



Consejo Universitario

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 321 -2023-UNTRM/CU

Chachapoyas, 19 ABR 2023



VISTO:

El acuerdo de sesión extraordinaria N° XXIV de Consejo Universitario, de fecha 19 de abril de 2023; y

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, organiza su régimen de gobierno de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220, su Estatuto y Reglamentos, atendiendo a sus necesidades y características;

Que con Resolución de Asamblea Universitaria N° 001-2023-UNTRM/AU, de fecha 02 de enero de 2023, se aprueba el Estatuto de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, cuerpo normativo que consta de XXII Títulos, 178 Artículos, 04 Disposiciones Complementarias, 07 Disposiciones Transitorias, 01 Disposición Final, en 78 folios;

Que el Estatuto Universitario, establece en el "Artículo 170. Escuela de Posgrado. La Escuela de Posgrado, brinda el servicio de formar especialistas e investigadores del más alto nivel académico. Incluye una o más unidades de posgrado que proponen el otorgamiento de diplomados, el grado académico de maestro y de doctor, a nombre de la nación, y otras certificaciones, conforme a su reglamento respectivo. (...)";

Que mediante Resolución de Asamblea Universitaria N° 007-2023-UNTRM/AU, de fecha 17 de abril, resuelve en su Artículo Segundo.- CREAR los programas de estudios de Posgrado en la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, de acuerdo al siguiente detalle:

Facultad	Programa de Estudios	Grado	Denominación del grado	Modalidad	Ubicación
Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias	Genética y Mejoramiento Genético de Plantas	Maestro	Maestro en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas	Presencial	Sede Chachapoyas
	Genética y Mejoramiento Genético de Plantas	Doctor	Doctor en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas	Presencial	Sede Chachapoyas

Que con Resolución de Decanato N° 132-2023-UNTRM-FICA, de fecha 17 de abril de 2023, el Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, resuelve en el Artículo Primero.- Aprobar el Plan de Estudios del Programa de Maestría en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas, el mismo que consta de 31 (Treinta y un) folios hábiles, e integra la presente resolución;

Que mediante Resolución de Decanato N° 133-2023-UNTRM-FICA, de fecha 17 de abril de 2023, el Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, resuelve en el Artículo Primero.- Aprobar el Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas, el mismo que consta de 31 (Treinta y un) folios hábiles, e integra la presente resolución;

Que con Oficio N° 189-2023-UNTRM-FICA, de fecha 11 de abril de 2023, el Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, remite al Vicerrector Académico, los actos Resolutivos, antes citados; mencionando que dicha documentación ha sido revisada por la Oficina de Gestión de la Calidad, como acredita el expediente presentado; solicitándole la consideración del presente por el pleno del Consejo Universitario, para su ratificación;



Consejo Universitario

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

RESOLUCIÓN DE CONSEJO UNIVERSITARIO N° 321 -2023-UNTRM/CU

Que mediante Oficio N° 0374-2023-UNTRM-VRAC, de fecha 18 de abril de 2023, el Vicerrector Académico, eleva al señor Rector la Resolución de Decanato N° 132-2023-UNTRM-FICA y la Resolución de Decanato N° 133-2023-UNTRM-FICA, del Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, antes acotadas; solicitando poner a consideración del Consejo Universitario, para su ratificación;

Que asimismo, el Estatuto Universitario, prescribe en el "Artículo 30. Consejo Universitario. El Consejo Universitario es el máximo órgano de gestión, dirección y ejecución académica y administrativa de la UNTRM. (...)";

Que el Consejo Universitario en sesión extraordinaria, de fecha 19 de abril de 2023, acordó ratificar la Resolución de Decanato N° 132-2023-UNTRM-FICA y la Resolución de Decanato N° 133-2023-UNTRM-FICA, del Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la UNTRM, antes descritas;

Que estando a lo expuesto y en ejercicio de las atribuciones que la Ley Universitaria N° 30220, el Estatuto Universitario y el Reglamento de Organización y Funciones aprobado mediante Resolución Rectoral N° 022-2023-UNTRM/R y ratificado con Resolución de Consejo Universitario N° 012-2023-UNTRM/CU, le confieren al Rector en calidad de Presidente del Consejo Universitario de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, y contando con el visto bueno de la Oficina de Asesoría Jurídica;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- RATIFICAR la Resolución de Decanato N° 132-2023-UNTRM-FICA, de fecha 17 de abril de 2023, mediante la cual, el Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, resuelve lo siguiente:

Artículo Primero.- Aprobar el Plan de Estudios del Programa de Maestría en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas, el mismo que consta de 31 (Treinta y un) folios hábiles, e integra la presente resolución.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR la Resolución de Decanato N° 133-2023-UNTRM-FICA, de fecha 17 de abril de 2023, mediante la cual, el Decano (e) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, resuelve lo siguiente:

Artículo Primero.- Aprobar el Plan de Estudios del Programa de Doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas, el mismo que consta de 31 (Treinta y un) folios hábiles, e integra la presente resolución.

ARTÍCULO TERCERO.- NOTIFICAR la presente resolución a los estamentos internos de la universidad de forma y modo de Ley para conocimiento y fines.

REGÍSTRESE Y COMUNÍQUESE.

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

Jorge Luis Maicelo Quintana Ph.D.
Rector

UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS

Abg. Mag. Roger Angeles Sánchez
Secretario General

JLMQ/R
RAS/SG
Ctmv

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE MAESTRÍA EN
GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS**



CHACHAPOYAS

ABRIL 2023

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	3
2. GENERALIDADES	4
3. OBJETIVOS EDUCACIONALES DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS.....	4
4. PERFIL DE INGRESO.....	5
5. PERFIL DE EGRESO.....	5
6. COMPETENCIAS.....	5
7. MAPA CURRICULAR.....	7
8. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN CURRICULARES.....	8
9. MALLA CURRICULAR.....	11
10. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN.....	12
11. CUADRO DE NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS CURSOS.....	15
12. SUMILLAS	18



1. PRESENTACIÓN

La Maestría en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas que la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias y la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas ponen a disposición de la comunidad académica y científica del país, es un programa de especialización que pretende fortalecer, desarrollar y profundizar los conocimientos, procesos, tecnologías, experiencias y productos con relación a la ciencia del mejoramiento genético de plantas y cultivos. La universidad ha venido generando en los diversos programas de estudio de pregrado y postgrado, institutos de investigación, laboratorios especializados y eventos académicos en la que han participado sus investigadores, docentes y estudiantes, obteniendo una amplia experiencia en esta área necesaria para la agricultura y ciencias afines, que en esta oportunidad se ve plasmada en el presente plan de Estudios.

El Programa de Maestría en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas tiene como objetivo formar profesionales altamente capacitados para enfrentar los desafíos actuales y futuros en la producción agropecuaria. Está diseñado para formar profesionales altamente capacitados en las áreas de genética y mejoramiento genético de plantas, con énfasis en las líneas curriculares de Genómica Funcional y Biotecnología, Genética y Biología Evolutiva, y Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos. Los estudiantes adquieren conocimientos teóricos y prácticos en áreas como la genómica avanzada, la resistencia a enfermedades en plantas y el mejoramiento genético avanzado y desarrollo de cultivares.

Los cursos teóricos son impartidos por profesionales experimentados en el campo de la genética y el mejoramiento genético de plantas, y los seminarios permiten a los estudiantes presentar y discutir sus proyectos de investigación. El trabajo de investigación es una parte fundamental del programa de maestría y permite a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en situaciones reales. Los estudiantes de la línea curricular de Genómica Funcional y Biotecnología adquieren habilidades avanzadas en la manipulación y análisis de datos genómicos, mientras que los de la línea curricular de Genética y Biología Evolutiva exploran los procesos evolutivos que dan forma a la diversidad genética. Los estudiantes de la línea curricular de Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos se especializan en la aplicación de herramientas genéticas y estadísticas para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos.

La Maestría en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas de la UNTRM es una maestría de especialización con modalidad presencial. Al finalizar el proceso formativo la UNTRM otorgará el grado académico en Genética y Mejoramiento genético de plantas. Asimismo, este plan consta de once cursos, de los cuales diez son obligatorios, y un curso electivo, constituyendo un total de 48 créditos. Estos cursos giran alrededor de cuatro líneas de investigación curriculares bien definidas: Genómica Funcional y Biotecnología, Genética y Biología Evolutiva, Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos, y una línea de Investigación Científica. Los cursos han sido distribuidos en cuatro



semestres académicos de manera progresiva y en algunos casos de acuerdo a su complejidad, apuntando al desarrollo de competencias específicas.

2. GENERALIDADES

2.1. Fecha de aprobación del plan de estudios:

2.2. Nivel de formación:

Posgrado - Maestría

2.3. Tipo de maestría: Especialización

2.4. Cantidad de créditos:

48

2.5. Cantidad de cursos:

11

2.6. Modalidad de enseñanza

Presencial

2.7. Grado y título que otorga

Maestro en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas

2.8. Requisitos para la obtención del grado y título

- Cumplir con igual o mayor de 14/20 en todos los cursos y los 48 créditos estipulados en este plan de estudio.
- Defender satisfactoriamente el proyecto de tesis.
- Acreditar idioma extranjero en un nivel intermedio.



3. OBJETIVOS EDUCACIONALES DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS

Acorde a la misión, visión, objetivos estratégicos y modelo educativo de la UNTRM, la Maestría en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas tiene los siguientes objetivos educativos:

3.1 Objetivo general

Formar profesionales especializados en el manejo y desarrollo de estrategias, metodologías, técnicas y uso adecuado de instrumentos para el desarrollo de procesos de análisis genético para su implementación en programas de mejoramiento genético de plantas y cultivos, con especial énfasis en cultivos importantes y representativos de la región nororiental del Perú que contribuyan al desarrollo integral y sustentable de la agricultura y el bienestar de la población.

3.2 Objetivos específicos

- Formar profesionales especializados en el conocimiento y manejo de los procesos e instrumentos para identificar y describir las funciones e interacciones entre genes y/o proteínas que intervienen en la conformación del fenotipo y las capacidades vitales de las especies vegetales.

- Consolidar y profundizar las habilidades de investigación y análisis de los profesionales del agro que les permitan identificar y reconstruir los cambios ocurridos en el proceso evolutivo de las especies vegetales para determinar la variabilidad, distribución y frecuencia genética de individuos y poblaciones, y tomar decisiones hacia un programa de mejoramiento genético en cultivos.
- Lograr profesionales con capacidad para evaluar y medir las características poligénicas y cuantitativas de genes que influyen fenotipos y características de interés en las especies cultivables más importantes y representativas de la región nororiental, y su interacción con el medio ambiente.

