

UTILIZANDO AGROBIOLOGÍA PARA ASEGURAR LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ALIMENTOS

LA DOCTORA VALERIA FAGGIOLI Y LA DOCTORA MAYRA OSORIO ESTÁN TRABAJANDO EN DOS PROYECTOS DISTINTOS EN EL MARCO DE LAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN DEL PROGRAMA CABANA, EL CUAL TIENE COMO OBJETIVO PRINCIPAL EL ACELERAR LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS CON BASE EN EL ANÁLISIS DE DATOS PARA PODER HACERLE FRENTE A UNA DIVERSA GAMA DE DESAFÍOS AMBIENTALES EN AMÉRICA LATINA

HABLEMOS COMO AGRÓBIÓLOGOS

AGROECOSISTEMAS — una unidad funcional de actividad agrícola

ANTROPOGÉNICO — perteneciente, o relacionado a, o como resultado de las actividades humanas dentro de la naturaleza. Por ejemplo, contaminantes antropogénicos

BIOINFORMÁTICA — una subdisciplina conjunta de la biología y las ciencias computacionales relacionada con la adquisición, almacenamiento, análisis y disseminación de datos biológicos

SECUESTRO DEL CARBONO — el proceso de capturar y almacenar dióxido de carbono atmosférico

METABOLISMO ENERGÉTICO — la totalidad de procesos que se llevan a cabo dentro de un organismo para generar energía

GENOTIPO — el conjunto completo de material genético de un organismo

METAGENÓMICA — el estudio de una colección de material genético (genomas) provenientes de una comunidad mezclada de organismos

MGNIFY — un recurso de libre acceso utilizado para el análisis y comparación de datos metagenómicos

FENOTIPO — las propiedades físicas observables de un organismo

FOTOSÍNTESIS — el proceso por el cual las plantas transforman la luz del sol a energía química

FISIOLÓGICO — relacionado a las funciones y mecanismos de un organismo vivo

MICROBIOMA DEL SUELO — la comunidad dinámica de microorganismos que habitan en el suelo

ESTOMAS — poros situados en las hojas, tallos y órganos de una planta

CONDUCTANCIA ESTOMÁTICA — la medida de apertura y cierre de los estomas de una planta (y por consecuencia, pérdida de agua)

LABRANZA — la preparación agrícola del suelo para su siembra por medio de labores mecánicas de diversos tipos, como disrupción y volteo de la capa superficial de suelo mediante el uso de arado.

TRANSPIRACIÓN — la pérdida de vapor de agua por medio de los estomas

TRANSCRIPTÓMICA — el estudio del conjunto completo de transcritos de ARN producidos por el genoma, bajo circunstancias celulares específicas, utilizando métodos de salida masiva de datos como la secuenciación de ARN (conocido como RNASeq por sus siglas en inglés)

Ya sea por medio del efecto directo de las actividades humanas, como la deforestación y producción masiva de cultivos, o el impacto indirecto causado por el cambio climático, como sequías e inundaciones, el mundo natural está bajo una enorme presión como nunca antes. Para asegurar que nuestro planeta continúe brindándonos sustento, diversos investigadores alrededor del mundo están investigando la manera de hacer que nuestra modo de vida sea más sustentable. La forma en que producimos nuestra comida es gran parte de esto.

Teniendo esto en mente surgió CABANA (Capacity Building for Bioinformatics in Latin America, por su nombre en inglés), una emocionante iniciativa enfocada en fortalecer el campo de la bioinformática en América Latina. Este programa es un consorcio internacional

de organizaciones, una en el Reino Unido y nueve en Latinoamérica, el cual se enfoca en tres desafíos específicos: enfermedades transmisibles, protección de la biodiversidad y producción sustentable de alimentos. La Dra. Valeria Faggioli, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Argentina, y la Dra. Mayra Osorio, de la Pontificia Universidad Javeriana en Colombia, han trabajado en proyectos de investigación en el marco de la línea de investigación de producción sustentable de alimentos de CABANA.

