

## **Jornada Nacional "Avances Humanísticos y Científicos Mexicanos"**

### **Categoría "Reconocimiento académico"**

#### **DATOS DE LA IMAGEN**

**Título:** Las mezclas de colores del Amaranto

**Descripción:** Mediante un proceso conocido como extracción del ADN se muestra en un tubo de microcentrífuga la separación de diferentes compuestos definidos por los colores rojo y verde y la presencia de las hebras del ADN provenientes de hojas rojas de amaranto. Su análisis servirá para determinar su genoma.

**Autor:** Silvia Vergara Yoisura

**Crédito:** Silvia Vergara Yoisura

#### **DATOS DEL PROYECTO**

**Título del proyecto:** Estudio interdisciplinario en las poblaciones nativas mexicanas de amaranto para determinar su centro de domesticación y valorar los rasgos agrícolas que permitan la mejora de cultivares

**Área del conocimiento:** 2 - Biología y Química

**Responsable Técnico:** Dra. Ivonne Sánchez del Pino

**Correo:** isanchez@cicy.mx

**Institución de adscripción:** CICY

#### **INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

**Problema o pregunta que dio origen al proyecto:** La pregunta que se planteo inicialmente fue conocer el lugar donde se originó la domesticación de *Amaranthus cruentus*, una de las tres especies de grano de amaranto cultivadas en el mundo. En los años 60´s el botánico Jonathan Sauer hizo unas hipótesis de lugares y parentescos entre especies del grupo amaranto y propuso como posible centro de domesticación de esta especie a la región que comprende la parte del sur de México y Guatemala, pertenecientes a la zona maya. Por otra parte, nosotros consideramos relevante para este estudio conocer también a los parientes silvestres de *Amaranthus cruentus*. Es importante saber en donde se encuentra la mayor riqueza biológica de silvestres y cultivados para un mejor entendimiento biológico y aprovechamiento de los recursos. Planteamos que, si logramos el objetivo, se pueden establecer las pautas para lograr la denominación de origen del grupo que crece en México. Así mismo, los hallazgos

podrían servir de soporte a las autoridades de nuestro país para el establecimiento de regulaciones respecto a la conservación de su biodiversidad y a promover su papel como elemento del patrimonio cultural de México. ¿Por qué es relevante establecer el punto de origen?, porque ello permitiría trazar la historia de cultivo y determinar las características morfológicas potenciales para la mejora de cultivares, el conocimiento de los genes de interés y del acervo genético en donde hubiera la mayor cantidad de información genética ancestral y, por ende, de genes no explorados que pudieran ser resistentes a las condiciones climáticas, plagas, etc.

**Objetivo del proyecto:** Nos planteamos determinar el centro de domesticación, la diversidad y la estructura genética de las poblaciones de *Amaranthus cruentus* y su pariente ancestral. También investigar las características morfológicas seleccionadas por los primeros pueblos para que estas plantas fueran domesticadas; nos enfocamos en las asociadas a su uso como vegetal y grano, así como también a su uso como elemento ornamental por lo que investigamos los pigmentos de flores, en particular de las betalaínas (que son las responsables de los colores rojos de esta especie) ya que han sido poco estudiadas y nos propusimos investigar su importancia en la domesticación de *A. cruentus*. También nos interesamos en determinar el contenido nutricional de las hojas y las semillas de variantes morfológicas que pudieran encontrarse en *A. cruentus* para evaluar cuales de ellos brindarían una mayor contribución nutricional. Los resultados permitirán establecer cuáles son los grupos más adecuados a ser cultivados y aprovechados como amaranto de alto rendimiento por su gran valor nutricional para futuros sistemas agrícolas. Los resultados podrían brindar soporte a acciones que busquen salvaguardar nuestros recursos genéticos mediante el registro de variedades tradicionales comúnmente utilizadas en pro de la soberanía alimentaria, nutricional y de salud pública.

**Beneficio social del proyecto:** Nuestras investigaciones incursionan en algunas ODS (hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, y vida de ecosistemas terrestres) y PRONACES (educación y soberanía alimentaria). El amaranto es un alimento nutritivo que se ha adaptado a lo largo del tiempo a condiciones climáticas y edáficas extremas, por lo que su empleo resulta ideal en lugares con climas extremos y alta desnutrición como ocurre en la Península de Yucatán. Nuestro propósito es promover las bondades del amaranto en las zonas rurales mayas que presentan estas condiciones, algo que resulta complicado por el arraigo cultural y tradicional que las personas locales tienen a su alimentación y su renuencia a incorporar nuevos ingredientes, aunque sean saludables. El amaranto resulta una respuesta ideal no solo por ser nutritivo, sino por su resistencia ante el cambio climático, la escasez de agua y la carencia de alimentos. Requerimos apostar a otro tipo de grano diferente al maíz y al trigo. De ahí la importancia por difundir esta información no solo en foros científicos, sino también directamente a las comunidades y a las entidades gubernamentales responsables en la toma de decisiones. El uso de los medios