4. PERFIL DE INGRESO

Los candidatos para participar en la Maestría en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas deberán ser profesionales de las carreras de Ingeniería Agrónoma, Agrícola, Forestal, Biotecnología, Biología o carreras afines. Cuando el grado no corresponda a estas carreras, el candidato deberá tomar cursos de nivelación que el estudiante debe aprobar previamente. Estos cursos serán coordinados al momento de la aceptación del ingreso al programa. Además, el candidato deberá tener un dominio de nivel básico de una lengua extranjera u original peruana. El candidato debe haber participado en proyectos de investigación.

5. PERFIL DE EGRESO

El maestro en Genética y Mejoramiento genético de plantas estará especializado en el manejo y desarrollo de estrategias, metodologías, recursos, técnicas e instrumentos para el desarrollo de procesos de análisis e investigación genética para implementarlos en programas de genética y mejoramiento de plantas y cultivos, haciendo uso de un pensamiento crítico con especial énfasis en el uso responsable de los recursos genéticos y su conservación, y utilizando plataformas tecnológicas y bancos de datos biotecnológicos existentes o por generar.

6. COMPETENCIAS

6.1. Competencia genérica

Conocer, interpretar y aplicar conocimientos en Genómica, Biotecnología y Genética para el desarrollo e implementación de prácticas y técnicas en el mejoramiento genético de cultivos, y ser capaz de transmitir dichas prácticas y técnicas a estudiantes y expertos a través de publicaciones científicas, demostraciones y charlas magistrales.



6.2. Competencias específicas

- **Línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología"**

Dotar de conceptos, principios y aplicaciones de la genómica funcional y biotecnología para el fortalecimiento de capacidades en el estudio de la función de ácidos nucleicos, genes, proteínas a través de la presentación de clases magistrales, discusión de artículos científicos de alto impacto y desarrollo de sesiones prácticas en laboratorios especializados existentes.

- **Línea curricular "Genética y Biología Evolutiva"**

Fortalecer los conocimientos en genética y biología evolutiva para lograr entender la genética vegetal, así como los procesos y patrones evolutivos de los cultivos y sus parientes silvestres, a través de la presentación de clases magistrales, discusión de artículos científicos de alto impacto y estudios de caso.

- **Línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos"**

Brindar los conceptos, metodologías y aplicaciones en genética cuantitativa y mejoramiento genético de los cultivos para diseñar y desarrollar iniciativas eficientes en la mejora genética de los cultivos, a través de la presentación de clases magistrales, discusión de artículos científicos de alto impacto y estudios de caso.

- **Línea curricular de investigación**

Ser capaz de llevar a cabo investigaciones científicas rigurosas en el campo de la genética y el mejoramiento genético de plantas, desde la formulación de preguntas de investigación relevantes y la elaboración de diseños experimentales adecuados, hasta la recolección, análisis e interpretación de datos de manera rigurosa y confiable, y la presentación de resultados claros y precisos en forma de tesis, aplicando normas éticas y de integridad científica y trabajando de manera autónoma y en equipo.



7. MAPA CURRICULAR

MAPA CURRICULAR DE MAESTRÍA EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS					
LÍNEA CURRICULAR DE INVESTIGACIÓN	CICLOS				COMPETENCIA ESPECÍFICA
	I	II	III	IV	
Genómica funcional y biotecnología	Genética molecular (4 créd.)	Base de datos y análisis bioinformático (4 créd.)			Dotar de conceptos, principios y aplicaciones de la genómica funcional y biotecnología para el fortalecimiento de capacidades en el estudio de la función de ácidos nucleicos, genes, proteínas a través de la presentación de clases magistrales, discusión de artículos científicos de alto impacto y desarrollo de sesiones prácticas en laboratorios especializados existentes.
Genética y biología evolutiva	Recursos genéticos de cultivos (4 créd.)	Biotecnología aplicada al mejoramiento genético (4 créd.)	Electivo I (2 créd.)		Fortalecer los conocimientos en genética y biología evolutiva para lograr entender la genética vegetal así como los procesos y patrones evolutivos de los cultivos y sus parientes silvestres, a través de la presentación de clases magistrales, discusión de artículos científicos de alto impacto y estudios de caso.
Genética cuantitativa y mejoramiento genético de cultivos	Estadística y análisis multivariado (4 créd.)	Genética cuantitativa (4 créd.)			Brindar los conceptos, metodologías y aplicaciones en genética cuantitativa y mejoramiento genético de los cultivos para diseñar y desarrollar iniciativas eficientes en la mejora genética de los cultivos, a través de la presentación de clases magistrales,



MAPA CURRICULAR DE MAESTRÍA EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS					
LÍNEA CURRICULAR DE INVESTIGACIÓN	CICLOS				COMPETENCIA ESPECÍFICA
	I	II	III	IV	
					discusión de artículos científicos de alto impacto y estudios de caso.
Investigación científica	Metodología de la investigación en genética y mejoramiento de cultivos (4 créd.)	Tesis I (6 créd.)	TESIS II 6 (créd.)	TESIS III 6 (créd.)	<p>Ser capaz de llevar a cabo investigaciones científicas rigurosas en el campo de la genética y el mejoramiento genético de plantas, desde la formulación de preguntas de investigación relevantes y la elaboración de diseños experimentales adecuados, hasta la recolección, análisis e interpretación de datos de manera rigurosa y confiable, y la presentación de resultados claros y precisos en forma de tesis, aplicando normas éticas y de integridad científica y trabajando de manera autónoma y en equipo.</p>
Total créditos	16	18	8	6	48

8. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN CURRICULARES

- Línea curricular "Genómica Funcional y Genómica"

La línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología" está enfocada en brindar a los estudiantes una comprensión profunda de los conceptos fundamentales y herramientas aplicadas en la genómica funcional y la biotecnología. El objetivo principal de esta línea curricular es formar profesionales altamente capacitados en el diseño y análisis genómicos, así como en el desarrollo y aplicación de técnicas de biotecnología para mejorar la calidad y productividad de plantas cultivadas. Esta línea curricular comienza con cursos introductorios en biología molecular y genética, que sientan las bases para una comprensión sólida de la genómica funcional. A partir de allí, los cursos avanzados cubren una amplia



gama de temas, incluyendo secuenciación de nueva generación, análisis de datos genómicos, herramientas de edición de genes y biotecnología vegetal. Los estudiantes también tendrán la oportunidad de desarrollar sus proyectos de investigación en genómica funcional y biotecnología, y podrán aplicar los conocimientos adquiridos en la línea curricular en situaciones prácticas. Se espera que los estudiantes desarrollen habilidades avanzadas en el análisis de datos genómicos y la aplicación de técnicas de biotecnología para el mejoramiento genético de plantas. Al completar la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología", los estudiantes estarán preparados para trabajar en una amplia variedad de campos relacionados con la genómica funcional y biotecnología de plantas, como la investigación básica y aplicada, el desarrollo de variedades de plantas mejoradas y la industria de la biotecnología vegetal.

- **Línea curricular "Genética y Biología Evolutiva"**

La línea curricular "Genética y Biología Evolutiva" tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión en profundidad de los principios y mecanismos de la genética y biología evolutiva, y cómo estos están relacionados con la diversidad biológica, sobre todo en los cultivos más importantes en Perú. Esta línea curricular se centra en la teoría y la práctica de la genética de poblaciones y la evolución molecular, así como en su aplicación en la mejora de plantas. Los estudiantes en esta línea curricular tomarán cursos introductorios en genética y biología molecular, así como en evolución. A partir de allí, se avanzará a cursos más especializados en genética de poblaciones y evolución molecular, donde se discutirán los mecanismos que dan forma a la diversidad genética de las poblaciones y la evolución de los rasgos a lo largo del tiempo. Los estudiantes también tendrán la oportunidad de desarrollar sus proyectos de investigación en donde podrán aplicar los principios de la genética y biología evolutiva en la mejora de plantas. Esto incluirá la identificación de los rasgos deseables, la selección de poblaciones adecuadas y la aplicación de técnicas de mejoramiento para aumentar la variabilidad genética. Al completar la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva", los estudiantes estarán preparados para trabajar en una amplia variedad de campos relacionados con la genética y biología evolutiva de las plantas, como la investigación básica y aplicada, el desarrollo de variedades de plantas mejoradas y la conservación de la diversidad biológica.

- **Línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos"**

La línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos" tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión en profundidad de los principios y técnicas de la genética cuantitativa y su aplicación en el mejoramiento genético de los cultivos. Los estudiantes adquirirán habilidades en la evaluación y selección de plantas para características importantes, así como en la aplicación de métodos estadísticos para el análisis de



datos genéticos. Los estudiantes en esta línea curricular tomarán cursos introductorios en genética y biología molecular, así como en estadística y análisis de datos. A partir de allí, se avanzará a cursos más especializados en genética cuantitativa, donde se discutirán los fundamentos teóricos y prácticos del análisis de datos genéticos y la selección de caracteres importantes para el mejoramiento de los cultivos. Los estudiantes también tendrán la oportunidad de trabajar en proyectos de investigación que apliquen los principios de la genética cuantitativa en el mejoramiento genético de los cultivos. Esto incluirá la identificación de los rasgos deseables, la selección de poblaciones adecuadas y la aplicación de técnicas de mejoramiento para aumentar la variabilidad genética. Al completar la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos", los estudiantes estarán preparados para trabajar en una amplia variedad de campos relacionados con el mejoramiento genético de los cultivos, como la investigación básica y aplicada, el desarrollo de variedades de plantas mejoradas y la industria agrícola.

- **Línea curricular "Investigación Científica"**

Esta línea tiene como objetivo principal desarrollar habilidades y conocimientos en los estudiantes para llevar a cabo investigaciones científicas en el campo de la genética y el mejoramiento genético de plantas. A través de los cursos, los estudiantes adquirirán habilidades en la elaboración de proyectos de investigación, la recolección y análisis de datos, la presentación de resultados y la redacción de tesis. Además, tendrán la oportunidad de aplicar estos conocimientos en la realización de su propia investigación y tesis, lo que les permitirá profundizar en un tema específico dentro de la genética y el mejoramiento genético de plantas. En resumen, la línea curricular de "Investigación Científica" brinda a los estudiantes las herramientas necesarias para realizar investigaciones rigurosas y contribuir al avance del conocimiento en este campo.