SUELOS SUSTENTABLES

Valeria está investigando el impacto a largo plazo que tienen las actividades antropogénicas, como la agricultura intensiva, en las comunidades bacterianas y fúngicas del suelo. Las actividades humanas que pueden ser consideradas necesarias

para la sociedad, desde el cultivo de ciertas especies de plantas hasta la construcción de edificios, los cuales tienen impacto sobre los microbiomas y pueden afectar las condiciones del suelo. También tienen el potencial de tener efectos devastadores en la producción de alimentos actual y futura.

Valeria también está investigando el impacto a largo plazo de la agricultura en los microbiomas del suelo, con un enfoque en demostrar la necesidad de modificar las prácticas locales y nacionales para garantizar suministros alimentarios sustentables. Mediante el estudio de muestras de suelo, ella espera demostrar cómo la alteración humana de los microbiomas del suelo puede ser sostenible si la modificación se realiza de manera cuidadosa y estratégica, siguiendo procedimientos que consideren la importancia de la conservación del ecosistema.

UN ESTUDIO ÚNICO

Las muestras de suelo que ha estudiado Valeria fueron tomadas del experimento de monocultivo de soja más antiguo del mundo. “El experimento se inició en 1975 e incluye una técnica sostenible para el cultivo de soja, que consiste en el método de siembra libre de labranza (siembra directa). Esto ahora se usa ampliamente en Argentina y otros países, pero era muy novedoso al comienzo del experimento”, ella explica. “Sembrar sin labranza es crucial para preservar el suelo y acumular materia orgánica que contribuye a reducir la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera. El microbioma que habita en tales condiciones representa un recurso valioso para mejorar el secuestro de carbono en los suelos agrícolas”.

MÉTODOS

Con el apoyo de CABANA, Valeria pasó varios meses en el laboratorio de Rob Finn del Instituto Europeo de Bioinformática, conocido como EMBL-EBI por su nombre en inglés. Allí, ella utilizó una herramienta bioinformática que clasifica hongos y bacterias a partir de lecturas de secuenciación de ADN. También utilizó MGnify, un servicio bioinformático del instituto, que le permitió realizar un análisis completo de los datos y una identificación precisa de los microorganismos presentes en su conjunto único de muestras de suelo. La principal ventaja de MGnify es que a investigadores como Valeria les permite publicar sus propios datos de manera que puedan ser utilizados por otros científicos, también les permite visualizar y analizar sus resultados junto con sets de datos provenientes de investigaciones similares realizadas en todo el mundo.

EL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de Valeria ha generado información sobre la composición de comunidades microbianas de suelos en ubicaciones específicas sujetas a distintas prácticas de cultivo en un largo periodo de tiempo. Su investigación demostró que los sistemas sin labranza sustentaron un microbioma más diverso del suelo y, en última instancia, mayores rendimientos de los cultivos. “A medida que el cultivo de soja se está extendiendo por todo el mundo debido a su valor nutricional (principalmente proteico), las consecuencias en los microbiomas del suelo pueden extrapolarse a otros agroecosistemas” ella comenta. “Por ejemplo, en Sudáfrica este cultivo ha sido adoptado recientemente por los agricultores y podemos compartir información sobre las consecuencias en términos de propiedades biológicas del suelo”.

LOS SIGUIENTES PASOS

Como lo ha demostrado la investigación de Valeria, es posible identificar miles de especies en un solo gramo de muestra de suelo, por lo que el siguiente paso es establecer el papel funcional

de las especies identificadas. Hasta ahora, sus hallazgos se han presentado en seminarios virtuales, a nivel nacional e internacional, para la comunidad científica y los agricultores que utilizarán estos hallazgos en el futuro.

PLANTAS SOSTENIBLES

La investigación de Mayra tuvo como objetivo el caracterizar y comparar las respuestas de dos variedades de la planta de Cacao bajo déficit hídrico. ¿Cómo es que las diferencias genéticas entre estas dos variedades de Cacao afectan sus respuestas en condiciones de sequía? ¿Se puede utilizar esta información para desarrollar variedades de Cacao más resistentes a la sequía?

