

# *Uso de la Diplomacia Científica para potenciar el aprovechamiento de la biodiversidad agrícola en Mesoamérica*

---

*Propuesta de plan de trabajo en el marco de la Cátedra Humboldt de la Universidad de Costa Rica 2022*

**Dr. Víctor Jiménez García**

## **Resumen**

La población mundial obtiene más de la mitad de las calorías de tres megacultivos, arroz, trigo y maíz. Esto constituye una amenaza muy seria para la seguridad alimentaria mundial ante la posibilidad de que surjan nuevas plagas y enfermedades que puedan afectar seriamente alguno de estos cultivos como consecuencia del cambio climático antropogénico. Lo anterior, junto con la relevancia de tener una dieta diversa y rica en compuestos beneficiosos para la salud, tales como vitaminas, fibras y minerales (macro y micronutrientes), para reducir o retrasar la aparición de enfermedades no transmisibles típicas de las condiciones de vida sedentaria imperantes en una parte importante de la población (como sobrepeso, diabetes, hipertensión y ciertos tipos de cáncer), hace que la biodiversidad agrícola adquiera cada vez más importancia. La región mesoamericana es un centro importante de origen y diversificación de especies animales y vegetales, entre ellas varias de uso agrícola. Muchas de esas especies, que incluyen frutas y vegetales, no han sido lo suficientemente estudiadas como para entender su potencial contribución a una dieta saludable, especialmente por el aporte de compuestos funcionales y la posibilidad de ser cultivados en condiciones de mayor sostenibilidad que muchos de los monocultivos actuales.

Con esta propuesta se busca generar mecanismos que fortalezcan la democratización de acceso a la información que se encuentra actualmente disponible y de aquella que se genere a futuro en relación con cultivos autóctonos de la región, para así mejorar la calidad de vida de las poblaciones mesoamericanas al potenciar el uso de la biodiversidad agrícola, desde la producción hasta el consumo con un abordaje interdisciplinario. Para lograr lo anterior se desarrollarán tres actividades principales. En primer lugar, se utilizarán estrategias de

diplomacia científica para involucrar a grupos de investigación y misiones diplomáticas de la mayor cantidad de países de la región, con la participación adicional del cuerpo diplomático alemán y organizaciones alemanas presentes en la región (como DAAD y GIZ), en la recopilación de los datos disponibles y el planteamiento de colaboraciones para generar información relevante alrededor de este tema a futuro. En segundo lugar, y tomando como base a los investigadores que acepten participar en la primera actividad, se propone el establecimiento de una red en la que participen actores de los diferentes países de la región, que involucre profesionales con experiencia en las diferentes etapas de la cadena alimentaria, desde la producción hasta el consumo, para que la misma tenga una connotación multi- e interdisciplinaria. El objetivo de la red es promover la realización de actividades académicas y de investigación con miras a generar conocimiento alrededor de especies subutilizadas y poco conocidas para el aporte de micronutrientes y macronutrientes en la dieta, así como de compuestos bioactivos, con miras a incrementar la diversidad de la dieta, reducir deficiencias nutricionales e incorporar compuestos asociados con beneficios para la salud. Este proceso involucra no solo fortalecer la investigación científica, sino también la divulgación de la información de forma comprensible y accesible al sector productivo y a la población en general, con el fin de democratizar su acceso. Para ello se utilizarán plataformas universitarias de libre acceso, como lo es el sitio UCAGRO, hospedado en el Instituto de Investigaciones Agrícolas de la Universidad. En tercer lugar, se busca fortalecer el desarrollo de la región en este campo mediante el acceso a oportunidades a nivel científico mediante el intercambio académico. Una de las opciones que se tiene visualizadas incluyen el elaborar una propuesta para participar en la próxima convocatoria de SDG-Partnerschaften 2022-2025 del DAAD (se han establecido contactos preliminares al respecto con el señor Berno Birker del DAAD y colegas de una posible universidad contraparte en Alemania). Con ello se buscaría fortalecer dos de los programas de posgrado que están asociados al Área de Ciencias Agroalimentarias, como lo son el de Ciencia de Alimentos y el de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, ambos fuertemente involucrados con los objetivos de conocer y utilizar la biodiversidad agrícola en la región como estrategia para asegurar la seguridad alimentaria y para reducir la afectación del cambio climático mediante la adaptación de algunas especies. El segundo programa de posgrado fue por varios años un programa regional apoyado por el DAAD que permitió el fortalecimiento de las capacidades

locales al fomentar que estudiantes de los países centroamericanos pudieran cursar estudios de posgrado en otros países de la región. El potencial que ofrecen los programas de posgrado para democratizar la generación y divulgación de la información se considera un aspecto fundamental que hay que reforzar. Además, y como actividad adicional, en el marco del programa Johann Gottfried Herder, también del DAAD, se plantea invitar durante el 2022 a un profesor alemán recién retirado para que apoye a estudiantes avanzados de grado y posgrado y a colegas docentes jóvenes para que desarrollen estrategias para llevar a cabo investigación en el campo de esta propuesta, entre otras temáticas. Finalmente, y con el objetivo de retomar contactos y establecer otros nuevos, se planea realizar un viaje a Alemania y visitar al menos tres universidades (Hohenheim, Bonn y Geisenheim). Productos de estas visitas, se plantea elaborar al menos una propuesta para buscar financiamiento externo que permita realizar actividades de intercambio estudiantil y académico.

## **Antecedentes de investigación del candidato y su vinculación con el proyecto que propone**

Una línea de investigación, en la que el candidato ha venido trabajando durante más de una década, está relacionada con el estudio del potencial nutricional y funcional que tienen plantas poco conocidas en el mercado global, pero que se cultivan y consumen de forma tradicional en Costa Rica. Las especies que entran dentro de esa categoría con las que se ha trabajado incluyen: jocote, pitahaya, pejibaye, guanábana, marañón, sapote, palma aceitera americana, coyol, nance y güiscao. En esos estudios se han tratado de abordar aspectos fisiológicos, de selección y propagación por métodos convencionales o apoyados por biotecnología, de caracterización fisicoquímica, de utilización, de evaluación de su potencial como alimento funcional, etc. Los principales resultados se han presentado en 20 artículos científicos o capítulos de libro arbitrados, publicados en medios académicos internacionales, 14 de los cuales se hicieron en colaboración con colegas alemanes. Esta línea de investigación, estrechamente asociada a la propuesta de trabajo para la postulación como candidato para la Cátedra Humboldt 2022, corrobora la experiencia del proponente en el tema.

