

2. Justificación del máster, con argumentación de su interés académico, científico o profesional.

El Máster Universitario Erasmus Mundus en mejora genética vegetal / Erasmus Mundus master degree in plant breeding (emPLANT) es el fruto de varios años de trabajo preparatorio. Así el máster lo ofrece un consorcio de universidades europeas líderes en el campo del mejoramiento vegetal, biología vegetal, tecnología de semillas y está avalado por la concesión por parte de la Unión Europea de una ayuda EMJMD- Erasmus Mundus master program in Plant Breeding (número de Proyecto 586618-EPP-1-2017-1-FR-EPPKA1-JMD-MOB).

El objetivo de emPLANT es remediar a la falta de mejoradores de plantas altamente cualificados a nivel de maestría con un programa de capacitación que combina: ciencia (agronomía, técnicas de mejoramiento convencional, genética, cultivo *in vitro*, biotecnología, bioinformática y análisis big data), gestión (gestión de proyectos, contabilidad), derecho (derechos de propiedad intelectual), competencia intercultural y competencias lingüísticas. El interés académico, científico y profesional se sustenta en varios factores que se describen a continuación:

- Importancia de la mejora genética vegetal en el contexto de la agricultura actual y cambio climático

Como señala el Joint Research Centre (JRC), "la innovación en el mejoramiento de las plantas es necesaria para enfrentar los desafíos de los cambios globales como el crecimiento demográfico y el cambio climático" (Lusser et al. 2011). Noleppa (2016) confirmó esta tesis con un reciente informe sobre "el valor económico, social y medioambiental del fitomejoramiento en la Unión Europea". El estudio muestra que la innovación en el mejoramiento de plantas en los últimos 15 años ha aumentado la productividad en la agricultura de la UE en un 74%. Además, el estudio revela que en el campo de los cultivos herbáceos se han evitado 3,4 billones de toneladas de emisiones directas de CO₂, se han ahorrado 55 mil millones m³ de agua, se han creado aproximadamente 70.000 empleos y hasta el 30% de los ingresos anuales de un agricultor de la UE se generan por mejoramiento de plantas. Esto muestra la contribución significativa de la mejora vegetal para lograr la seguridad alimentaria y nutricional, y los objetivos del cambio climático en Europa y el mundo. Como recordatorio, en menos de 25 años se espera que la población mundial aumente a 9 mil millones personas y la producción agrícola tendrá que aumentar en un 70% para asegurar los alimentos suministrados (FAO).

- Alta demanda de mejoradores de plantas

El desarrollo y la liberación de nuevas variedades, junto con las actividades asociadas, es uno de los campos de la tecnología con mayor proyección y demanda previsible en el futuro. El mercado de semillas y otros materiales de propagación es uno de los más dinámicos; el valor anual de la producción de semillas comerciales en todo el mundo alcanza €30 mil millones (Ragonnaud, 2013). Se estima que el fitomejoramiento ha generado incrementos del 60% en la productividad de las plantas cultivadas (Bradshaw, 2016). En la actualidad, con la integración de nuevas herramientas de biotecnología, el potencial de esta disciplina se ha multiplicado. A nivel mundial, más de 80 millones hectáreas ya están cultivadas con variedades obtenidas por la combinación de la mejora convencional con técnicas biotecnológicas, y en algunos cultivos, como la soja, más del 80% de la superficie mundial se basa en nuevos cultivares (ISAAA, 2016).

Europa es el principal exportador mundial de semillas. La industria de la semilla en Europa tiene una facturación de aproximadamente 6.800 millones de euros (39% cereales y

legumbres, 26% maíz, 14% semilla de patata, 11% hortícola), y cubre un total de 7.200 empresas de diferentes tamaños. En la UE, 50.000 personas trabajan en el sector de las semillas, de las cuales una cuarta parte está dedicada a la mejora y la investigación.

En los Estados Unidos, recientemente la Coalición para una Fuerza de Trabajo Agrícola Sostenible llevó a cabo una encuesta entre sus empresas miembros (Bayer Crop Science, Dow agro Sciences, DuPont Pioneer Hi-críed, DuPont Crop Protection, Monsanto, Syngenta) para comprender mejor sus necesidades proyectadas a corto plazo para la contratación de científicos agrícolas domésticos. Las respuestas de las seis compañías más grandes de las ciencias de la vida demuestran que esperan contratar a más de 1.000 empleados a tiempo completo en el plazo de dos años, representando el 13% de su mano de obra científica agrícola actual. El mayor número de científicos agrícolas a contratar (84% del total) son de las disciplinas de agronomía, mejoramiento de plantas/genética y protección de plantas. Todos los encuestados anticipan los desafíos para encontrar candidatos calificados.

