDAD EN PLANTAS

Ahora mi proyecto consentido es un proyecto de Ciencia Básica que comenzó a finales del año pasado llamado "Estudio de las bases genéticas y epigenéticas de la plasticidad en plantas". Siempre me ha interesado entender los patrones evolutivos a diferentes escalas que pueden modificar la morfología y la fisiología de las plantas. En los últimos tiempos me he enfocado más en la parte fisiológica.

En este proyecto

de plasticidad de las plantas trabajo en dos áreas: una tiene que ver con entender los patrones de desarrollo floral de la familia de los narcisos (Amaryllidaceae). Esta familia está distribuida ampliamente en el mundo y tenemos especies nativas en México, particularmente un género llamado *Hymenocallis*. Estoy trabajando con este género porque la flor tiene una pseudocorona, que es una estructura muy particular y las preguntas que surgen son: ¿qué está sucediendo desde el punto de vista de los genes que sabemos que están involucrados en la formación de los órganos florales? ¿qué está pasando en estas plantas que tienen una estructura floral -la corona y pseudocorona- tan novedosa? ¿Por qué estructuras similares están en muy



TROJE Y MAIZ, MILPA-ALTA, FEBRERO 2018

FOTO PROPORCIONADA POR LA DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON



COLLAGE-AMARYLLIDACEAE-APN

FOTOS PROPORCIONADAS POR LA DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON

pocas familias botánicas?

En este proyecto participa la Ing. Paola López, estudiante de la [Maestría en Ciencias Agropecuarias](#), haciendo análisis de patrones

de desarrollo y moleculares en plantas de *Hymenocallis* para entender la base genética de esta innovación morfológica. A su vez, estamos regenerando plantas a partir de bulbos

disectados, en colaboración con el Dr. Antonio Flores y con la participación de una estudiante de servicio social, Judith Sánchez.

El otro enfoque es a una escala más de tiempo ecológico o micro evolutivo, utilizando el maíz como sistema de estudio para tratar de entender qué tipo de variantes genéticas han sido seleccionadas a través del tiempo por los agricultores mexicanos que siembran variedades nativas de maíz, pues lo hacen en diferentes partes de nuestro territorio y muchas están adaptadas a crecer bajo condiciones de estrés, como es en ladera o bajo una alta tasa de irradiación.

En particular, estamos investigando una variedad de maíces que crecen en condiciones de sequía estacional —los maíces de cajete— en Oaxaca; ahí están trabajando tres estudiantes brillantes de doctorado —las M.C. Mariana Ayala y Gabriela Cortés y el Lic. Enzo Ferrari— en colaboración con la [Dra. Mariela Fuentes](#) de la UAM Xochimilco y el Dr. Quetzalcóatl Orozco de la UNAM. En este caso queremos entender cuáles son las bases genéticas, epigenéticas y los consecuentes cambios fisiológicos que han sido seleccionados por los agricultores, así como el papel del manejo y las condiciones ambienta-

les que han dado pie a variedades nativas adaptadas a condiciones locales que son en general bastante adversas para hacer agricultura..

¿Por qué nos interesa conocer esto? Necesitamos saber históricamente cuáles son las variantes genéticas existentes, cómo fueron seleccionadas, qué efectos tienen sobre las plantas; por otro lado, tiene un sentido práctico proveer de una serie de variantes genéticas que podrían ser seleccionadas con efectos de mejoramiento convencional o utilizando herramientas para generar variedades que estén localmente adaptadas o para hacer más resistentes a algunas variedades híbridas que se siembran comúnmente en el país.

Nos interesa también entender cuáles de estas variedades nativas serían más susceptibles a sortear mejor el cambio climático al que nos enfrentamos, ya que va a tener como efectos temporadas de lluvias más disímiles, temperaturas extremas con picos más fríos y más cálidos y otros fenómenos, que en conjunto representan fuentes de estrés para las plantas. Este es un proyecto que está en ciernes.

Tenemos trabajo andado sobre todo en la parte de entender por qué tenemos una morfología floral tan peculiar en las amaryllidáceas.

En la parte de maíz se está iniciando y todavía no tenemos resultados concretos, pero está lleno de potencial y me emociona ver qué sucede y tomar parte en la formación de nuevos estudiantes que ojalá sean investigadores universitarios, que conozcan bien las herramientas de Biología Molecular y de Genética que les permitan ir un paso más allá de lo que se está haciendo actualmente en varios lugares del país.

servicio social que disponen de más tiempo, seis meses al menos, y por ello logran formarse un poco más y contribuir en una investigación más amplia. Creo que tenemos que ser más congruentes en el sistema modular con la realidad actual, pasar del discurso al hecho, favorecer circunstancias dentro de la carrera que permitan que los estudiantes tengan experiencias de investigación más profundas y enfocadas.

EXPERIENCIA EN LA UAM-X

Ha sido muy enriquecedor para mí dar clases en UAM-X, es muy intensa la experiencia dentro del sistema modular. Sin embargo, creo que en las carreras que tienen un componente experimental como es Agronomía, es necesario actualizar el ejercicio del sistema modular para permitir que los estudiantes realicen investigaciones que duren un año como mínimo porque generalmente los experimentos de genética, fisiología, etc. trascienden el trimestre y los estudiantes no alcanzan a ver resultados de los procesos completos. Por esta razón he incorporado a los proyectos de investigación a algunos alumnos de



SACANDO HYMENOCALLIS, JUNIO 2019

FOTO PROPORCIONADA POR LA DRA. ALMA AMPARO PIÑEYRO NELSON