Adicionalmente, el suscrito fungió durante 10 años (hasta diciembre del 2019, cuando concluyó el proyecto) como coordinador regional para América Latina del Centro para la Seguridad Alimentaria (FSC), de la Universidad de Hohenheim, Alemania. Este proyecto contó además con la participación de colegas de la Universidad Kasetsart (Tailandia), Universidad Abomey-Calavi (Benín), Universidad de Nairobi (Kenia), RUFORUM (Uganda) y SEARCA (Filipinas), y fue financiado con fondos del Ministerio Federal Alemán para la Cooperación Económica y el Desarrollo (BMZ) y el Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD) como una de las cinco iniciativas exceed. En el marco de ese proyecto se buscó fomentar el intercambio académico entre Alemania y Costa Rica, así como entre nuestro país y otros países en vías de desarrollo. Como parte de las actividades se organizaron cursos cortos, seminarios regionales, academias de verano, estadías doctorales y posdoctorales, así como la realización de estudios doctorales completos en Alemania por parte de estudiantes de la región. Todo lo anterior se efectuó alrededor de la temática de la seguridad alimentaria y el desarrollo y aplicación de estrategias para disminuir los problemas

que se podrían estar presentando en regiones específicas o en respuesta a situaciones particulares. Esta vinculación con el FSC atestigua la experiencia del suscrito con el establecimiento y desarrollo de trabajo colaborativo en el marco de redes de cooperación académica, así como con la temática de la seguridad alimentaria, tal y como se propone desarrollar en el marco de la propuesta para la candidatura a la Cátedra Humboldt 2022.

En forma un poco más general, se puede agregar que el candidato es autor o coautor en 80 publicaciones científicas arbitradas y revisadas por pares académicos, de las cuales la mayoría fueron publicadas en medios internacionales (76%) y un poco más de una tercera parte (29 manuscritos) en colaboración con colegas alemanes. Vinculación adicional con Alemania se ha dado como resultado de sus estudios doctorales (apoyados por el DAAD), una pasantía posdoctoral (por la Fundación Alexander von Humboldt), una estadía como profesor visitante (exceed) y varios proyectos de investigación. Además, los trabajos del postulante han sido citados 3.645 veces al 31 de enero de 2022 y tiene un índice h de 26 (según la plataforma Google Académico). Un aspecto adicional en relación con el tema de seguridad alimentaria es que la Red Interamericana de Academias de Ciencias (IANAS) invitó al suscrito a coordinar la escritura de un capítulo sobre Costa Rica para el libro “Retos y oportunidades de la seguridad alimentaria y nutricional en las Américas – El punto de vista de las Academias de Ciencias”, publicado en noviembre de 2017.

## **Justificación y delimitación del tema de investigación y su vinculación con los objetivos de la Cátedra Humboldt**

### Justificación:

A pesar de que la región mesoamericana, que se extiende desde el sur de México hasta Panamá, es pequeña en extensión si se compara con otras regiones en el mundo, su distribución latitudinal y su relieve montañoso han contribuido a que presente ecosistemas heterogéneos (en cuanto a clima, vegetación y suelos), e históricamente también ha mostrado diversidad cultural y socioeconómica que se manifiesta hasta nuestros días (Montagnini 2006). Esas disparidades también se muestran en los niveles de inseguridad alimentaria en la región, donde una parte de la población tiene acceso permanente y en cantidad suficiente a alimentos inocuos y nutritivos que le permite llevar una vida activa y saludable [elementos sustantivos en la definición de seguridad alimentaria de FAO (Carmona Silva et al. 2017)], mientras que otra parte no logra suplir esas necesidades de manera constante, lo que lleva a la situación actual, donde más de 11 millones de personas sufren cierto nivel de desnutrición en la región (FAO 2019).

Si bien se han desarrollado una serie de programas nacionales y regionales que buscan disminuir los niveles de desnutrición en la región, especialmente en lo que se refiere a micronutrientes (Molina et al. 1993, FAO 2019), las estadísticas mencionadas arriba muestran que todavía es necesario aumentar el alcance. La deficiencia de micronutrientes no es tan visible en el aspecto físico de las personas que la sufren como la desnutrición causada por baja ingesta de macronutrientes (grasas, proteínas y carbohidratos), por lo que muchas veces pasa desapercibida y solo es notoria cuando las consecuencias son irreversibles, y por ello se le ha denominado como “hambre oculta” (Biesalski y Tinz 2018). Las deficiencias de micronutrientes con mayor prevalencia en América Latina, que son también extrapolables a la región mesoamericana cuando se analizan los países de manera individual, son las de hierro, ácido fólico, yodo, zinc, vitamina B12, y vitamina A, que coinciden con un porcentaje variable de la población, especialmente infantil y adulta mayor, que padece de anemia, sobrepeso y obesidad, retraso en el crecimiento, problemas visuales, etc. (Galicia et al. 2016, Ruz y Solomons 2019).

Se han explorado diversas estrategias para reducir las deficiencias crónicas o temporales de micronutrientes en grupos poblacionales definidos. La distribución de suplementos y la fortificación de alimentos se han llevado a cabo de manera muy exitosa en la región por varios años. Con ello se han logrado reducir patologías importantes principalmente en mujeres durante el período de gestación y en niños y jóvenes durante su crecimiento. Ejemplos de ello son la suplementación de harina de trigo, arroz, azúcar, sal, leche, harina de maíz y pastas con diversos micronutrientes en los países de la región (Bonilla-Soto 2016, Martorell y López de Romaña 2017). Sin embargo, los programas no son homogéneos en todos los países y tampoco se alcanza al 100% de la población, ya que están limitados a aquel sector que tiene acceso a los productos comerciales fortificados, y se ve restringido, por ejemplo, a los grupos poblacionales en los que predomina el autoconsumo, además de que se debe buscar su sostenibilidad en el tiempo (Laviolette 2018, Osendarp et al. 2018). Otra estrategia implica la siembra y consumo de productos agrícolas biofortificados. Estas son plantas a las cuales, por medio de mejoramiento genético convencional o apoyado por biotecnología, se les ha aumentado los niveles y la biodisponibilidad de micronutrientes particulares, de tal manera que su consumo ayude a aliviar aquellas deficiencias que predominan en un grupo poblacional específico (Blair 2013, Bouis y Saltzman 2017, Jha y Warkentin 2020). Sin embargo, aunque los agricultores estén en la capacidad de producir sus propios alimentos biofortificados, la efectividad de esta estrategia no es ajena a los mismos problemas que afectan a los programas de fortificación de alimentos, ya que no todos tendrán acceso a la semilla de las variedades mejoradas (Osendarp et al. 2018).