El centro de mejoramiento de plantas de Illinois analiza la demanda de mejoradores de plantas en los próximos años (http://plantbreeding.Illinois.edu/Why_Choose_A_Career_In_Plant_Breeding.html):

actualmente hay aproximadamente 2200 mejoradores de plantas en los Estados Unidos. Se espera que el 50% de ellos se jubilen en los próximos 10-15 años. Sobre la base de una tasa prevista del 15% de crecimiento del empleo en la industria de las semillas, pueden ser necesarios 1.430 nuevos graduados con un MSC o PhD en mejoramiento de plantas en los próximos 10 años. Esto es ~ 140 por año. Menos de 70 de los estudiantes de PhD/MSc son entrenados por las 8 instituciones primarias de los Estados Unidos que contribuyen a este grupo. En Europa (Estados miembros de la UE 15) el número de empleados en el sector de las semillas privadas asciende a 30.000, de los cuales 5.000 son mejoradores de plantas en más de 600 estaciones de mejora (JRC Plant Breeding for EU-based Economy, 2013). Se puede estimar que la oferta actual de mejoradores de plantas es inferior al 50% de la demanda.

También cabe destacar que el desarrollo y crecimiento de este sector no sólo se produce en Europa y en otros países desarrollados, sino que hay un crecimiento significativo del sector en los países en desarrollo, donde el uso de semillas mejoradas se está convirtiendo en una práctica común. Además, también existe una importante demanda de expertos en mejoramiento de plantas en organismos de certificación, como la UPOV, estaciones experimentales y centros públicos de investigación, desarrollo e innovación y conservación de centros de diversidad agrícola dedicados a la mejoramiento y selección de material vegetal. Es por ello que, a nivel mundial, el sector de la mejora de plantas necesita especialistas con un alto grado de formación que conozcan y puedan combinar y aplicar las metodologías derivadas de las técnicas convencionales con las de las nuevas biotecnologías (marcadores moleculares, en cultivo de vitro, transformación genética, etc.) para el desarrollo de nuevas variedades

- Falta de líderes de proyectos de mejora de plantas calificados

Europa cuenta con excelentes universidades y centros de investigación en el campo de la mejora de plantas. A pesar de ello, las empresas de mejora de plantas a veces no encuentran candidatos idóneos con sólidas competencias:

"Las empresas de suministros agrícolas dependen cada vez más de una fuerza de trabajo multidisciplinaria y altamente capacitada, y tienen una clara necesidad de más empleados con nivel de maestría o doctorado en los próximos 5-10 años. Pero si bien existe una creciente necesidad de desarrollar e implementar técnicas basadas en los nuevos desarrollos de la biología, la experiencia práctica sigue siendo una habilidad clave necesaria para traer nuevas y mejor adaptadas variedades de plantas al mercado. El enorme potencial ofrecido por la investigación, la educación y la formación en nuevas áreas de la biología vegetal, debe

ser equilibrado por la adquisición de habilidades en áreas tan fundamentales como la fisiología vegetal, la mejora, la citología y la bioquímica". Educating and Training the next Generation - An Education Action Plan to 2020, The European Technology Platform (ETP) "Plants for the Future".

La ETP "plantas para el futuro" ha llevado a cabo tres consultas entre sus miembros identificando las áreas con habilidades difíciles de encontrar. Las habilidades importantes que no se pueden encontrar suficientemente entre los candidatos son: Estadística, genética, mejoramiento de plantas, bioinformática, análisis de datos, Agronomía (nutrición vegetal, Ciencias del suelo, Fitopatología, gestión de semillas), bioquímica, derechos de propiedad de la propiedad intelectual, genética molecular, biología celular, ensayos de campo, especialistas en marcadores, comunicación, gestión/negocios, etc.

El mejorador de plantas de hoy (y de mañana) necesita dominar conceptos de mejora clásica y molecular moderna. Además de tener conocimientos prácticos sobre el crecimiento de las plantas, comprender su biología reproductiva y conocer las posibilidades y limitaciones de la reproducción/selección, necesita tener habilidades en biología molecular, bioinformática, gestión y estadística avanzada.

- Falta de programas educativos integrales de mejoramiento de plantas a nivel de Máster y doctorado

El sector de la educación en el mejoramiento de plantas está pasando por cambios profundos. Muchos programas educativos se centran sólo en el lado de la biotecnología de la mejora de plantas y muchos sólo en el lado tradicional de la agronomía. Raras veces se incluyen las nuevas tecnologías, como el análisis de datos 'big data' y la gestión de proyectos mencionados por la ETP. Se ha llevado a cabo una comparación de 181 programas educativos sobre el nivel de maestría en mejoramiento de plantas y campos asociados (producción/ciencia de cultivos/plantas, producción de plantas, genética, biotecnología vegetal) en el mundo la cual se puede acceder en: <http://bit.ly/2IKbA5U>. La Universidad de California, Davis y Wageningen UR ofrecen una formación profesional de alta calidad en el mejoramiento de plantas a través de la Academia Europea de Mejoramiento de Plantas y cursos en línea para profesionales de media carrera que desean especializarse en el mejoramiento de plantas. Sin embargo, hay una amplia brecha de mano de obra suficientemente cualificada en el nivel de maestría y doctorado.