9. MALLA CURRICULAR

De acuerdo a los cursos que deberá llevar el maestrante durante los cuatro ciclos que dura la maestría se ha elaborado el siguiente diseño curricular.

DISEÑO CURRICULAR DE LA MAESTRÍA EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS										
Ciclo	Asignatura	Tipo de Curso	Créditos			Horas semanales		Horas semestrales		Horas Totales
			Créditos	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	
I	Genética Molecular	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
I	Recursos Genéticos de Cultivos	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
I	Estadística y Análisis Multivariado	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
I	Metodología de nla investigación en genética y mejoramiento genético de cultivos	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
II	Base de Datos y Análisis Bioinformático	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
II	Biología Aplicada al Mejoramiento Genético	Obligatorio	4	2	2	3	2	48	32	80
II	Genética Cuantitativa	Obligatorio	4	2	2	3	2	48	32	80
II	Tesis I	Obligatorio	6	1	5	1	10	16	160	176
III	Evolución y Filogenia	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Fisiología Molecular de Plantas	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Citogenética	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Tópicos en biotecnología de plantas	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Fenotipaje de alto rendimiento	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Genómica, cromatina y epigenética	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48

DISEÑO CURRICULAR DE LA MAESTRÍA EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS										
Ciclo	Asignatura	Tipo de Curso	Créditos			Horas semanales		Horas semestrales		Horas Totales
			Créditos	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	
III	Teoría de la selección	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Genética de poblaciones	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Genética y genómica avanzada de los cultivos	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Resistencia a enfermedades en plantas	Electivo	2	2	0	2	0	32	0	32
III	Resistencia a insectos dañinos en plantas	Electivo	2	2	0	2	0	32	0	32
III	Mejoramiento genético avanzado y desarrollo de cultivares	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Técnicas Avanzadas de Análisis Instrumental	Electivo	2	1	1	2	1	32	16	48
III	Tesis II	Obligatorio	6	1	5	1	10	16	160	176
IV	Tesis III	Obligatorio	6	1	5	1	10	16	160	176

10. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

Línea de curricular "Genómica Funcional y Biotecnología"

- Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:
 - Enfatique la importancia de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías en la genómica funcional y la biotecnología.
 - Utilice herramientas bioinformáticas y software especializado en la enseñanza para ayudar a los estudiantes a comprender mejor la complejidad de los datos de secuenciación genómica y su interpretación.
 - Fomente la participación de los estudiantes en proyectos de investigación utilizando técnicas de biología molecular y la



genómica funcional para desarrollar nuevas aplicaciones biotecnológicas.

- Proporcione a los estudiantes información actualizada sobre las políticas y regulaciones relacionadas con la biotecnología y la genómica funcional.
- **Lineamientos de Evaluación:**
 - Evalúe el dominio de los estudiantes en la genómica funcional y la biotecnología, incluyendo la comprensión de técnicas de biología molecular, los principios de la genómica funcional, la secuenciación de nueva generación y la interpretación de datos de secuenciación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para desarrollar nuevas aplicaciones biotecnológicas a través de la participación en proyectos de investigación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente los impactos sociales y ambientales de la biotecnología y la genómica funcional.

Línea curricular “Genética y Biología Evolutiva”

- **Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:**
 - Destaque la importancia de la teoría evolutiva en la genética y la biología evolutiva.
 - Utilice ejemplos de estudios de casos y de investigación actuales para ayudar a los estudiantes a comprender los conceptos fundamentales de la genética y la biología evolutiva.
 - Fomente la participación de los estudiantes en proyectos de investigación que apliquen los principios de la genética y la biología evolutiva en situaciones reales.
- **Lineamientos de Evaluación:**
 - Evalúe el dominio de los estudiantes en la teoría evolutiva, la genética y la biología evolutiva.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para aplicar los principios de la genética y la biología evolutiva en situaciones reales a través de proyectos de investigación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente la literatura científica relacionada con la genética y la biología evolutiva.



Línea curricular “Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos”

- Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:
 - Enfatique la importancia de la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos para la seguridad alimentaria y la sustentabilidad agrícola.
 - Utilice herramientas y software especializados en la enseñanza para ayudar a los estudiantes a comprender mejor los métodos de mejoramiento genético y la genética cuantitativa.
 - Fomente la participación de los estudiantes en proyectos de investigación que apliquen los principios de la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos en situaciones reales.
 - Proporcione a los estudiantes información actualizada sobre las políticas y regulaciones relacionadas con la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos.
- Lineamientos de Evaluación:
 - Evalúe el dominio de los estudiantes en la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos, incluyendo la comprensión de técnicas de mejoramiento genético, la genética cuantitativa, la evaluación de germoplasma y la selección de rasgos deseables.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para aplicar los principios de la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos en situaciones reales a través de proyectos de investigación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente la literatura científica relacionada con la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos.

Línea de curricular “Investigación Científica”

- Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:
 - Fomente el aprendizaje autónomo, brindando a los estudiantes herramientas y recursos para que puedan investigar por su cuenta.
 - Proporcione una introducción teórica al método científico y a las técnicas de investigación en genética y mejoramiento genético de plantas, a través del curso "Metodología de la investigación en genética y mejoramiento genético de plantas".
 - Guíe a los estudiantes en la elaboración de un proyecto de investigación, a través de los cursos "Tesis I", "Tesis II" y "Tesis III", para que aprendan a formular preguntas de investigación, diseñar experimentos, recolectar y analizar datos.



- Fomente el trabajo en equipo y la colaboración, proporcionando oportunidades para que los estudiantes discutan sus proyectos y trabajen juntos para resolver problemas.
- Lineamientos de Evaluación:
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para formular preguntas de investigación, diseñar experimentos, recolectar y analizar datos, presentar resultados y redactar tesis, a través de proyectos y trabajos asignados en los cursos "Tesis I", "Tesis II" y "Tesis III".
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos adquiridos en el curso "Metodología de la investigación en genética y mejoramiento genético de plantas", a través de la realización de experimentos y la presentación de resultados.
 - Evalúe la calidad de la tesis y la capacidad de los estudiantes para presentar y defender su trabajo de investigación frente a un comité de expertos.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo y colaborar con otros, a través de proyectos y trabajos asignados en los cursos y a través de la participación en discusiones en clase.

11. CUADRO DE NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS CURSOS

El apropiado desarrollo de los cursos que integran el diseño curricular exige una serie de condiciones o requerimientos mínimos respecto a los docentes (estudios de pregrado y posgrado y años de experiencia en el sector), respecto a las instalaciones donde se desarrollaran las actividades de enseñanza-aprendizaje (laboratorios y talleres), y respecto a algunos eventos académicos (pasantía, trabajo de campo, congreso/seminario).



o

Cuadro de necesidades y condiciones para lograr las competencias específicas									
CURSO	Perfil del docente				Instalaciones		Evento académico		
	Estudio de pregrado	Estudio de maestría	Estudios de maestría	Años de experiencia	Laboratorio	Aula	Pasantía	Trabajo de campo	Congreso/s eminarario
Obligatorios									
Genética molecular (4 CRÉDITOS)	Biología, afines	Biología, Sistemática, afines	Biología, Sistemática, afines	5	Fisiología molecular /Fisiología vegetal /Entomología y Fitopatología	X			
Recursos genéticos de cultivos (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fito mejoramiento, afines	5	Fisiología vegetal/ Entomología y Fitopatología /Agrostología /Aguas y suelos/herbario	X		x	
Estadística y análisis multivariado (4 CRÉDITOS)	Estadística, Ing. Agrónoma, afines	Estadística, Fitomejoramiento, afines	Estadística, Fitomejoramiento, afines	5	Cómputo	X			
Metodología de la investigación en genética y mejoramiento genético de cultivos (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Cómputo	X			
Base de datos y análisis bioinformático (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónomo, Biología, Bioinformática, afines	Bioinformática, Fitomejoramiento, afines	Bioinformática, Fitomejoramiento, afines	5	Cómputo	X			
Biotecnología aplicada al mejoramiento genético (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biotecnología, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología vegetal/ Entomología y Fitopatología	X			
Genética cuantitativa (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/	X			
Tesis I (6 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	5		X	x		
Tesis II (6 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	5		X	x		
Tesis III (6 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	5		X	x		x



Cuadro de necesidades y condiciones para lograr las competencias específicas									
CURSO	Perfil del docente				Instalaciones		Evento académico		
	Estudio de pregrado	Estudio de maestría	Estudios de maestría	Años de experiencia	Laboratorio	Aula	Pasantía	Trabajo de campo	Congreso/s seminario
Electivos									
Fisiología Molecular de Plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fisiología Vegetal, Fitopatología, afines	Fisiología Vegetal, Fitopatología, afines	5	Fisiología molecular/ Entomología y Fitopatología	X			
Citogenética (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/	X			
Temas en biotecnología de plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biotecnología, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	5		X			
Fenotipaje de alto rendimiento (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Herbario	X		x	
Genómica, cromatina y epigenética (2 CRÉDITOS)	Biología, Biotecnología, afines	Biología, Biotecnología, afines	Biología, Biotecnología, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/	X			
Teoría de la selección (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5		X			
Genética de poblaciones (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Fitopatología, afines	Fitomejoramiento, Fitopatología, afines	5	Entomología y Fitopatología/ Cómputo	X			
Genética y genómica avanzada de los cultivos (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Biología, Fitomejoramiento, afines	Biología, Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/ Entomología y Fitopatología	X			
Resistencia a enfermedades en plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitopatología, afines	Fitopatología, afines	5	Entomología y Fitopatología	X			
Resistencia a insectos dañinos en plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Entomología, afines	Entomología, afines	5	Entomología y Fitopatología	X			
Mejoramiento genético avanzado y desarrollo de cultivares (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología vegetal	X			
Evolución y filogenia (4 CRÉDITOS)	Biología, afines	Biología, Sistemática, afines	Biología, Sistemática, afines	5	Cómputo	X			



12. SUMILLAS

A continuación, se presentan las sumillas por ciclo de los cursos obligatorios y electivos que integran la malla curricular de este programa de maestría.