Una cuarta estrategia involucra aumentar la diversidad de las fuentes de alimentación, de tal manera que se incluyan en la dieta alimentos ricos en micronutrientes que estén en la capacidad de reducir las deficiencias que se presenten en la población. Se estima que hay 250.000 variedades vegetales con potencial agrícola, de las cuales menos de 7.500 son utilizadas actualmente. Sin embargo, la producción mundial de alimentos depende de únicamente unas 150 especies de plantas, de las cuales solamente 12 suplen tres cuartas partes de los alimentos consumidos por los seres humanos. Este nivel de dependencia por únicamente unas cuantas especies vegetales se ve agravado por el hecho de que 50% de las calorías se obtienen de tres (mega) cultivos: arroz, trigo y maíz (Mayes et al. 2011, Mustafa et al. 2019). El que la alimentación humana dependa de una base tan limitada en términos de

agrobiodiversidad (biodiversidad agrícola) pone en riesgo todo el sistema de producción agroalimentario y, por lo tanto, la seguridad alimentaria. Lo deseable sería aumentar la agrobiodiversidad mediante el cultivo de mayor variedad de plantas, especialmente de aquellas que presenten potencial para contribuir con la seguridad alimentaria y nutricional de la región (Ebert 2014, Galluzzi y López Noriega 2014, Hunter et al. 2019, Zsögön et al. 2022).

La región mesoamericana es conocida como uno de los más importantes “hotspots” de biodiversidad en el mundo (Myers et al. 2000), lo cual no solamente aplica para especies silvestres, sino también para plantas de uso agrícola (Montagnini 2006, Harvey et al. 2008, Thomas et al. 2016), donde muchas de ellas son poco conocidas, incluso solamente a nivel muy local, y están subutilizadas (Galluzzi y López Noriega 2014). Se han realizado algunos esfuerzos individuales para evaluar el potencial que podrían tener especies vegetales locales para mejorar la situación de la seguridad alimentaria en la región (Schweiggert et al. 2016, Chacón-Ordóñez et al. 2017, Irías-Mata et al. 2018, Schex et al. 2018, Cáceres et al. 2019, Erşan et al. 2020); sin embargo, es necesaria mayor articulación entre actores de los diferentes países que la conforman para lograr un mayor alcance en cuanto a la amplitud de las potenciales fuentes de micronutrientes que se puedan considerar y de la difusión y diseminación de los resultados, buscando un mayor impacto sobre la población, para que, de esa manera, este sea más significativo (Martínez-Reyes y Sánchez-Ruiz 2020).

La generación de conocimiento en torno a especies poco utilizadas es, en la mayoría de los casos, limitada. Esto ocurre muchas veces porque no hay un interés económico directo que justifique la inversión que se debe realizar alrededor de estos cultivos para establecer su potencial. Al contrario, el gran mercado que existe alrededor de la producción y comercialización de suplementos nutricionales por grandes consorcios farmacéuticos hace que no se tenga acceso a ciertas fuentes de financiamiento. Es por ello que para estos cultivos emergentes la investigación se ha venido dando de manera paulatina en sus países de origen y por entidades académicas o gubernamentales, en algunos casos con apoyo de pares académicos internacionales, pero nunca al nivel de la investigación que se hace sobre los cultivos tropicales que mueven la economía mundial, como banano, café, piña, etc., donde



los consorcios internacionales tienen sus propios departamentos de investigación fuertemente financiados.

No hay mejor manera de conservar una especie que encontrarle un uso que justifique su perpetuación. Es por ello por lo que la valorización de especies subutilizadas o poco conocidas podría también contribuir a su conservación. Un ejemplo de ello se puede ver en Costa Rica con el coyol (*Acrocomia aculeata*). En nuestro país, el uso tradicional de esta planta es para obtener el llamado ‘vino de coyol’, para lo cual hay que cortar la palmera, usualmente silvestre, y dejar que fermente su contenido interno, con la consiguiente muerte de la planta. No es sino hasta que en años recientes se está comenzando a utilizar sus frutos para la extracción de lípidos, y su potencial para el aprovechamiento de compuestos bioactivos y para biocombustible, que se ha hecho necesario el establecimiento de nuevas plantaciones, con la consiguiente búsqueda de los individuos más aptos y la valorización y conservación del cultivo (Schex et al. 2018, Lieb et al. 2019, Alfaro-Solís et al. 2020, Montoya-Arroyo et al. 2021).

Además de los impactos directos y más mediáticos que está ocasionando la actual pandemia (causada por la enfermedad COVID-19) sobre la salud humana, el empleo y la economía mundial, hay efectos que se han cuantificado en menor medida, pero que no por ello son menos relevantes. Un punto de consenso es que la situación pandémica está agravando especialmente aquellas condiciones que ya se encontraban en cierto nivel de precariedad, como lo son la seguridad alimentaria y nutricional en muchas regiones (Jiménez 2020). El acceso a alimentos nutritivos y en cantidad suficiente es uno de los cuatro pilares de la seguridad alimentaria, y esto se ha visto afectado en los últimos meses por las restricciones que han aplicado algunos países y regiones a la movilización de personas y mercancías, con lo cual baja la disponibilidad. Por otro lado está el aumento en la demanda de alimentos menos nutritivos pero más baratos como consecuencia de una reducción considerable en el poder adquisitivo de muchas personas, también a consecuencia del impacto económico de la pandemia (Laborde et al. 2020, Devereux et al. 2020). Una estrategia para contrarrestar estos dos efectos puntuales de la presente pandemia, que perdurarán durante toda la fase de recuperación económica post-pandemia, es el fortalecimiento de la producción de alimentos nutritivos en condiciones locales (Béné 2020).