Los programas de mejora genética vegetal (MSc y PhD) ofertados nacional e internacionalmente son:

- Norte América: Cornell, University of Illinois at Urbana Champaign, Ohio State University, Iowa State University, Michigan State University, University of Georgia, Washington State University, University of Missouri, etc.
- Europa: University of Nottingham, University of Leeds, University of East Anglia, Aberystwyth University, Université Pierre et Marie Curie, Montpellier SupAgro, University of Hannover, Szent Istvan University, Universitat of Lleida y Universidad de Zaragoza, University of Hohenheim, Poznan University of Life Sciences, Universitat Politècnica de València
- América latina: University of Sao Paulo-ESALQ, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) (Mexico), UNALM Universidad Nacional Agraria La Molina (Peru), Universidad Nacional Rosario (Argentina), Universidade Estadual Paulista, Universidade Federal rural de Pernambuco, Universidade Federal de Goias
- Asia y Oceania, China Agricultural University, Chiba University, University of Western Australia, Massey University, Kasetsart University, Faisalabad University

(collaboration with University of California).

La red Nova de universidades nórdicas ofrece regularmente cursos de maestría y doctorado en temas relacionados con la mejora de plantas de muy alta calidad para crear sinergias <https://www.nmbu.no/en/Students/Nova>. Sin embargo, no existe un programa continuo completo sobre mejoramiento de plantas en el nivel Nova, la prueba es la participación de SLU y UH en emPLANT.

El Máster Internacional en Ciencias Hortícolas integrado por la Universidad de Bolonia, UNIBO Bologna, TUM Munich, BKU Vienna, COR Budapest, SUPAGRO Montpellier, AGROCAMPUS Anger, HUB Berlin, FUB Bolzano se centró más ampliamente en el control y la optimización de sistemas hortícolas y producción sostenible de frutos. Esta iniciativa proporcionó un título conjunto en 2013/14 y 2014/15 pero dejó de existir y ahora sólo se organiza entre la Universidad de Bolonia y FUB Bolzano para asegurar una "organización más eficiente".

Entre todos los programas enumerados, sólo el Máster en la Universidad de Illinois en Urbana Champaign ofrece el enfoque multidisciplinario de las técnicas tradicionales y biotecnológicas, los vínculos con la gestión y las nuevas tecnologías (bioinformática, gestión de datos, etc.) que se requiere para los futuros graduados de MSC/PhD para obtener una comprensión holística y estratégica de los proyectos de mejoramiento complejos. El valor añadido de emPLANT con respecto a la Universidad de Illinois es la dimensión internacional, la integración de los socios participantes y que se trata de un programa de maestría a nivel europeo. La riqueza de conocimientos y experiencia en los campos de mejoramiento vegetal, biología vegetal, tecnología de semillas, biotecnología de emPLANT a través de las universidades participantes es única en el mundo.

- Programa innovador con actividades de alto nivel formativo

emPLANT es un Máster de dos años de excelencia en el campo de la mejora de plantas y se compone de los siguientes elementos:

- Una semana de integración conjunta de todos los estudiantes.
- El primer año de estudios en LAS o SLU, donde se estudiarán los aspectos fundamentales de la mejora genética y la gestión de proyectos.
- Prácticas en empresas del sector
- Campus de verano común, donde todos los estudiantes se unirán en una semana de integración práctica en el sector de la producción de semillas.
- El segundo año de estudios en UH, UPV o EgeU donde se especializarán en algún campo de mejora genética vegetal.
- Cursos transversales de derechos de la propiedad intelectual, big data y bioinformática.
- El último semestre se dedicará a la Tesis de Máster (30 ECTS). La Tesis de Máster es un elemento clave del programa emPLANT, para proporcionar a los estudiantes conocimientos científicos aplicados en el ámbito de la mejora vegetal y contribuir al desarrollo de habilidades en la búsqueda de bibliografía y documentación de gestión, realización de presentaciones orales, escritura científica.
- La conferencia y ceremonia final.

- Valor añadido del consorcio de Universidades

Como se señaló en el comunicado de Bucarest en 2012, los Ministros acordaron centrarse en

tres objetivos principales para hacer frente al estancamiento económico: proporcionar educación superior a más estudiantes, equipar mejor a los estudiantes con habilidades empleables y aumentar la movilidad estudiantil. El Máster Erasmus Mundus en mejora genética vegetal contribuye al logro de los tres objetivos. Al unir sus fuerzas, el consorcio emPLANT atraerá a más estudiantes a la educación superior en el campo del mejoramiento de plantas, el currículo académico está diseñado para capacitar a los estudiantes con habilidades y competencias para el mercado de trabajo y la movilidad de los estudiantes es obligatoria y no habría sido en caso de que los 5 programas principales siguieran siendo independientes. La calidad académica de emPLANT y la etiqueta Erasmus Mundus contribuirán a crear un faro europeo en el mejoramiento de plantas a nivel internacional.