CICLO I

Genética Molecular (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". La asignatura pretende dotar al alumno de los conocimientos básicos sobre genética molecular y su asociación con las características fenotípicas y la evolución de los seres vivos. También se abordarán los estudios de biología celular y molecular asociados a la regulación de la expresión génica como base para comprender los procesos biológicos desde una visión holística de la genómica, la transcriptómica, la proteómica y la metabolómica, la integración de datos y la biología de sistemas, así como otras herramientas moleculares. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Introducción a la genética molecular

Introducción; Bases moleculares de las células; Estructura y función de las proteínas; Concepto de gen y genómica

Unidad 2: Función y regulación molecular

Regulación de la expresión génica a nivel transcripcional y postranscripcional; Señalización celular; Sistema de endomembranas; ARN de interferencia; Control del ciclo celular

Unidad 3: Aplicaciones del estudio de genes en plantas

Genética de desarrollo en plantas; Técnicas de estudio de genética molecular; Edición genética

Recursos Genéticos de Cultivos (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". El curso tiene como objetivo aportar en el desarrollo e implementación de estrategias de la colección, intercambio, cuarentena conservación y uso del germoplasma, adquiriendo conocimientos de nuevas técnicas en la identificación y preservación del germoplasma. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:



Unidad 1: Importancia de la biodiversidad vegetal; Características de las especies vegetales silvestres y domesticadas; Patrones de origen y distribución de las especies cultivadas; Centros de origen y diversidad genética; Parientes silvestres de los cultivos.

Unidad 2: Exploración de los recursos genéticos vegetales; Principios y estrategias de la colección de germoplasma; Banco de semillas y su papel en la conservación de la biodiversidad; Mecanismos del banco de genes, mantenimiento, evaluación y conservación (in- situ y ex - situ); organismos genéticamente modificados; Conservación in situ; Conservación ex situ

Unidad 3: Uso de los recursos genéticos en la investigación de cultivos y el mejoramiento genético de plantas; Cuarentena de cultivos, regulaciones en la cuarentena de cultivos; Introducción a bancos de germoplasma nacionales e internacionales; Técnicas recientes para la detección e identificación de enfermedades.

Estadística y Análisis Multivariado (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes las herramientas estadísticas necesarias para analizar e interpretar datos de plantas y otros organismos, con un enfoque en métodos multivariados. Los estudiantes aprenderán a seleccionar y aplicar los métodos adecuados para abordar preguntas de investigación en el campo del mejoramiento genético de plantas, y a comunicar los resultados de manera clara y rigurosa. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Estadística descriptiva y probabilidad: Variables y escalas de medición; Distribuciones de frecuencia y medidas de tendencia central y dispersión; Teorema de Bayes y probabilidad condicional; Distribuciones de probabilidad y funciones de densidad.

Unidad 2: Análisis de datos univariados y bivariados: Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza; Análisis de varianza (ANOVA) y pruebas post hoc; Correlación y regresión lineal; Análisis de contingencia y chi-cuadrado.

Unidad 3: Análisis multivariado de datos: Análisis de componentes principales (PCA) y análisis factorial; Análisis discriminante; Análisis de conglomerados (clustering); Análisis de correspondencias y escalas multidimensionales.



Metodología de la Investigación en Genética y Mejoramiento Genético de Cultivos (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico).

El curso corresponde a la línea curricular de investigación científica y es de naturaleza teórico-práctica. Su propósito es acercar al m a las estrategias y metodologías para investigar más empleadas en el campo de la genética como el uso de tecnologías específicas de genómica funcional y biotecnología, el uso de herramientas de bioinformática y software especializado, la generación de mapas genéticos, la elaboración de protocolos, la identificación de genes, los métodos de mejoramiento, la edición genómica, el desarrollo de híbridos, el fenotipado, la aplicación de políticas y regulaciones relacionadas con la biotecnología y la genómica funcional, la revisión de literatura científica y el estudio de estudios de casos y de proyectos de investigación.

CICLO II

Base de Datos y Análisis Bioinformático (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El curso tiene como objetivo aportar en el desarrollo e implementación de estrategias de la colección, intercambio, cuarentena conservación y uso del germoplasma, adquiriendo conocimientos de nuevas técnicas en la identificación y preservación del germoplasma. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Importancia de la biodiversidad vegetal; Características de las especies vegetales silvestres y domesticadas; Patrones de origen y distribución de las especies cultivadas; Centros de origen y diversidad genética; Parientes silvestres de los cultivos.

Unidad 2: Exploración de los recursos genéticos vegetales; Principios y estrategias de la colección de germoplasma; Banco de semillas y su papel en la conservación de la biodiversidad; Mecanismos del banco de genes, mantenimiento, evaluación y conservación (in- situ y ex - situ); organismos genéticamente modificados; Conservación in situ; Conservación ex situ

Unidad 3: Uso de los recursos genéticos en la investigación de cultivos y el mejoramiento genético de plantas; Cuarentena de cultivos, regulaciones en la cuarentena de cultivos; Introducción a bancos de germoplasma nacionales e internacionales; Técnicas recientes para la detección e identificación de enfermedades.



Biotecnología Aplicada al Mejoramiento Genético (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". El curso tiene el objetivo de dotar de fundamentos de la biotecnología vegetal. Se discutirán el concepto y las metodologías que culminaron en el desarrollo de la biotecnología moderna y sus aplicaciones en el fitomejoramiento. El curso está organizado en tres módulos: (I) Sistemas in vitro y Agricultura Transgénica; (II) Genómica Aplicada al Mejoramiento; (III) Mejora Molecular.

Unidad 1: Sistemas in vitro y Agricultura Transgénica: Conceptos e importancia de la biotecnología vegetal; Sistemas in vitro plantas; Ingeniería genética

Unidad 2: Genómica Aplicada al Mejoramiento: Agricultura transgénica y Bioseguridad; Marcadores moleculares; Mejora molecular.

Unidad 3: Mejora Molecular: Edición de genes; Nuevas tecnologías de genotipado y fenotipado; Obtención de fenotipos por aplicaciones biotecnológicas

Genética Cuantitativa (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". Este curso tiene por objetivo proporcionar a los estudiantes de posgrado las bases fundamentales para comprender la herencia de los rasgos cuantitativos. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Introducción a la genética cuantitativa: Base genética de los caracteres cuantitativos; Fuentes de variación genética (aditividad, dominancia y epistasia); Fuentes de variación ambiental; Covarianza entre individuos emparentados

Unidad 2: Interacción y análisis genético: Heredabilidad y progreso con la selección; Capacidad de combinación (general y específica); Endogamia y heterosis; Correlación entre personajes; Interacción entre genotipos y ambientes

Unidad 3: Aplicación de la genética cuantitativa: BLUPs y valores de cría; Estimación de los componentes de la varianza; Fundamentos del mapeo de QTL, mapeo asociativo y selección genómica



Tesis I (6 créditos; Obligatorio; Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular de investigación científica y tiene como objetivo elaborar el proyecto de investigación empleando métodos y técnicas actuales relacionados con la genética y el mejoramiento genético de plantas en especies alógamas, autógamias y/o mixtas. Está compuesta por las siguientes unidades:

Unidad 1: Redacción de la parte 1 del proyecto de tesis: Título, problema de investigación, objetivos, antecedentes, hipótesis.

Unidad 2: Redacción de la parte 2 del proyecto de tesis: Población, muestra, muestreo, variables de estudio, procedimiento, análisis de datos.

Unidad 3: Sustentación del proyecto de tesis: Presentación del proyecto de tesis en la secretaría de la EPG-UNTRM.

CICLO III

Tesis II (6 créditos; Obligatorio; Práctico)

El curso de Tesis II corresponde a la línea curricular de investigación científica y es de naturaleza teórico – práctico. su objetivo es brindar al estudiante de maestría las herramientas básicas del marco metodológico para el desarrollo la investigación científica, que será de mucha utilidad para la elaboración de sus proyectos de tesis de grado. Los contenidos están distribuidos en tres unidades didácticas:

Unidad 1: Población, muestra y muestreo. Comprende la utilización de técnicas de muestreo probabilístico y no probabilístico con la utilización del Excel.

Unidad 2: Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos. Comprende las técnicas e instrumentos de recolección de información, la validación y confiabilidad de los instrumentos de recojo de información, utilizando Excel y SPSS.

Unidad 3: Análisis de datos. Comprende el análisis de datos utilizando diversas técnicas, utilizando el Excel y el SPSS.

Electivo (2 créditos).

La lista de cursos electivos es la siguiente:

Evolución y Filogenia (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". Este curso abordará la filogenética y los métodos evolutivos moleculares relacionados que brindan enfoques poderosos para probar hipótesis evolutivas. Estos conceptos recientemente se han generalizado en la biología y otras disciplinas científicas. Se podrá conocer los fundamentos teóricos de los métodos populares de reconstrucción de filogenias a partir de datos de secuencias moleculares. Asimismo, otros análisis evolutivos moleculares. También se podrá adquirir una amplia experiencia práctica con conjuntos de datos filogenéticos y software computacional y evaluar críticamente las filogenias. El curso de Evolución y Genética es del tipo teórico - práctico y está compuesto de tres unidades: i) Bases moleculares de la evolución y cambios evolutivos de Aminoácidos y ADN, ii) Inferencia de árboles filogenéticos y iii) Polimorfismo genético y evolución. Este curso abordará la filogenética y los métodos evolutivos moleculares relacionados que brindan



enfoques poderosos para probar hipótesis evolutivas. Se podrá conocer los fundamentos teóricos de los métodos populares de reconstrucción de filogenias a partir de datos de secuencias moleculares. Asimismo, otros análisis evolutivos moleculares. También se podrá adquirir una amplia experiencia práctica con conjuntos de datos filogenéticos y software computacional y evaluar críticamente las filogenias.

Unidad 1: Bases moleculares de la evolución y cambios evolutivos de Aminoácidos y ADN:

Evolución del árbol de la vida y mecanismos de evolución; Tasa de mutación y tasa de sustitución; Distancias evolutivas; Alineamiento de ADN y Aminoácidos.

Unidad 2: Inferencia de árboles filogenéticos

Tipos de árboles filogenéticos; Métodos basados en distancia genética, máxima parsimonia, máxima verosimilitud, inferencia bayesiana; Test estadísticos para inferencia filogenética; Reloj molecular

Unidad 3: Polimorfismo genético y evolución: Genética de poblaciones; Marcadores genéticos, Genómica y polimorfismo del ADN.

Fisiología Molecular de Plantas (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". Este curso propone profundizar los mecanismos moleculares de las respuestas de la planta en su interacción con el medio ambiente con énfasis en la señalización y la regulación de la expresión génica como mediadoras de las respuestas fisiológicas. Los temas están referidos a las bases moleculares que regulan el desarrollo embrional, de raíces, hojas, estomas, flores y las respuestas foto morfogenéticas. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Organización y regulación de la expresión génica de plantas: Organización del genoma en plantas; Transcripción, regulación pre-transcripcional, transcripcional y post-transcripcional; Traducción, regulación post-traducciona.