Para lograr eso, es muy importante sacar provecho del conocimiento autóctono (popular) y las tradiciones, lo cual puede ser muy diverso entre países próximos geográficamente, aun si estos comparten un bagaje cultural muy cercano. Un ejemplo claro es el caso de la pitahaya, que es más conocida y utilizada en ciertos países del área, mientras que en otros es prácticamente desconocida. Mucho del conocimiento alrededor de estas plantas está concentrado a nivel local, por lo que no es fácilmente accesible, o simplemente no existe porque no se ha hecho la investigación necesaria. Es por ello por lo que es de gran relevancia que actores locales, en todos los países del área, sean los que busquen fuentes propias de micronutrientes para reducir los problemas que se han venido presentando en la región y que se van a agravar en los próximos años por la crisis económica y social que está causando la pandemia. Para maximizar el impacto y los alcances, se requiere de esfuerzos coordinados. Por ello es por lo que se propone un alto grado de comunicación entre los actores participantes por medio de la creación de una red de expertos a nivel mesoamericano. Para llenar vacíos en el conocimiento se haría investigación propia, apoyada por los pares de la red y por colegas alemanes con quienes ya se ha colaborado con anterioridad, así como con otros con los que se puede entrar en relación. La finalidad de la red es intensificar la cooperación a nivel regional, fortalecer capacidades locales y cooperación con Alemania y generar conocimiento nuevo que ayude a potencializar el cultivo y consumo de estas especies subutilizadas que pueden tener un impacto positivo para reducir los problemas de deficiencias de micronutrientes. La red se crearía en el marco de la Cátedra Humboldt, y se buscaría darle continuidad por medio de mecanismos bilaterales y regionales ya existentes (DAAD, CSUCA, SICA, CADAN-R, etc.).

#### Delimitación del tema de investigación

En consideración de lo anterior, el postulante propone enfocar sus actividades, en caso de ser seleccionado para ocupar la Cátedra Humboldt durante el año 2022, en tres líneas de acción.

- a) Aplicación de la diplomacia científica desde sus tres ejes para potenciar el desarrollo de alternativas para promover el aprovechamiento de la biodiversidad agrícola en la región centroamericana con el fin de resguardar la seguridad alimentaria en los países que la componen y buscar alternativas en respuesta al cambio climático.

- b) Establecimiento de una red a nivel mesoamericano, que se enfoque en la discusión, recopilación e investigación alrededor del uso de especies vegetales conocidas a nivel local, pero subutilizadas y poco conocidas a nivel internacional, con miras a potenciar su cultivo y consumo para contribuir con la reducción de situaciones de inseguridad alimentaria particulares de la región, principalmente en lo que concierne a micronutrientes, proceso que también contribuiría con la reactivación de economías rurales que se han visto severamente reprimidas por la pandemia causada por el virus SARS-Cov-2. Lo anterior se haría con el fin de desarrollar estrategias para la región que puedan impactar de forma positiva en la calidad de vida de las poblaciones vulnerables.
- c) Establecimiento de estrategias de intercambio académico sur-sur (entre universidades centroamericanas) y sur-norte (entre universidades centroamericanas y alemanas) con el fin de fortalecer los lazos entre las universidades y compartir conocimiento en el campo de la temática de la propuesta desde un enfoque interdisciplinario. Para este fin se desarrollarán propuestas para la búsqueda de financiamiento de programas de intercambio en diferentes instancias, tales como Servicio Alemán de Intercambio Académico (DAAD), Sociedad Alemana para la Investigación (DFG), así como fundaciones alemanas que podrían promover el intercambio académico. Este intercambio estaría dirigido tanto para estudiantes de grado, así como de posgrado, y para profesores.

Vinculación de la propuesta con el legado de los hermanos Humboldt y con los objetivos de la Cátedra Humboldt:

Los planteamientos de los hermanos Humboldt en relación con diversos aspectos de la cultura y la ciencia, novedosos para su época, trascienden la realidad imperante en el siglo XIX y continúan siendo pertinentes en la actualidad. Wilhelm, filósofo y diplomático, entre otras muchas facetas, si bien nunca concluyó sus estudios universitarios formales, realizó contribuciones de gran relevancia al sistema educativo alemán. Alexander, por su parte, un naturalista que realizó largas travesías en el continente americano, dejó un enorme legado en las ciencias naturales y la geografía, entre otras ramas del conocimiento. Ambos son reconocidos por sus contribuciones a la democratización y divulgación de la ciencia desde sus respectivos enfoques.

En relación con esta propuesta en particular, sometida a consideración de la Cátedra Humboldt de la Universidad de Costa Rica, es importante tener en cuenta la visión naturalista de Alexander von Humboldt, quien realizó grandes aportes al conocimiento botánico del continente americano durante su viaje de cinco años por la región. El contenido de algunas de las más de 100 cartas que escribió a su hermano durante este viaje muestra claramente su gran pasión por la botánica (Humboldt 1986). El hecho de que, junto con el botánico francés Aimé Bonpland, recolectaran más de 6000 especímenes vegetales (Wulf 2016), muchos de ellos completamente nuevos para la ciencia, va de acuerdo con los objetivos de esta propuesta, en el sentido de aprovechar el conocimiento que se pueda generar alrededor de la biodiversidad vegetal de la región y, yendo más allá, buscar una aplicación práctica de relevancia actual.

*Transdisciplinarietà:* El abordaje propuesto para mejorar la situación de la seguridad alimentaria en la región mesoamericana no se centra solo en una aproximación desde las ciencias agrícolas (las cuales de por sí ya involucran un alto grado de diversidad disciplinaria). Para que se pueda lograr un mayor impacto, se requiere necesariamente de la participación de profesionales en otras áreas del conocimiento, como son nutrición humana, ciencia de los alimentos, biología, ecología, economía, sociología y educación.