El cultivo de Cacao está siendo afectado debido a cambios en las precipitaciones pluviales causadas por el calentamiento global. La disponibilidad de agua se ha reducido y ha habido pérdidas significativas en el rendimiento productivo de esta planta, y se espera que la situación empeore.

INVESTIGACIONES

En un día típico de campo Mayra se levanta antes del amanecer para recolectar datos fisiológicos, como el potencial hídrico, el cual es un indicativo del estado hídrico de una planta. “El resto del día consiste en la observación de las plantas y la recopilación de datos relacionados con la fotosíntesis, la conductancia estomática y la transpiración, a través de los cuales es posible analizar el efecto de la sequía en la capacidad fisiológica de las plantas”, explica Mayra. “Para la medición de todos estos parámetros se utilizan equipos especiales, algunos muy pesados y con poca o ninguna iluminación. Yo registro las mediciones en mi bitácora de experimentos de campo o directamente en la computadora”.

MÉTODOS

Mayra también utiliza la secuenciación de ARN (RNAseq) para encontrar qué genes se encuentran expresados en sus muestras de plantas de Cacao. Estos patrones de expresión génica pueden indicar cuáles rutas biológicas se ven afectadas por la respuesta de la planta a la escasez de agua. El equipo con el que trabaja Mayra utiliza métodos estadísticos para ayudar a responder la pregunta biológica que se aborda. “Esperaba que los genotipos de Cacao respondieran de manera diferente al estrés severo por déficit de agua”, dice ella. “Abordamos este interrogante utilizando diversos enfoques. Por ejemplo, para los datos fisiológicos, utilizamos un análisis de varianza (ANOVA) seguido de una comparación de medias. En el caso del análisis de datos de RNAseq, la cantidad de datos es tan grande y ruidosa que se necesitan



DR VALERIA FAGGIOLI

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina

CAMPO DE ESTUDIO

Microbiología

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Investigación del impacto a largo plazo de las prácticas antropogénicas en las comunidades bacterianas y fúngicas del suelo



DR MAYRA OSORIO

Laboratorio de Biología de plantas y sistemas productivos, Departamento de Biología, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia

CAMPO DE ESTUDIO

Biología

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Caracterización y comparación de la respuesta fenotípica al estrés por déficit hídrico de dos genotipos de Cacao con comportamiento fisiológico contrastante

FINANCIADORES

Vicepresidencia de Investigación de la Pontificia Universidad Javeriana; Mayra fue beneficiaria del programa de fondos para proyectos de adscripción del proyecto CABANA, liderado por el EMBL-EBI

varios pasos analíticos, los cuales están conectados secuencialmente en una compleja secuencia de análisis, conocida como pipeline bioinformático. Esto involucra el filtrado y transformación, pruebas estadísticas y representaciones gráficas de los datos analizados, utilizando varios software, herramientas y bases de datos desarrollados por informáticos o bioinformáticos”. Mayra realizó esta parte de su estudio en el EMBL-EBI, pasando varios meses en el Equipo de Expresión Génica dirigido por la Dra. Irene Papatheodorou, con el apoyo de CABANA.

LOS RESULTADOS

Los clones de cacao que fueron evaluados mostraron distintos niveles de tolerancia a la sequía; hasta cierto punto, todos pudieron recuperarse de una sequía severa después de la rehidratación. Sin embargo, Mayra sí encontró diferencias entre los genotipos. “Los más tolerantes parecían

responder más al tipo específico de estrés impuesto mientras mantenían un determinado nivel de la tasa fotosintética. La respuesta del clon menos tolerante fue aparentemente más amplia, involucrando cambios importantes en el metabolismo energético y en la fotosíntesis”, explica.