Unidad 2: Mecanismo molecular de las hormonas vegetales: Auxinas, citocininas, giberelinas; Etileno, Ácido absínico, Brassinosteroides; Estrigolactonas, Jasmonatos y Ácido salicílico

Unidad 3: Base molecular del desarrollo vegetal; Embriogénesis, meristema apical caulinar, meristema apical radicular; Desarrollo vegetativo, desarrollo de raíces, hojas, tricomas y estomas; Desarrollo reproductivo, inducción floral, fotoperíodo, vernalización, modelo ABC

Citogenética (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de los principios y técnicas de la citogenética, así como de su aplicación en el estudio de la diversidad



genética, la evolución y el mejoramiento genético de las plantas. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Fundamentos de la citogenética: Conceptos básicos de la citogenética; Estructura y función de los cromosomas y la organización de la información genética; Principios de la citogenética molecular; Técnicas de preparación de muestras y de análisis citogenético; Microscopía óptica y electrónica.

Unidad 2: Aplicaciones de la citogenética en el estudio de la diversidad genética y la evolución de las plantas: Aplicaciones de la citogenética en el estudio de la diversidad genética y la evolución de las plantas; Análisis de la variación cromosómica y su relación con la especiación y la evolución de las especies; Métodos para el análisis de la estructura cromosómica y la identificación de genes de interés.

Unidad 3: Aplicaciones de la citogenética en el mejoramiento genético de las plantas: Aplicaciones de la citogenética en el mejoramiento genético de las plantas; Identificación de variedades con caracteres de interés; Manipulación de los cromosomas para generar nuevas variedades y mejorar la productividad y la calidad de las plantas; Conservación de la diversidad genética para el mejoramiento genético.

Tópicos en Biotecnología de Plantas (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El curso tiene como objetivo profundizar el dominio de conocimientos y habilidades prácticas para emplear herramientas biotecnológicas en el mejoramiento genético de plantas. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: La biotecnología y su relevancia en la agricultura; Cultivo de tejidos vegetales. Micropropagación; Variación somaclonal; Cultivo de embriones; Cultivo de anteras y óvulos; Embriogénesis somática; Producción de semillas artificiales, criopreservación.

Unidad 2: Técnicas de aislamiento, cuantificación y análisis de ADN; Vectores para la transformación de plantas; Selección asistida por marcadores moleculares para caracteres cualitativos y cuantitativos; Manipulación genética para tolerancia a factores bióticos y abióticos; Manipulación genética para mejoramiento del rendimiento y calidad de los cultivos.

Unidad 3: Alérgenos alimentarios vegetales; Impacto ambiental y flujo de genes; Evaluación de riesgos, regulación y etiquetado.

Fenotipaje de Alto Rendimiento (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes los conocimientos y habilidades necesarias para llevar a cabo la evaluación fenotípica de plantas de manera rápida, precisa y eficiente. Los estudiantes aprenderán a diseñar



ensayos experimentales para la evaluación de caracteres cuantitativos y cualitativos, a utilizar tecnologías avanzadas de fenotipaje, y a analizar e interpretar los datos obtenidos de manera estadística. Además, se espera que los estudiantes aprendan a aplicar los resultados obtenidos del fenotipaje de alto rendimiento en el mejoramiento genético de plantas, en particular en la selección asistida por marcadores y la detección de genes candidatos.

Unidad 1: Introducción al fenotipaje de alto rendimiento: Conceptos básicos de fenotipaje de plantas; Métodos de evaluación de caracteres cuantitativos y cualitativos; Ventajas del fenotipaje de alto rendimiento.

Unidad 2: Diseño experimental para el fenotipaje de alto rendimiento: Diseño de ensayos de campo y de invernadero para el fenotipaje de plantas; Diseño de ensayos moleculares para el fenotipaje de plantas; Análisis estadístico de datos obtenidos en fenotipaje de alto rendimiento.

Unidad 3: Aplicaciones del fenotipaje de alto rendimiento en mejoramiento genético de plantas: Selección asistida por marcadores y fenotipaje de alto rendimiento; Fenotipaje de alto rendimiento y mejoramiento de caracteres complejos; Fenotipaje de alto rendimiento y detección de genes candidatos

Genómica, cromatina y epigenética (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". Este curso abordará los conceptos claves y los principales usos que tiene la Epigenética y como se da el comportamiento de la cromatina. Es importante entender estos conceptos puesto que la epigenética es un campo muy importante en el mejoramiento genético de plantas. Aunque los mecanismos epigenéticos fundamentales en los cultivos están comenzando a dilucidar, anticipamos que se emplearán ampliamente en el futuro para mejorar los cultivos.

El curso de Genómica, cromatina y epigenética es del tipo teórico y está compuesto de tres unidades: i) Introducción a la epigenética y sus mecanismos, ii) Epigenética y su relación con el ARN y iii) Aplicación del Epigenética en plantas. Actualmente se ha confirmado que los fenómenos epigenéticos influyen en la expresión génica a nivel de estructura y organización de la cromatina, modulando así el acceso de los complejos reguladores al genoma. En este curso se podrá abordar mecanismos epigenéticos que están involucrados en casi todos los aspectos de la vida de las plantas, incluidos los rasgos importantes desde el punto de vista agronómico, como el tiempo de floración, el desarrollo de la fruta, las respuestas a los factores ambientales y la inmunidad de la planta.

Unidad 1: Introducción a la epigenética y sus mecanismos: Mecanismos epigenéticos de respuesta al estrés abiótico, biótico y memoria en plantas; Epialelos heredados germinalmente en el mejoramiento genético de plantas; Epigenética y heterosis en



plantas de cultivo; Histonas Canónicas y sus variantes en plantas: Evolución y Funciones; Una visión general del panorama epigenético de la línea germinal masculina.

Unidad 2: Epigenética y su relación con el ARN: Edición dirigida del epigenoma de los genes de defensa de las plantas a través de la activación CRISPR; Modificaciones químicas del ARN: el epitranscriptoma vegetal; El papel de los ARN pequeños en la embriogénesis somática de las plantas; Embriogénesis somática: los complejos de Polycomb controlan la transición de célula a embrión.

Unidad 3: Aplicación de la Epigenética en plantas: Exploración del papel de la epigenética en cultivos de cereales y leguminosas a estrés abiótico; Epigenética de la señalización luminosa durante el desarrollo de las plantas; Epigenética del tomate: descifrando la información genética; Epigenética en árboles forestales.

Teoría de la Selección (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran los conocimientos fundamentales sobre la teoría de la selección natural y su aplicación en la selección artificial y el mejoramiento genético. Además, se busca que los estudiantes comprendan los conceptos y herramientas teóricas de la selección asistida por marcadores y su aplicación en la práctica del mejoramiento genético. Al finalizar el curso, los estudiantes deberían ser capaces de diseñar experimentos, analizar datos y aplicar las teorías de selección en la selección de características deseables en plantas y animales, así como en la conservación de especies en peligro de extinción.

Unidad 1: Fundamentos de la Selección Natural: Conceptos básicos de la selección natural; Tipos de selección natural y sus efectos en las poblaciones; Modelos matemáticos para describir la selección natural; Teoría del equilibrio de Hardy-Weinberg; Selección estabilizadora y selección disruptiva

Unidad 2: Selección Artificial y Mejoramiento Genético: Selección artificial y su relación con el mejoramiento genético; Métodos de selección en plantas y animales; Mejora de caracteres cuantitativos y cualitativos mediante la selección; Selección recíproca y cruzamiento dialélico; Mapeo de QTL y análisis de asociación genómica

Unidad 3: Selección Asistida por Marcadores: Fundamentos de la selección asistida por marcadores; Tipos de marcadores genéticos y su aplicación en MAS; Diseño de experimentos y análisis de datos para la aplicación de MAS; Selección por endogamia y por dominancia; Estrategias de selección y mejoramiento genético en la era post-genómica



Genética de Poblaciones (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". Este curso tiene como objetivo introducir el estudio del proceso de evolución a través de modelos genéticos poblacionales y cuantitativos, modelos que son usados en programas de mejoramiento. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Introducción a la Genética de Poblaciones; Equilibrio Hardy-Weinberg y frecuencias alélicas; Desequilibrio de ligamiento; Teoría coalescente; Evolución Natural; Mutación y Deriva genética.

Unidad 2: Selección y aptitud; Modelos de selección de uno y más loci; Equilibrio de selección de mutación; Estimación de selección.

Unidad 3: Inbreeding y evolución de sistemas de apareamiento; Estructura poblacional; Heredabilidad y respuesta de selección; QTLs

Genética y genómica avanzada de los cultivos (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran los conocimientos avanzados sobre la genómica de los cultivos, desde los fundamentos teóricos hasta su aplicación en la práctica del mejoramiento genético. Al finalizar el curso, los estudiantes deberían ser capaces de aplicar las herramientas de la genómica para resolver problemas de mejoramiento genético en cultivos. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Fundamentos de la genómica de los cultivos: Introducción a la genómica de los cultivos; Conceptos básicos de genética molecular y biotecnología; Genómica comparativa y evolutiva de los cultivos; Secuenciación de nueva generación (NGS) y ensamblaje de genomas

Unidad 2: Análisis y aplicación de los datos de la genómica: Análisis de datos de genómica y proteómica; Estudios de asociación de genoma completo (GWAS); Identificación de genes candidatos y marcadores asociados; Edición de genomas y tecnologías de ingeniería genética

Unidad 3: Mejoramiento genético de los cultivos con herramientas de la genómica: Genómica aplicada al mejoramiento genético de cultivos; Diseño y aplicación de programas de mejoramiento genético basados en genómica; Selección asistida por marcadores y otras herramientas de la genómica para el mejoramiento genético; Estudios de diversidad y conservación de recursos genéticos de los cultivos



Resistencia a enfermedades en plantas (2 créditos; Electivo; Teórico)

Los principios fundamentales de patogenicidad en cultivos, y la manera cómo incorporar resistencia a enfermedades es clave para desarrollar cultivares mejorados. Por lo tanto, todo estudiante de la maestría en genética y fitomejoramiento de cultivos necesita tener estos conocimientos para poder incorporar durante su ejercicio profesional. Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos".

Competencia: Conocer y aplicar los principios fundamentales de las interacciones patógeno-hospedero para desarrollar propuestas de mejoramiento genético de cultivos con enfoque a resistencia a enfermedades, aplicando técnicas modernas.