*Interculturalidad:* Si bien los países de la región mesoamericana y el Caribe compartimos una serie de similitudes en cuanto a historia, naturaleza, geografía, etc., también hay una serie de rasgos, principalmente culturales, que nos distinguen. Eso va a constituirse en una ventaja para el desarrollo de esta propuesta, ya que se van a considerar las fortalezas de los diferentes países en la toma de decisiones. Además, es importante valorar la inclusión de colegas alemanes, en el marco del intercambio académico, quienes necesariamente se van a ver inmersos en una realidad muy diferente a la que están acostumbrados en su país, y a verse involucrados con el estudio de fuentes nutritivas completamente nuevas para ellos. La diplomacia científica permite este acercamiento entre las universidades y entre las personas. En el pasado, se ha visto un impacto positivo del acercamiento del sector académico de diferentes países sobre la mejora de sus relaciones a nivel político. Este constituye uno de los pilares básicos de la Diplomacia Científica que se buscará explorar con la eventual realización de esta propuesta. Además, es importante recalcar que, a pesar de la importancia

de la agricultura en la región, son pocos los proyectos académicos colaborativos que existen con otros países de Centroamérica en el campo agrícola.

*Cosmopolitismo:* Hay dos componentes de la presente propuesta que involucran una visión cosmopolita y problemas cuya resolución requiere también de un enfoque en esa misma dirección. El problema de seguridad alimentaria no solo tiene un efecto potencial sobre todos los seres humanos, ya que todos compartimos un mismo planeta, sino que, contrario a lo que muchas veces se cree, también está presente en países desarrollados (personas sufren de obesidad a la vez que presentan deficiencia de micronutrientes, grupos marginados sufren problemas mayores que la población en general, etc.). Por otro lado, la pandemia por COVID-19 ha afectado a todo el mundo y las soluciones que se brinden, no solo a aspectos enfocados específicamente en salud, sino a todos los efectos colaterales descritos arriba en esta propuesta, deberán también tener una aproximación global. No se podrá volver a la normalidad sino hasta que la estrategia de contención no haya alcanzado a todos los habitantes del mundo, sin distinción de situación socioeconómica, grupo étnico, nivel educativo, país de residencia, etc.

*Democratización y popularización del conocimiento y de las ciencias:* La propuesta involucra alternativas para democratizar el conocimiento, con el fin de buscar propuestas para reducir la inseguridad alimentaria en la región, esto mediante el trabajo en conjunto con universidades centroamericanas para luchar por esta meta, así como mediante la promoción del intercambio académico con miras en los objetivos de la propuesta. Es importante compartir el conocimiento que se genera en cada país y luego extenderlo al sector productivo y gubernamental, pero en una primera etapa, el trabajo se debe iniciar en el sector académico. Es aquí donde las aproximaciones de la diplomacia científica juegan un papel primordial.

## **A. Objetivos**

### **Objetivo general:**

Establecer estrategias a través de elementos de la diplomacia científica para potenciar el aprovechamiento de la biodiversidad agrícola para la seguridad alimentaria en Centroamérica y el Caribe para mejorar la calidad de vida de poblaciones vulnerables.

### **Objetivos específicos:**

- 1) Promover mediante la diplomacia científica la interacción entre los diferentes actores (academia, gobierno, e industria) con el fin de definir estrategias para para potenciar el aprovechamiento de la biodiversidad agrícola para la seguridad alimentaria en Centroamérica para mejorar la calidad de vida de poblaciones vulnerables.
- 2) Establecer una red de colaboración a nivel de la región mesoamericana y el Caribe, y con participación adicional de científicos alemanes, para la identificación e investigación de especies nativas con potencial para reducir problemas de deficiencias de micronutrientes en la población, así como para la divulgación y socialización de los resultados en el ámbito académico y de la población en general, todo lo anterior con la finalidad de contribuir a reducir parte de los impactos a largo plazo de la pandemia por COVID-19.
- 3) Promover el intercambio académico entre los países de la región (sur-sur), así como con Alemania (sur-norte) con el fin de democratizar el conocimiento en la búsqueda de alternativas para promover la biodiversidad en la producción agrícola desde una perspectiva interdisciplinaria.

## **B. Metodología**

### **Diplomacia científica para el acercamiento de las universidades mesoamericanas y del Caribe para potenciar la biodiversidad agrícola en la alimentación**

Se utilizarán estrategias de diplomacia científica para involucrar a grupos de investigación y misiones diplomáticas de la mayor cantidad de países de la región, con la participación adicional del cuerpo diplomático alemán y organizaciones alemanas presentes en la región (como DAAD y GIZ), en la recopilación de los datos disponibles y el planteamiento de colaboraciones para generar información relevante alrededor de este tema a futuro.

### **Constitución de una red de colaboración académica en la región mesoamericana y el Caribe para estrechar lazos entre países a través de la ciencia**

Para constituir la red, se recurrirá a contactos establecidos previamente y, además, se hará una búsqueda de personas académicas en cada uno de los países de la región mesoamericana (sur de México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Panamá y algunos países del Caribe) que tengan experiencia con especies subutilizadas, poco conocidas y con potencial para diversificar la dieta de poblaciones, con miras a reducir los problemas de deficiencias de micronutrientes. Se buscará tener al menos un participante por país en la red, así como seleccionar miembros de diferentes áreas del conocimiento. De ser posible, también se buscaría que en la red participen personas que hayan tenido algún vínculo académico con Alemania, para de esa manera aprovechar los mecanismos existentes de organización y apoyo, como lo son la red CADAN-R y los programas regionales del DAAD.

Para facilitar las comunicaciones, se establecerán grupos con las herramientas que los miembros consideren pertinentes (WhatsApp, Facebook, etc.) y se harán las reuniones virtuales que se consideren convenientes por medio de las plataformas adecuadas para ello (Zoom, Teams, etc.). Esta red se deberá enfocar en la discusión, recopilación e investigación alrededor de la utilización de especies vegetales conocidas a nivel local, pero subutilizadas y poco estudiadas a nivel internacional, con miras a potenciar su

cultivo y consumo para contribuir con la reducción de situaciones de inseguridad alimentaria particulares de la región, proceso que también contribuiría con la reactivación de economías rurales que se han visto severamente reprimidas por la pandemia causada por el virus SARS-Cov-2.