de comunicación ha resultado valioso en estas etapas iniciales. El amaranto tiene tres especies cultivadas, una de ellas (*Amaranthus cruentus*) se encuentra en el sur de México y en Guatemala. Esta última especie crece de manera silvestre en esta región y resulta de nuestro interés por no haber sido reportada previamente para la península de Yucatán; tampoco contaba con ejemplares registrados. Logramos pasar de la ciencia básica a la ciencia aplicada gracias a las betalaínas extraídas del amaranto (para su uso médico) como un elemento alternativo en el tratamiento de la diabetes, la obesidad y la hipertensión (artículo enviado), siendo este uno de los pocos trabajos experimentales llevados a cabo con murinos para comprobar sus efectos. En nuestra búsqueda por hacer asequible el amaranto a las zonas rurales mayas, nos acercamos a las comunidades y cooperativas de Guatemala que producen amaranto. El aprendizaje fue superior al esperado. Las cooperativas de amaranto están integradas básicamente por mujeres y no solo obtienen beneficios económicos de su cosecha y venta, sino que también sirven de albergue para mujeres violentadas y dan cabida a servicios gubernamentales de alfabetización y salud. Desde ese momento nuestros pasos han estado encaminados en ese mismo sentido para Yucatán. La primera acción fue realizar un webinario donde invitamos a mujeres de las cooperativas de Guatemala para que compartieran sus enseñanzas a académicos y gente en general interesada en el amaranto, con gran éxito. Siguiendo este fin, estamos impartiendo talleres en comunidades de la reserva de Cuxtal en Yucatán, gracias al interés que despertó el amaranto para su cultivo, consumo y uso en trueque de alimentos, ya que ellos buscan alimentos sanos. Organizamos un evento de degustación de amaranto abierto al público en general y escribimos un libro con nueve capítulos de divulgación centrado en técnicas de cultivo, plagas, reconocimiento de especies y recetas con productos locales. Nuestra investigación ha permitido la formación de recursos humanos, participaciones en congresos, artículos, charlas, difusión en prensa, radio, internet e incluso en degustaciones de platillos con amaranto como ingrediente. La interacción social lograda ha sido de beneficio mutuo: cada vez contamos con más estudiantes que quieren formarse con nosotros gracias a la información difundida. El contacto permanente con las comunidades se ha convertido en un elemento valioso e importante para nuestras investigaciones. Nuestro propósito principal es que el amaranto sea tomado en cuenta en estrategias de gobierno local, lo que será todo un reto. Pero nuestro compromiso es romper paradigmas y el ingreso del amaranto en las comunidades yucatecas.

**Importancia científica:** Los métodos empleados (WGS), los datos obtenidos (SNPs y genotipado) y las herramientas utilizadas son vanguardistas y han resultado de gran valor para abordar temas actuales. Además, son los únicos pertinentes para la especie en el muestreo efectuado. Por otra parte, éste es el primer trabajo realizado en México para confirmar el centro de origen del amaranto de grano de la especie *A. cruentus*. Todos los datos moleculares aquí generados son nuevos para la comunidad científica y son inéditos, por lo que los resultados y datos brindarán nueva información que servirá como punto de

partida para el planteamiento de nuevas preguntas de investigación en diversos campos. Si bien este proyecto tiene como finalidad profundizar en el lugar de origen de la domesticación del amaranto aunado a sus beneficios nutricionales, agrícolas y de incidencia social, los resultados permiten abrigar esperanzas en campos tan diferentes como la farmacología, la industria que emplee colorantes, la cosmetología, etc. Esto conlleva varias implicaciones positivas para nuestro país, como el establecer la denominación de origen del grupo que crece en México, por lo que es posible que las autoridades de nuestro país establezcan mejores regulaciones al respecto para la conservación de su biodiversidad, así como a promover su papel como elemento del patrimonio cultural del país. Los datos moleculares probablemente así lo confirmen. Poco se ha estudiado de las características seleccionadas en amaranto asociadas a la domesticación por lo que estos estudios que empezamos deben continuar y mostramos la necesidad de seguir investigando por lo que puede ser de interés tanto a nacionales como a extranjeros. El estudio de nuevos componentes de betalainas del Amaranto abre un abanico de potenciales usos en estudios enfocados a su uso como colorantes naturales susceptibles de ser empleado por industrias alimenticias, medicinales, cosméticas y textiles, como ya lo señalamos anteriormente. Si bien ha sido ampliamente documentada la información referente a los múltiples beneficios que ofrece el amaranto, existen en realidad muy pocos trabajos emprendidos para confirmar esta información o refutarla. En ese sentido, esta investigación es la primera que está llevando a cabo un estudio de valoración de betalainas y extracción de metabolitos "in vivo" en ratones para ver efectos farmacológicos derivados del metaboloma de las inflorescencias, hojas y semillas de cinco especies de amaranto y así determinar la relación con la actividad antihipertensiva y antidiabética. Hay muy pocas investigaciones realizadas a este nivel por tratarse de estudios integrales que requieren ejecutarse multidisciplinariamente, por lo que los proyectos de Ciencia de Frontera permiten consolidar intereses diversos en un eje principal para beneficio social (salud, alimentario, industrial y conocimientos en general).