El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Introducción; Procesos de detección, infección del patógeno, e inmunidad del hospedero; Teoría del "gen por gen"; Patógenos biotróficos y necrotrofos; Proteínas efectoras; Presentación de artículo

Unidad 2: Agrobacterium; Interacciones planta-bacteria; Silenciamiento de genes inducido por el hospedero; Resistencia y susceptibilidad molecular; Presentación de artículo

Unidad 3: Transferencia horizontal de genes; Interacciones planta-virus; Tipos de resistencia contra virus; Técnicas para desarrollar cultivares con resistencia a patógenos; Presentación de artículo

Resistencia a insectos dañino en plantas (2 créditos; Electivo; Teórico)

El uso de plantas resistentes a insectos como estrategia dentro del Manejo Integrado de Plagas consiste en el uso de genotipos vegetales que ayudan a mantener las poblaciones de insectos plagas por debajo de los niveles de daño económico. El objetivo del curso es presentar los fundamentos, conceptos, técnicas y aplicaciones del uso de plantas resistentes a insectos. Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Resistencia de plantas a insectos: Conceptos, categorías y uso de plantas resistentes a insectos; Interacción insecto – planta; Interacciones no antagónicas, antagónicas y tróficas; Defensa directa e indirecta, costos y beneficios de la defensa; Metabolitos secundarios, antibiosis y antixenosis

Unidad 2: Inducción de resistencia a insectos y plantas genéticamente modificadas: Mecanismos bioquímicos y moleculares de la resistencia inducida; Factores bióticos y abióticos; Mejoramiento por cruzamiento, selección e ingeniería genética; Genes de *Bacillus thuringiensis* (Bt); Bioseguridad y manejo de plantas genéticamente modificadas

Unidad 3: Resistencia en plantas y Manejo Integrado de plagas: Resistencia de plantas como método de control; Resistencia de plantas y control cultural, biológico y químico



Mejoramiento genético avanzado y desarrollo de cultivares (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes los conocimientos necesarios para desarrollar cultivares mediante la aplicación de técnicas avanzadas de mejoramiento genético. Al finalizar el curso, los estudiantes deberán ser capaces de diseñar y aplicar estrategias para el mejoramiento genético de plantas y el desarrollo de cultivares con características deseables. El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Avances en la genética y el mejoramiento genético de plantas: Avances recientes en la genética y el mejoramiento genético de plantas; Selección de los parentales adecuados para el mejoramiento genético; Métodos de cruzamiento y sistemas de mejora de plantas; Principios de la teoría de la selección y su aplicación al mejoramiento genético de plantas

Unidad 2: Herramientas moleculares para el mejoramiento genético de plantas: Genómica y proteómica funcional aplicadas al mejoramiento genético; Estrategias de selección asistida por marcadores en el mejoramiento genético de plantas; Tecnologías de edición genómica aplicadas al mejoramiento genético de plantas; Avances en la transformación genética de plantas

Unidad 3: Desarrollo de cultivares y su evaluación: Principios y prácticas en el desarrollo de cultivares; Evaluación de la calidad de los cultivares y su adaptación a diferentes ambientes; Producción de semillas y comercialización de cultivares; Regulación y políticas en el desarrollo y comercialización de cultivares.

Ingeniería de Cultivo de Células y Tejidos Vegetales (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El curso tiene como objetivo profundizar los enfoques actuales que se emplean para controlar y manipular células vegetales como herramienta biotecnológica en el mejoramiento genético de plantas. El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Ingeniería de cultivo de células y tejidos vegetales - Generalidades; Historia del cultivo celular y tipos de cultivos de celulares; Requisitos para el cultivo celular, bioseguridad y riesgos biológicos; Categorías de cultivo de células vegetales y entorno celular

Unidad 2: Almacenamiento, criopreservación y suministro de cultivos celulares; Cultivo, subcultivo y cuantificación; Evaluación de la contaminación en cultivo celular; Ensayos de viabilidad en cultivo celular; Medición de apoptosis y muerte celular I; Medición de apoptosis y muerte celular II



Unidad 3: Ensayos de proliferación I; Ensayos de proliferación II; Interacción de proteínas en cultivos celulares

Microbiología Agrícola (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

El curso electivo de Microbiología agrícola se enmarca en la línea curricular de "Genómica Funcional y Biotecnología". Tiene como objeto de estudio los microorganismos de importancia agronómica y sus interacciones, en el contexto del rol que desempeñan en la nutrición, sanidad, resistencia al estrés y adaptación exitosa de un cultivo en un ambiente dado. Estos microorganismos poseen un gran potencial por lo que pueden ser utilizados para el desarrollo de herramientas biotecnológicas para la agricultura. El curso se encuentra organizado en 3 unidades: Introducción a los microorganismos, El holobionte planta y Biotecnología microbiana, y brindará al estudiante las herramientas para comprender la función y la importancia de los microorganismos como actores clave para el establecimiento de los cultivos agrícolas, así como el enorme potencial que estos poseen para la formulación de bioinsumos de interés agrobiotecnológico.

Competencia: Comprender el rol de los microorganismos en los ecosistemas agrícolas y sus interacciones con la planta y suelo. Adquirir habilidades técnicas para la manipulación de microorganismos y analizar de forma crítica el efecto de los microorganismos en los sistemas productivos.

El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Introducción a los microorganismos: Principios de la Microbiología; La célula procariota; Fisiología y metabolismo microbiano; Genómica microbiana; Taxonomía microbiana; Filogenia microbiana

Unidad 2: El holobionte planta: Microorganismos asociados a planta; Ciclo biológico del carbono; Ciclo biológico del nitrógeno; Fijación biológica del nitrógeno; Ciclo biológico del Fósforo; El holobionte planta

Unidad 3: Biotecnología microbiana: Interacción planta-microorganismo; Bacterias asociadas a planta; Micorrizas; Microorganismos promotores de crecimiento de plantas; Inoculantes microbianos; Agricultura sustentable

Técnicas Avanzadas de Análisis Instrumental (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Investigación científica". El objetivo de este curso es que los estudiantes de maestría apliquen métodos modernos de análisis instrumental en el desarrollo de su tesis. Los mismos que le permitirán obtener datos cualitativos y cuantitativos para explicar los fenómenos que ocurren en la naturaleza. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Espectroscopía confocal Raman:



Teoría Raman, Espectroscopía. Microscopía confocal. Quimiometría. Configuración química de la materia. Análisis de resultados.

Unidad 2: Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas:

Compuestos volátiles de la materia. Cromatografía de gases. Identificación de compuestos según su masa atómica. Preparación de muestras. Análisis de resultados. Librerías de compuestos químicos.

Unidad 3: Cromatografía líquida de alta resolución:

Compuestos no volátiles de la materia. Cromatografía líquida. Identificación de compuestos según su perfil cromatográfico.

CICLO IV

Tesis III (6 créditos, obligatorio, teórico-práctico)

El curso corresponde a la línea curricular de investigación científica y su propósito es aportar al nivel de logro avanzado de la competencia de aplicar el método científico y normatividad internacional de redacción científica en la elaboración y sustentación de un informe de tesis. Los contenidos están distribuidos en tres unidades didácticas: I unidad didáctica: Aspectos Estructurales del Informe de tesis (Normativa y reglamentación del informe de tesis, Análisis de la metodología y los resultados Experimentales); II unidad didáctica: Redacción del informe final de tesis (Análisis de las conclusiones, discusiones, referencias Bibliográficas y resumen e introducción); III unidad didáctica: Revisión del informe final de tesis (Análisis y evaluación del informe final de tesis como herramienta de investigación para la generación de conocimiento) y artículo listo para sometimiento.



8

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGRARIAS

**PLAN DE ESTUDIOS DEL PROGRAMA DE DOCTORADO
EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE
PLANTAS**



CHACHAPOYAS

ABRIL 2023

A handwritten signature in blue ink, consisting of a vertical line with a loop at the top and a small hook at the bottom.

CONTENIDO

1. PRESENTACIÓN	3
2. GENERALIDADES	4
3. OBJETIVOS EDUCACIONALES DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS.....	4
4. PERFIL DE INGRESO.....	5
5. PERFIL DE EGRESO.....	5
6. COMPETENCIAS.....	6
7. MAPA CURRICULAR.....	7
8. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN CURRICULARES.....	9
9. MALLA CURRICULAR.....	11
10. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN.....	13
11. CUADRO DE NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS CURSOS.....	15
12. SUMILLAS	18



1. PRESENTACIÓN

La Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas ofrece un programa de doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas para aquellos estudiantes que deseen profundizar su conocimiento y experiencia en la ciencia del mejoramiento genético de plantas y cultivos. Este programa tiene como objetivo formar investigadores altamente capacitados y expertos en las áreas de genética y Mejoramiento Genético de Plantas, con énfasis en las líneas curriculares de "Genómica Funcional y Biotecnología", "Genética y Biología Evolutiva", "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos", e "Investigación Científica". El programa consta de 64 créditos y se centra en la investigación avanzada en estas áreas, incluyendo la genómica avanzada, la resistencia a enfermedades en plantas, el mejoramiento genético avanzado y el desarrollo de cultivares. Los cursos teóricos son impartidos por profesionales experimentados en el campo de la genética y el Mejoramiento Genético de Plantas, y los seminarios permiten a los estudiantes presentar y discutir sus proyectos de investigación en un ambiente académico estimulante y colaborativo.

Además de los cursos, el programa de doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas pone mayor énfasis en la investigación, lo que permite a los estudiantes aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en situaciones reales. Los estudiantes trabajarán de manera estrecha con sus asesores de investigación y su comité de tesis para diseñar y llevar a cabo proyectos de investigación de alta calidad que conduzcan a una tesis doctoral original y significativa. Este enfoque de investigación garantiza que los estudiantes del programa desarrollen habilidades avanzadas en la manipulación y análisis de datos genómicos, así como en la aplicación de herramientas genéticas y estadísticas para mejorar el rendimiento, la calidad u otras características de interés de los cultivos.

El programa de doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas de la UNTRM es un programa de especialización con modalidad presencial. Al finalizar el proceso formativo, los estudiantes recibirán el grado académico de Doctor en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas, que reconocerá su experiencia y habilidades avanzadas en el campo de la genética y el Mejoramiento Genético de Plantas. Los estudiantes también tendrán la oportunidad de participar en eventos académicos, como conferencias y seminarios, que les permitirán mantenerse al día con los avances más recientes en su campo de estudio.