Para promover la democratización del conocimiento que se vaya desarrollando en el marco de las actividades de la red, toda la información generada se subirá a una plataforma virtual, de manera que esté accesible a cualquier usuario que tenga interés. Inicialmente, se propone que esa plataforma esté ubicada en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) de la Universidad de Costa Rica, ya que se podría enmarcar dentro de los fines de su Unidad de Conocimiento Agroalimentario (UCAGRO).

La selección de los académicos participantes en la red será de gran relevancia, ya que, debido a las consecuencias económicas de la situación pandémica, los recursos para darle continuidad serán muy limitados en los próximos años. El poder contar con personas con iniciativa y experiencia en colaboración internacional facilitará la continuidad de la red y sus actividades en los próximos años. Para ello se valorarán opciones bilaterales y regionales que apoyan actividades en esa dirección, como DAAD, CSUCA, SICA, CADAN-R, etc.

### **Estrategias para promover el intercambio académico en la región para democratizar el acceso a la información**

Una de las opciones que se tiene visualizadas incluyen el elaborar una propuesta para participar en la próxima convocatoria de SDG-Partnerschaften 2022-2025 del DAAD (se han establecido contactos preliminares al respecto con el señor Berno Birker del DAAD y colegas de una posible universidad contraparte en Alemania). Con ello se buscaría fortalecer dos de los programas de posgrado que están asociados al Área de Ciencias Agroalimentarias, como lo son el de Ciencia de Alimentos y el de Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, ambos fuertemente involucrados con los objetivos de conocer y utilizar la biodiversidad agrícola en la región como estrategia para asegurar la seguridad alimentaria y para reducir la afectación del cambio climático mediante la adaptación de



algunas especies. El segundo programa de posgrado fue por varios años un programa regional apoyado por el DAAD que permitió el fortalecimiento de las capacidades regionales al fomentar que estudiantes de los países centroamericanos pudieran cursar estudios de posgrado en otros países de la región. El potencial que ofrecen los programas de posgrado para democratizar la generación y divulgación de la información se considera un aspecto fundamental que hay que reforzar. Además, y como actividad adicional, en el marco del programa Johann Gottfried Herder, también del DAAD, se plantea invitar durante el 2022 a un profesor alemán recién retirado para que apoye a estudiantes avanzados de grado y posgrado y a colegas docentes jóvenes para que desarrollen estrategias para llevar a cabo investigación en el campo de esta propuesta, entre otras temáticas. Finalmente, y con el objetivo de retomar contactos y establecer otros nuevos, se planea realizar un viaje a Alemania y visitar al menos tres universidades (Hohenheim, Bonn y Geisenheim). Productos de estas visitas, se plantea elaborar al menos una propuesta para buscar financiamiento externo que permita realizar actividades de intercambio estudiantil y académico. Se considera que también se puede aprovechar el recurso de fundaciones para la promoción del intercambio, tales como la Fundación Baden-Württemberg y la Fundación Fiat-Panis.

## **Metas y alcances esperados**

- a. Establecimiento de estrategias a partir de la diplomacia científica para incentivar la cooperación académica entre las universidades de la región en la temática de la propuesta:
  - i. Listado de posibles acciones a nivel académico para favorecer la interacción académica en la región a nivel universitario considerando los diferentes ejes de la diplomacia científica en la región
  - ii. Documento con propuestas, elaboradas con la participación de representantes de los diferentes países, con el fin de proponer estrategias para promover el aprovechamiento de la biodiversidad agrícola, para beneficio tanto del sector productivo como industrial
- b. Establecer una red de colaboración en la región mesoamericana y el Caribe enfocada en identificar cultivos subutilizados como alternativa para reducir deficiencias de micronutrientes en la población
  - i. Se tendrá la red establecida
  - ii. Los participantes tendrán pleno conocimiento de los objetivos y se comprometerán a trabajar por su consecución
  - iii. Generar una lista de especies de la región con potencial para combatir deficiencias de micronutrientes
  - iv. Establecimiento de una base de datos de acceso abierto con la lista de especies y la información básica disponible en la literatura, así como información adicional presentado en un lenguaje fácilmente comprensible por el público en general.
- c. Democratización del conocimiento a través del intercambio académico estudiantil y docente (entre los países de Mesoamérica y el Caribe y entre éstos y Alemania)
  - i. Presentación de propuesta para intercambio estudiantil en el área de interés desde una perspectiva interdisciplinaria (DAAD)
  - ii. Presentación de propuesta para intercambio docente en el área de interés desde una perspectiva interdisciplinaria (DFG/DAAD)

- iii. Listado de gestión con fundaciones alemanas y/o universidades alemanas con interés de promover el intercambio académico en el marco del área de interés desde una perspectiva interdisciplinaria.

**Entregables:**

- Red de académicos establecida con participantes de los distintos países de Centroamérica.
- Mecanismo establecido para la disseminación de información relevante sobre cultivos promisorios y accesible al sector productivo y la población en general.
- Propuesta elaborada para presentar ante el DAAD (en el marco de la convocatoria SDG-Partnerschaften).
- Pasantía académica de investigador alemán en la UCR.
- Visita del proponente a, al menos, tres universidades alemanas para restablecer o iniciar relaciones académicas.
- Al menos una propuesta presentada para financiamiento.
- Al menos dos publicaciones que reflejen el trabajo realizado en el marco de la Cátedra Humboldt.
- Está planificado participar con una charla inaugural y una de clausura (tal y como se ha venido realizando en ocasiones anteriores en el marco de la Cátedra Humboldt). Adicionalmente, se plantea la realización de una primera charla impartida por un investigador centroamericano, y una segunda por un investigador alemán.