EL IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación de Mayra provee nuevas perspectivas sobre los genes implicados en la tolerancia al estrés causado por la sequía en las plantas de cacao, que hasta ahora no estaba claro. “Nuestros resultados son relevantes para el establecimiento de plántulas en el campo. Por ejemplo, la alta susceptibilidad a la deshidratación de los árboles jóvenes es algo que los productores deben tener en cuenta”, ella comenta. “Las diferencias encontradas en los mecanismos de tolerancia eficientes y la identificación de los genes implicados en estos

abren nuevas vías de investigación destinadas a comprender más a fondo esta respuesta, así como a la mejora genética de este rasgo”.

Cada vez es más necesario cultivar variedades de Cacao que sean más tolerantes a las condiciones climáticas influenciadas por el calentamiento global. Como explica Mayra, “El cultivo de cacao proporciona un sustento para los pequeños agricultores y sus familias. Es parte de su dieta diaria y una importante fuente de antioxidantes”. Es importante destacar que el cacao también brinda a los agricultores una alternativa viable al cultivo de coca en el tráfico de drogas.

Las investigaciones sobre ciencias agrícolas como las de Mayra y Valeria están ayudando a mantener el medio ambiente sano, la producción sustentable de alimentos y condiciones de vida seguras para las personas. ●

SOBRE LA BIOLOGÍA

La biología es un camino hacia la microbiología, la agrobiología, la agronomía, la bioinformática, la biología molecular y la fisiología vegetal.

El calentamiento global y el cambio climático resultante están afectando adversamente todos los aspectos de la vida, lo cual incluye la fisiología vegetal. La población mundial se está incrementando a un ritmo acelerado, se necesitará producir mayor cantidad de alimentos para poder alimentar a más

personas. El determinar cuáles prácticas dañan la producción de alimentos nos permitirá identificar las prácticas que son beneficiosas y así poder asegurar un futuro sustentable, y los biólogos seguirán desempeñando un papel importante en esto.

“América Latina es un productor de granos crucial en el mundo y el éxito de las temporadas de cultivo puede determinar la provisión de alimentos en todo el mundo”, explica Valeria. “Para lograr

esto, la próxima generación de microbiólogos debe fortalecer las redes de colaboración entre científicos, de esta forma se generará información completamente nueva, y en conjunto con agricultores/tomadores de decisiones, poder tener un impacto real en la agricultura”.

EL CAMINO DESDE LA ESCUELA A LA BIOLOGÍA

Mayra y Valeria enfatizan que las materias que debes estudiar dependen de tus intereses específicos, ya que los campos que comprende la biología son muy amplios y diversos. Sin embargo, hay algunas materias dentro de la biología que son de especial importancia, como la genómica y la biología molecular, la biología computacional/ bioinformática (incluidas las habilidades de programación), el diseño experimental, la bioquímica y la (nano)biotecnología.

Mayra también destaca la importancia de la comunicación. “Un amplio dominio del idioma inglés es fundamental para los parlantes no nativos, ya que muchas de las oportunidades anteriormente mencionadas se encuentran en el extranjero, esta es una competencia clave para la escritura de propuestas de proyectos, publicar artículos o postularse a cualquier convocatoria internacional”, ella comenta. “Yo misma me he enfrentado a estos problemas en diferentes ocasiones y es importante verlos como desafíos personales que deben superarse si se quiere tener éxito”.

EXPLORA CARRERAS EN BIOLOGÍA

- Valeria aconseja identificar los temas que más te gustan, crear una cuenta de Twitter y seguir a los investigadores, laboratorios y sociedades relacionadas con el tema de tu interés; esto te ayudará a mantenerte actualizado sobre las vacantes existentes en el área.
- El portal Prospects tiene una página dedicada a la biología y a las cosas que puedes hacer al obtener un título en la materia, incluyendo algunos enlaces a organizaciones de mucha utilidad.
- Explora el trabajo del **Instituto Europeo de Bioinformática (EMBL-EBI)**.
- Según el Instituto de Investigación Económica (ERI por sus siglas en inglés), el salario anual promedio para un biólogo en **Argentina** es de 900,000 pesos argentinos y de 36,000,000 pesos **colombianos**.
- En el Reino Unido, el salario promedio de un biólogo puede oscilar entre 15,000 y 70,000 libras esterlinas, dependiendo del nivel de experiencia y las funciones que desempeñes en tu puesto.