2. GENERALIDADES

- 2.1. Fecha de aprobación del plan de estudios:
- 2.2. Nivel de formación: Posgrado - Doctorado
- 2.3. Tipo de doctorado: Especialización
- 2.4. Cantidad de créditos: 64
- 2.5. Cantidad de cursos: 17
- 2.6. Modalidad de enseñanza: Presencial
- 2.7. Grado y título que otorga: Doctor en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas
- 2.8. Requisitos para la obtención del grado y título
 - Cumplir con notas arriba de 14/20 todos los cursos y los 64 créditos estipulados en este plan de estudio.
 - Defender satisfactoriamente el proyecto de tesis.
 - Acreditar manejo de inglés a nivel avanzado y otro idioma extranjero o lengua original peruana en un nivel avanzado.

3. OBJETIVOS EDUCACIONALES DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS

Acorde a la misión, visión, objetivos estratégicos y modelo educativo de la UNTRM, el doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas tiene los siguientes objetivos educacionales:

3.1 Objetivo general

El objetivo general del programa de doctorado es formar profesionales altamente capacitados en el manejo y desarrollo de estrategias, metodologías, técnicas y herramientas avanzadas para el análisis genético en programas de mejoramiento genético de plantas y cultivos. El énfasis especial se pondrá en cultivos relevantes de la región nororiental del Perú, con el fin de contribuir al desarrollo sostenible de la agricultura y mejorar el bienestar de la población. Los estudiantes adquirirán habilidades avanzadas en la investigación y aplicación de técnicas genéticas modernas y análisis de datos genómicos, que les permitirán abordar los desafíos actuales y futuros en la mejora de plantas y cultivos. Además, el programa fomentará el desarrollo de habilidades de liderazgo y la capacidad de comunicar y difundir resultados de investigación a audiencias diversas.

3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar en los estudiantes conocimientos especializados en la identificación y análisis de los procesos moleculares y genéticos que influyen en la formación del fenotipo y las funciones vitales de las especies vegetales, adquiriendo habilidades en la identificación de genes y



proteínas relevantes, la comprensión de sus interacciones y la utilización de herramientas avanzadas para el análisis de datos moleculares.

- Desarrollar en los estudiantes de doctorado habilidades avanzadas de investigación y análisis que les permitan identificar y analizar los cambios ocurridos durante el proceso evolutivo de las especies vegetales y determinar la variabilidad genética, distribución y frecuencia de individuos y poblaciones, de tal manera que puedan tomar decisiones informadas en el diseño y desarrollo de programas de mejoramiento genético en cultivos, basados en la comprensión de los procesos evolutivos y la variabilidad genética de las especies vegetales.
- Desarrollar en los estudiantes del programa de doctorado la capacidad de aplicar técnicas avanzadas de evaluación y medición de características poligénicas y cuantitativas de genes que influyen en los fenotipos y características de interés en las especies cultivables más relevantes de la región nororiental, así como analizar la interacción genotipo-ambiente y su impacto en el desarrollo y rendimiento de los cultivos.

4. PERFIL DE INGRESO

Los candidatos para participar en el doctorado en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas deberán ser profesionales con doctorado en Ciencias Agrónomas, Ciencias Biológicas, Biotecnología, o carreras afines. Cuando el grado no corresponda a estas carreras, el candidato deberá tomar cursos de nivelación que el estudiante debe aprobar previamente. Estos cursos serán coordinados al momento de la aceptación del ingreso al programa. Además, el candidato deberá tener un dominio de nivel intermedio de una lengua extranjera. En el caso que el estudiante tenga el grado de maestro en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas de la UNTRM, y desee optar por realizar el doctorado en esta misma institución, el estudiante sólo podrá convalidar 12 créditos, y deberá completar los créditos requeridos para el doctorado tomando cursos electivos que estén en la misma línea de investigación que la de su proyecto de tesis.

5. PERFIL DE EGRESO

El Doctor en Genética y Mejoramiento Genético de Plantas estará especializado en el manejo y desarrollo de estrategias, metodologías, recursos, técnicas e instrumentos para el desarrollo de procesos de análisis e investigación genética para implementarlos en programas de genética y mejoramiento de plantas y cultivos, haciendo uso de un pensamiento crítico con especial énfasis en el uso responsable de los recursos genéticos y su conservación, y utilizando plataformas tecnológicas y bancos de datos biotecnológicos existentes o por generar.



- Acreditar dominio en nivel avanzado de dos idiomas extranjeros u original peruano.

6. COMPETENCIAS

6.1. Competencia genérica

Desarrollar un alto nivel de competencia en Genómica, Biotecnología y Genética, y aplicar este conocimiento en la investigación y el desarrollo de prácticas y técnicas avanzadas en el mejoramiento genético de cultivos. Ser capaz de identificar y resolver problemas complejos relacionados con el mejoramiento genético de plantas a través de la investigación original, la publicación de trabajos científicos de alta calidad y la presentación de charlas y conferencias en congresos y eventos académicos. Asimismo, tener la capacidad de formar a estudiantes y expertos en el campo del mejoramiento genético de cultivos, a través de la mentoría, la enseñanza y la supervisión de tesis de grado y posgrado

6.2. Competencias específicas

- Línea curricular “Genómica Funcional y Biotecnología”

Desarrollar habilidades avanzadas en la comprensión, aplicación y evaluación crítica de los conceptos, principios y tecnologías de la genómica funcional y biotecnología, con el fin de investigar y resolver problemas científicos complejos relacionados con la función de ácidos nucleicos, genes y proteínas. Esto se logrará mediante la participación en discusiones avanzadas de artículos científicos de alto impacto, la presentación de seminarios y charlas científicas, y la realización de investigaciones independientes en laboratorios especializados.

- Línea curricular “Genética y Biología Evolutiva”

Brindar un profundo conocimiento en genética y biología evolutiva aplicada a la genética vegetal, para poder identificar y analizar los procesos evolutivos y patrones de variación en cultivos y sus parientes silvestres, y aplicar dichos conocimientos en el desarrollo de estrategias eficaces de mejoramiento genético, mediante la revisión crítica de la literatura científica actual, la discusión de artículos especializados y la realización de proyectos de investigación originales.

- Línea de investigación curricular “Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos”

Desarrollar habilidades avanzadas en genética cuantitativa y mejoramiento genético de cultivos para diseñar y aplicar estrategias



innovadoras y eficientes en la mejora genética de los cultivos, a través de la evaluación crítica de la literatura científica, la discusión de conceptos teóricos y la aplicación de técnicas experimentales y computacionales en la resolución de problemas en la práctica

- Línea curricular de investigación científica

Ser capaz de diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas innovadoras y rigurosas en el campo de la genética y el Mejoramiento Genético de Plantas, desde la formulación de preguntas de investigación relevantes y la selección de métodos y técnicas apropiados, hasta la recolección, análisis e interpretación de datos utilizando herramientas avanzadas, y la comunicación de resultados precisos y concluyentes en forma de tesis doctoral, aplicando los más altos estándares éticos y de integridad científica, y colaborando de manera efectiva con colegas y expertos en el campo.

7. MAPA CURRICULAR

MAPA CURRICULAR DE DOCTORADO EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS							
LÍNEA CURRICULAR DE INVESTIGACIÓN	CICLOS						COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
	I	II	III	IV	V	VI	
Genómica funcional y biotecnología	Genética molecular (4 créd.)	Base de datos y análisis bioinformático (4 créd.)	Electivo I (2 créd.)	Electivo III (2 créd.)			Desarrollar habilidades avanzadas en la comprensión, aplicación y evaluación crítica de los conceptos, principios y tecnologías de la genómica funcional y biotecnología, con el fin de investigar y resolver problemas científicos complejos relacionados con la función de ácidos nucleicos, genes y proteínas. Esto se logrará mediante la participación en discusiones avanzadas de artículos científicos de alto impacto, la presentación de seminarios y charlas científicas, y la realización de investigaciones independientes en laboratorios especializados.



MAPA CURRICULAR DE DOCTORADO EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS							
LÍNEA CURRICULAR DE INVESTIGACIÓN	CICLOS						COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
	I	II	III	IV	V	VI	
Genética y biología evolutiva	Recursos genéticos de cultivos (4 créd.)	Biotecnología aplicada al mejoramiento genético (4 créd.)	Evolución y filogenia (2 créd.)	Electivo IV (2 créd.)			Brindar un profundo conocimiento en genética y biología evolutiva aplicada a la genética vegetal, para poder identificar y analizar los procesos evolutivos y patrones de variación en cultivos y sus parientes silvestres, y aplicar dichos conocimientos en el desarrollo de estrategias eficaces de mejoramiento genético, mediante la revisión crítica de la literatura científica actual, la discusión de artículos especializados y la realización de proyectos de investigación originales.
Genética cuantitativa y mejoramiento genético de cultivos	Estadística y análisis multivariado (4 créd.)	Genética cuantitativa (4 créd.)	Electivo II (2 créd.)	Electivo V (2 créd.)			Desarrollar habilidades avanzadas en genética cuantitativa y mejoramiento genético de cultivos para diseñar y aplicar estrategias innovadoras y eficientes en la mejora genética de los cultivos, a través de la evaluación crítica de la literatura científica, la discusión de conceptos teóricos y la aplicación de técnicas experimentales y computacionales en la resolución de problemas en la práctica
Investigación científica	Metodología de la investigación en genética y mejoramiento de cultivos (4 créd.)	Tesis I (6 créd.)	Tesis II (6 créd.)	Tesis III (6 créd.)	Tesis IV (6 créd.)	Defensa de tesis	Ser capaz de diseñar y llevar a cabo investigaciones científicas innovadoras y rigurosas en el campo de la genética y el Mejoramiento Genético de Plantas, desde la formulación de preguntas de investigación relevantes y la selección de métodos y técnicas apropiados, hasta la recolección, análisis e interpretación de datos utilizando herramientas avanzadas, y la comunicación de resultados precisos y concluyentes en forma de tesis doctoral, aplicando los más altos estándares



MAPA CURRICULAR DE DOCTORADO EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS							
LÍNEA CURRICULAR DE INVESTIGACIÓN	CICLOS						COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
	I	II	III	IV	V	VI	
							éticos y de integridad científica, y colaborando de manera efectiva con colegas y expertos en el campo.
Total créditos	16	18	12	12	6	0	64

8. LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN CURRICULARES

- Línea curricular "Genómica Funcional y Genómica"

La línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología" del programa de doctorado tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión avanzada de los conceptos y herramientas fundamentales utilizados en la genómica funcional y la biotecnología. A través de cursos introductorios en biología molecular y genética, los estudiantes adquirirán una base sólida para el estudio de la genómica funcional y la biotecnología vegetal. La línea curricular abarca una amplia gama de temas avanzados, como la secuenciación de nueva generación, el análisis de datos genómicos, la edición de genes y la biotecnología vegetal.