### C. Cronograma

Actividad	Meses
Buscar y contactar a los académicos que podrían integrar la red (en Mesoamérica, el Caribe y Alemania)	Marzo 2022
Constituir la red y tener una primera reunión virtual para definir el plan y la estrategia de trabajo	Abril 2022
Participante en curso de Diplomacia Científica - UCR	Abril 2022
Redacción de propuesta para promoción de intercambio estudiantil para presentar ante el DAAD	Abril-junio 2022
Pasantía académica de docente alemán en la UCR	Abril 2022 – marzo 2023
Elaboración de listado de posibles acciones a nivel académico para favorecer la interacción académica en la región a nivel universitario considerando los diferentes ejes de la diplomacia científica en la región	Mayo 2022
Documento con propuestas, elaboradas con la participación de representantes de los diferentes países, con el fin de proponer estrategias para promover el aprovechamiento de la biodiversidad agrícola, para aprovechamiento tanto del sector productivo como industrial	Junio 2022
Visita del postulante a universidades alemanas para retomar contactos o establecer nuevos contactos	Julio-setiembre 2022
Redactar al menos una propuesta para el financiamiento de intercambio estudiantil y docente, como resultado de la gestión realizada con universidades y fundaciones	Agosto-diciembre 2022
Búsqueda de oportunidades de cooperación en Alemania para intercambio académico (fundaciones y universidades) en el área de interés con una perspectiva interdisciplinaria	Agosto-diciembre 2022
Establecimiento de una base de datos de acceso abierto con la lista de especies y la información básica disponible en la literatura	Octubre 2022 a febrero 2023

#### D. Presupuesto desglosado

Descripción	Costo (US\$)	
	A solicitar a la Cátedra Humboldt	Otras fuentes de financiamiento
Se solicitará apoyo informático y para la divulgación de información al Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA)	0,00	0,00 (personal de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias y el IIA)
Pasaje aéreo para visita del postulante a Alemania	0,00	1.500,00 (apoyo Rectoría)
Gastos de alojamiento, manutención y traslados internos durante visita del postulante a Alemania	0,00	4.500,00 (Aporte personal)
Divulgación de la información generada y recopilada por diversos medios (panfletos divulgativos, publicación de libros o artículos con miras a buscar la democratización del conocimiento).	3.500,00	0,00
<b>Total</b>	<b>3.500,00</b>	<b>6.000,00</b>

## E. Literatura citada

- Alfaro-Solís, JD; Montoya-Arroyo, A; Jiménez, VM; Arnáez-Serrano, E; Pérez, J; Vetter, W; Frank, J; Lewandowski, I. 2020. *Acrocomia aculeata* fruits from three regions in Costa Rica: an assessment of biometric parameters, oil content and oil fatty acid composition to evaluate industrial potential. *Agroforestry Systems* 94(5):1913-1927. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10457-020-00511-8>.
- Béné, C. 2020. Resilience of local food systems and links to food security – A review of some important concepts in the context of COVID-19 and other shocks. *Food Security* 12(4):805-822. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01076-1>.
- Biesalski, HK; Tinz, J. 2018. Micronutrients in the life cycle: Requirements and sufficient supply. *NFS Journal* 11:1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2018.03.001>.
- Blair, MW. 2013. Mineral biofortification strategies for food staples: The example of common bean. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61(35):8287-8294. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf400774y>.
- Bonilla-Soto, AI. 2016. Fortificación de alimentos en Centroamérica y el Caribe. Ciudad de Guatemala, Guatemala, ILSI. 53 p.
- Bouis, HE; Saltzman, A. 2017. Improving nutrition through biofortification: A review of evidence from HarvestPlus, 2003 through 2016. *Global Food Security* 12:49-58. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.009>.
- Cáceres, A; Martínez-Arévalo, V; Mérida-Reyes, MS; Sacbajá, A; López, A; Cruz, SM. 2019. Contenido de oligoelementos y factores antinutricionales de hojas comestibles nativas de Mesoamérica. *Ciencia, Tecnología y Salud* 6(2):132-148.
- Carmona Silva, JL; Paredes Sánchez, JA; Pérez Sánchez, A. 2017. La Escala Latinoamericana y del Caribe sobre Seguridad Alimentaria (ELCSA): Una herramienta confiable para medir la carencia por acceso a la alimentación. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas* 6(11):1-22. DOI: <https://doi.org/10.23913/ricsh.v6i11.118>.
- Chacón-Ordóñez, T; Schweiggert, RM; Bosity-Westphal, A; Jiménez, VM; Carle, R; Esquivel, P. 2017. Carotenoids and carotenoid esters of orange- and yellow-fleshed mamey sapote (*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn) fruit and their post-prandial absorption in humans. *Food Chemistry* 221:673-682. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.120>.
- Devereux, S; Béné, C; Hoddinott, J. 2020. Conceptualising COVID-19's impacts on household food security. *Food Security* 12(4):769-772. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-020-01085-0>.

- Ebert, AW. 2014. Potential of underutilized traditional vegetables and legume crops to contribute to food and nutritional security, income and more sustainable production systems. *Sustainability* 6(1):319-335.
- Erşan, S; Berning, JC; Esquivel, P; Jiménez, VM; Carle, R; May, B; Schweiggert, R; Steingass, CB. 2020. Phytochemical and mineral composition of fruits and seeds of wild-growing *Bactris guineensis* (L.) H.E. Moore palms from Costa Rica. *Journal of Food Composition and Analysis* 94:103611. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103611>.
- FAO. 2019. Scaling-up Mesoamerica hunger free (en línea). s.l., s.e. Disponible en <https://www.fao.org/partnerships/south-south-cooperation/stories/en/>.
- Galicia, L; Grajeda, R; López de Romaña, D. 2016. Nutrition situation in Latin America and the Caribbean: current scenario, past trends, and data gaps. *Revista Panamericana de Salud Pública* 40:104-113.
- Galluzzi, G; López Noriega, I. 2014. Conservation and use of genetic resources of underutilized crops in the Americas—a continental analysis. *Sustainability* 6(2):980-1017.
- Harvey, CA; Komar, O; Chazdon, R; Ferguson, BG; Finegan, B; Griffith, DM; Martínez-Ramos, M; Morales, H; Nigh, R; Soto-Pinto, L; van Breugel, M; Wishnie, M. 2008. Integrating agricultural landscapes with biodiversity conservation in the Mesoamerican hotspot. *Conservation Biology* 22(1):8-15. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2007.00863.x>.
- Humboldt, A de. 1986. *Cartas americanas*. s.l., Biblioteca Ayacucho. 308 p.
- Hunter, D; Borelli, T; Beltrame, DMO; Oliveira, CNS; Coradin, L; Wasike, VW; Wasilwa, L; Mwai, J; Manjella, A; Samarasinghe, GWL; Madhujith, T; Nadeeshani, HVH; Tan, A; Ay, ST; Güzelsoy, N; Lauridsen, N; Gee, E; Tartanac, F. 2019. The potential of neglected and underutilized species for improving diets and nutrition. *Planta* 250(3):709-729. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03169-4>.
- Írías-Mata, A; Jiménez, VM; Steingass, CB; Schweiggert, RM; Carle, R; Esquivel, P. 2018. Carotenoids and xanthophyll esters of yellow and red nance fruits (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) from Costa Rica. *Food Research International* 111:708-714. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.05.063>.
- Jha, AB; Warkentin, TD. 2020. Biofortification of pulse crops: Status and future perspectives. *Plants* 9(1):73.
- Jiménez, OR. 2020. La seguridad alimentaria en el contexto de la pandemia. *In Huete-Pérez, JA (ed.)*. Managua, Nicaragua, Academia de Ciencias de Nicaragua, (Ciencia, Técnica y Sociedad). p. 68-72.
- Laborde, D; Martin, W; Swinnen, J; Vos, R. 2020. COVID-19 risks to global food security. *Science* 369(6503):500. DOI: <https://doi.org/10.1126/science.abc4765>.