CONOCE A MAYRA



EL MEJOR CONSEJO DE MAYRA

¡Persevera y siempre termina lo que empezaste, no importa lo difícil que parezca!

Cuando estudiaba ingeniería en biotecnología me di cuenta de que podía encontrar respuestas para contribuir a la seguridad alimentaria. Empecé a trabajar con tejidos in vitro de importantes cultivos alimenticios tropicales, con el objetivo de obtener clones de plántulas propagadas de bajo costo y de alta calidad. Mejorar la calidad y diversidad de las plántulas, y hacerlas más accesibles para los agricultores, es una manera de mejorar la producción del campo y la seguridad alimentaria. Desde entonces, he trabajado en cultivos alimentarios tropicales y he comenzado a incorporar biología molecular, fisiología y enfoques bioinformáticos para abordar diferentes aspectos relacionados con la biología de los cultivos.

Siempre he estado interesada en la mejora genética de los cultivos alimentarios. Empecé con cultivos de tejido vegetal y regeneración in vitro de Cacao, que son pasos importantes para la mejora genética. Ya que el Cacao se mejora mediante reproducción convencional

y generación de híbridos, se vuelve necesario el proveer conocimientos básicos, así como el desarrollar metodologías de fenotipado relacionadas con el mejoramiento de rasgos.

La persistencia y la paciencia son fundamentales para el éxito. También necesitas ser curiosa y amar lo que estás haciendo, porque los obstáculos siempre están a la vuelta de la esquina cuando haces investigación. El ser creativa y tener confianza en ti misma te permite buscar soluciones novedosas a los desafíos a los que te estás enfrentando.

Me siento muy orgullosa de los resultados que encontramos sobre la respuesta del Cacao a la sequía utilizando enfoques fisiológicos y transcriptómicos, con el desafío de integrarlos para obtener nuevos conocimientos. Esto me permitió llegar al importante hito personal de obtener mi doctorado.

CONOCE A VALERIA



EL MEJOR CONSEJO DE VALERIA

¡Selecciona a tu mentor cuidadosamente! Recuerda que la ciencia es un desafío constante y necesitarás mucho apoyo y orientación.

La curiosidad fue mi inspiración para ser científica. Crecí en una granja lechera, lejos de otros niños o redes sociales. Mis mejores amigos eran mi imaginación y un par de libros. Recuerdo un libro que perteneció a mi padre cuando era estudiante de primaria. Fue realmente genial porque incluía experimentos para realizar en casa. Mis experimentos favoritos eran los relacionados con el suelo y la biología. Durante las primeras etapas de mi carrera profesional, increíbles mentores me inspiraron a abrazar la ciencia.

Al comienzo de mi carrera hice investigaciones sobre la biología de suelos en agroecosistemas y trabajé en reconocidos institutos de investigación europeos. Esto me permitió estar más preparada para postularme y tener éxito en las convocatorias de financiación para solventar estas investigaciones.

La motivación y la pasión por la ciencia son los grandes pilares de mi vida profesional. Estoy

aprendiendo constantemente cosas nuevas para aplicar en mi carrera, no solo sobre temas científicos, sino también sobre comunicación y liderazgo. Las habilidades interpersonales son cruciales para emprender una excitante carrera científica en este mundo altamente competitivo.

Persevera y céntrate en lo positivo para poder superar los obstáculos. Hay momentos durante la investigación en que nos sentimos abrumados por las dificultades, pero algo dentro de nosotros nos da el empuje para continuar y llegar a nuestro objetivo.

El logro profesional del cual me siento más orgullosa es ser la asesora de cuatro estudiantes de doctorado que están investigando la microbiología del suelo en la agricultura. He sido mentora de 23 estudiantes de pregrado en los últimos 10 años (tres de los cuales se encuentran actualmente realizando su tesis de posgrado). Para mí es un placer guiar a jóvenes investigadores y motivarlos a seguir una carrera en ciencias.