- Laviolette, L. 2018. Chapter 9 - Financing and Sustainability of Food Fortification (en línea). In *Mannar, MG; Hurrell, RF (eds.)*. s.l., Academic Press. p. 93-99 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802861-2.00009-2>.
- Lieb, VM; Schex, R; Esquivel, P; Jiménez, VM; Schmarr, H-G; Carle, R; Steingass, CB. 2019. Fatty acids and triacylglycerols in the mesocarp and kernel oils of maturing Costa Rican *Acrocomia aculeata* fruits. *NFS Journal* 14-15:6-13. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2019.02.002>.
- Martínez-Reyes, HC; Sánchez-Ruiz, G. 2020. Integración y desarrollo de Mesoamérica. *InterNaciones* 6(19):179-220.
- Martorell, R; López de Romaña, D. 2017. Components of successful staple food fortification programs: lessons from Latin America. *Food and Nutrition Bulletin* 38(3):384-404. DOI: <https://doi.org/10.1177/0379572117707890>.
- Mayes, S; Massawe, FJ; Alderson, PG; Roberts, JA; Azam-Ali, SN; Hermann, M. 2011. The potential for underutilized crops to improve security of food production. *Journal of Experimental Botany* 63(3):1075-1079. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/err396>.
- Molina, M; Noguera, A; Dary, O; Chew, F; Valverde, C. 1993. Principales deficiencias de micronutrientes en Centroamérica. Estrategias del INCAP para su control. *Food and Nutrition A* 7:26-33.
- Montagnini, F. 2006. Homegardens of Mesoamerica: biodiversity, food security, and nutrient management. In *Kumar, BM; Nair, PKR (eds.)*. Dordrecht, Springer, vol.3, (Advances in Forestry). p. 61-84.
- Montoya-Arroyo, A; Alfaro-Solís, JD; Esquivel, P; Jiménez, VM; Frank, J. 2021. Vitamin E profiles in *Acrocomia aculeata* from three regions in Costa Rica. *Journal of Food Composition and Analysis* 100:103936. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103936>.
- Mustafa, MA; Mayes, S; Massawe, F. 2019. Crop diversification through a wider use of underutilised crops: A strategy to ensure food and nutrition security in the face of climate change (en línea). In *Sarkar, A; Sensarma, SR; vanLoon, GW (eds.)*. Cham, Springer International Publishing. p. 125-149 DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-77878-5\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-77878-5_7).
- Myers, N; Mittermeier, RA; Mittermeier, CG; da Fonseca, GAB; Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403(6772):853-858. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>.
- Osendarp, SJM; Martinez, H; Garrett, GS; Neufeld, LM; De-Regil, LM; Vossenaar, M; Darnton-Hill, I. 2018. Large-scale food fortification and biofortification in low- and middle-income countries: A review of programs, trends, challenges, and evidence gaps. *Food and Nutrition Bulletin* 39(2):315-331. DOI: <https://doi.org/10.1177/0379572118774229>.



- Ruz, M; Solomons, NW. 2019. A vision for nutritional research for the Latin American region. *Food and Nutrition Bulletin* 40(1):14-25. DOI: <https://doi.org/10.1177/0379572119832780>.
- Schex, R; Lieb, VM; Jiménez, VM; Esquivel, P; Schweiggert, RM; Carle, R; Steingass, CB. 2018. HPLC-DAD-APCI/ESI-MS<sup>n</sup> analysis of carotenoids and  $\alpha$ -tocopherol in Costa Rican *Acrocomia aculeata* fruits of varying maturity stages. *Food Research International* 105:645-653. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.041>.
- Schweiggert, RM; Vargas, E; Conrad, J; Hempel, J; Gras, CC; Ziegler, JU; Mayer, A; Jiménez, V; Esquivel, P; Carle, R. 2016. Carotenoids, carotenoid esters, and anthocyanins of yellow-, orange-, and red-peeled cashew apples (*Anacardium occidentale* L.). *Food Chemistry* 200:274-282.
- Thomas, E; Ramírez, M; van Zonneveld, M; van Etten, J; Alcázar, C; Beltrán, M; Libreros, D; Pinzón, S; Solano, W; Galluzzi, G. 2016. An assessment of the conservation status of Mesoamerican crop species and their wild relatives in light of climate change. In *Maxted, N; Ehsan Dulloo, M; Ford-Lloyd, BV (eds.)*. Oxfordshire, UK, CAB International. p. 248-270.
- Wulf, A. 2016. *La invención de la naturaleza - El nuevo mundo de Alexander von Humboldt*. Barcelona, España, Taurus. 578 p.
- Zsögön, A; Peres, LEP; Xiao, Y; Yan, J; Fernie, AR. 2022. Enhancing crop diversity for food security in the face of climate uncertainty. *The Plant Journal* 109(2):402-414. DOI: <https://doi.org/10.1111/tpj.15626>.