Los estudiantes también tendrán la oportunidad de desarrollar sus proyectos de investigación en genómica funcional y biotecnología, lo que les permitirá aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones prácticas. Se espera que los estudiantes adquieran habilidades avanzadas en el análisis de datos genómicos y la aplicación de técnicas de biotecnología para mejorar las plantas. Al completar esta línea curricular, los estudiantes estarán capacitados para trabajar en una amplia variedad de campos relacionados con la genómica funcional y biotecnología de plantas, como la investigación básica y aplicada, el desarrollo de variedades mejoradas y la industria de la biotecnología vegetal. Además, se espera que los estudiantes desarrollen habilidades críticas en la evaluación y análisis de la literatura científica relevante y la comunicación clara y precisa de sus hallazgos a audiencias técnicas y no técnicas.



- **Línea curricular "Genética y Biología Evolutiva"**

La línea curricular "Genética y Biología Evolutiva" del programa de doctorado tiene como objetivo proporcionar a los estudiantes una comprensión avanzada de los principios y mecanismos de la genética y la biología evolutiva, y su relación con la diversidad biológica en los cultivos importantes de Perú. Esta línea curricular se enfoca en la teoría y práctica de la genética de poblaciones, la evolución molecular y su aplicación en la mejora de plantas. Los estudiantes comenzarán con cursos introductorios en genética y biología molecular, y evolución, y avanzarán a cursos especializados en genética de poblaciones y evolución molecular, donde se discutirán los mecanismos que dan forma a la diversidad genética y la evolución de rasgos en el tiempo. Los estudiantes también tendrán la oportunidad de llevar a cabo proyectos de investigación en donde podrán aplicar los principios de la genética y biología evolutiva en la mejora de plantas, incluyendo la identificación de rasgos deseables, selección de poblaciones adecuadas y la aplicación de técnicas de mejoramiento para aumentar la variabilidad genética. Al completar la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva", los estudiantes estarán preparados para trabajar en diversos campos relacionados con la genética y biología evolutiva de las plantas, incluyendo investigación básica y aplicada, desarrollo de variedades mejoradas de plantas, y conservación de la diversidad biológica.

- **Línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos"**

La línea de investigación "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos" tiene como objetivo brindar a los estudiantes una comprensión profunda de los principios y técnicas de la genética cuantitativa y su aplicación en el mejoramiento genético de los cultivos. Los estudiantes desarrollarán habilidades en la evaluación y selección de plantas para características importantes, así como en la aplicación de métodos estadísticos para el análisis de datos genéticos. Esta línea de investigación comienza con cursos introductorios en genética y biología molecular, así como en estadística y análisis de datos. A partir de allí, los cursos avanzados cubren una amplia gama de temas en genética cuantitativa, donde se discutirán los fundamentos teóricos y prácticos del análisis de datos genéticos y la selección de caracteres importantes para el mejoramiento de los cultivos. Los estudiantes también tendrán la oportunidad de trabajar en proyectos de investigación que apliquen los principios de la genética cuantitativa en el mejoramiento genético de los cultivos. Esto incluirá la identificación de los rasgos deseables, la selección de poblaciones adecuadas y la aplicación de técnicas de mejoramiento para aumentar la variabilidad genética. Al completar la línea de investigación "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos", los estudiantes estarán preparados para trabajar en una amplia variedad de campos relacionados con el mejoramiento genético de los cultivos, como la investigación básica y aplicada, el desarrollo de variedades de plantas mejoradas y la industria agrícola. Además, esta línea de investigación les permitirá



a los estudiantes adquirir las habilidades necesarias para llevar a cabo investigaciones innovadoras y contribuir al avance del conocimiento en el campo de la genética y mejoramiento genético de cultivos en un programa de doctorado.

- **Línea curricular "Investigación Científica"**

La línea curricular "Investigación Científica" del programa de doctorado tiene como objetivo principal desarrollar habilidades y conocimientos en los estudiantes para llevar a cabo investigaciones científicas avanzadas en el campo de la genética y el Mejoramiento Genético de Plantas. A través de los cursos, los estudiantes adquirirán habilidades avanzadas en la formulación de proyectos de investigación, la recolección y análisis de datos complejos, la presentación de resultados en publicaciones científicas y la redacción de tesis de doctorado. Además, tendrán la oportunidad de aplicar estos conocimientos en la realización de su propia investigación y tesis, lo que les permitirá profundizar en un tema específico dentro de la genética y el Mejoramiento Genético de Plantas y contribuir al avance del conocimiento en el campo. En resumen, la línea curricular de "Investigación Científica" en el programa de doctorado brinda a los estudiantes las herramientas necesarias para llevar a cabo investigaciones de alto nivel y realizar contribuciones significativas al campo de la genética y el Mejoramiento Genético de Plantas.

9. MALLA CURRICULAR

De acuerdo a los cursos que deberá llevar el doctorando durante los seis ciclos que dura el doctorado se ha elaborado el siguiente diseño curricular.

DISEÑO CURRICULAR DE LA DOCTORADO EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS										
CICLO	Asignatura	Tipo de Curso	Créditos			Horas semanales		Horas semestrales		Horas Totales
			Créditos	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	
I	Genética Molecular	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
I	Recursos Genéticos de Cultivos	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
I	Estadística y Análisis Multivariado	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
I	Metodología de la investigación en genética y mejoramiento genético de cultivos	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96
II	Base de Datos y Análisis Bioinformático	Obligatorio	4	2	2	2	4	32	64	96



DISEÑO CURRICULAR DE LA DOCTORADO EN GENÉTICA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO DE PLANTAS										
CICLO	Asignatura	Tipo de Curso	Créditos			Horas semanales		Horas semestrales		Horas Totales
			Créditos	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	Teoría	Práctica	
II	Biotecnología Aplicada al Mejoramiento Genético	Obligatorio	4	2	2	3	2	48	32	80
II	Genética Cuantitativa	Obligatorio	4	2	2	3	2	48	32	80
II	Tesis I	Obligatorio	6	1	5	1	10	16	160	176
III	Evolución y Filogenia	Obligatorio	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Fisiología Molecular de Plantas	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Citogenética	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Temas en biotecnología de plantas	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Fenotipaje de alto rendimiento	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Genómica, cromatina y epigenética	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Teoría de la selección	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Genética de poblaciones	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Genética y genómica avanzada de los cultivos	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Resistencia a enfermedades en plantas	Electivo	2	2	0	2	0	32	0	32
III	Resistencia a insectos dañinos en plantas	Electivo	2	2	0	2	0	32	0	32
III	Mejoramiento genético avanzado y desarrollo de cultivares	Electivo	2	1	1	1	2	16	32	48
III	Técnicas Avanzadas de Análisis Instrumental	Electivo	2	1	1	2	1	32	16	48
III	Tesis II	Obligatorio	6	1	5	1	10	16	160	176
IV	Tesis III	Obligatorio	6	1	5	1	10	16	160	176



10. LINEAMIENTOS METODOLÓGICOS DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

Línea de curricular “Genómica Funcional y Biotecnología”

- Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:
 - Enfaticé la importancia de la investigación y el desarrollo de nuevas tecnologías en la genómica funcional y la biotecnología.
 - Utilice herramientas bioinformáticas y software especializado en la enseñanza para ayudar a los estudiantes a comprender mejor la complejidad de los datos de secuenciación genómica y su interpretación.
 - Fomente la participación de los estudiantes en proyectos de investigación utilizando técnicas de biología molecular y la genómica funcional para desarrollar nuevas aplicaciones biotecnológicas.
 - Proporcione a los estudiantes información actualizada sobre las políticas y regulaciones relacionadas con la biotecnología y la genómica funcional.

- Lineamientos de Evaluación:
 - Evalúe el dominio de los estudiantes en la genómica funcional y la biotecnología, incluyendo la comprensión de técnicas de biología molecular, los principios de la genómica funcional, la secuenciación de nueva generación y la interpretación de datos de secuenciación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para desarrollar nuevas aplicaciones biotecnológicas a través de la participación en proyectos de investigación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente los impactos sociales y ambientales de la biotecnología y la genómica funcional.

Línea curricular “Genética y Biología Evolutiva”

- Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:
 - Destaque la importancia de la teoría evolutiva en la genética y la biología evolutiva.
 - Utilice ejemplos de estudios de casos y de investigación actuales para ayudar a los estudiantes a comprender los conceptos fundamentales de la genética y la biología evolutiva.
 - Fomente la participación de los estudiantes en proyectos de investigación que apliquen los principios de la genética y la biología evolutiva en situaciones reales.



- Lineamientos de Evaluación:
 - Evalúe el dominio de los estudiantes en la teoría evolutiva, la genética y la biología evolutiva.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para aplicar los principios de la genética y la biología evolutiva en situaciones reales a través de proyectos de investigación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente la literatura científica relacionada con la genética y la biología evolutiva.

Línea curricular “Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos”

- Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:
 - Enfaticé la importancia de la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos para la seguridad alimentaria y la sustentabilidad agrícola.
 - Utilice herramientas y software especializados en la enseñanza para ayudar a los estudiantes a comprender mejor los métodos de mejoramiento genético y la genética cuantitativa.
 - Fomente la participación de los estudiantes en proyectos de investigación que apliquen los principios de la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos en situaciones reales.
 - Proporcione a los estudiantes información actualizada sobre las políticas y regulaciones relacionadas con la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos.
- Lineamientos de Evaluación:
 - Evalúe el dominio de los estudiantes en la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos, incluyendo la comprensión de técnicas de mejoramiento genético, la genética cuantitativa, la evaluación de germoplasma y la selección de rasgos deseables.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para aplicar los principios de la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos en situaciones reales a través de proyectos de investigación.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para analizar críticamente la literatura científica relacionada con la genética cuantitativa y el mejoramiento genético de cultivos.

Línea de curricular “Investigación Científica”

- Lineamientos de Enseñanza-Aprendizaje:
 - Fomente el aprendizaje autónomo, brindando a los estudiantes herramientas y recursos para que puedan investigar por su cuenta.



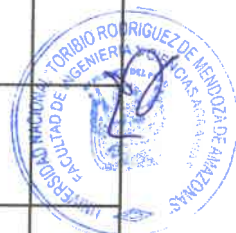
- Proporcione una introducción teórica al método científico y a las técnicas de investigación en genética y Mejoramiento Genético de Plantas, a través del curso "Metodología de la investigación en genética y mejoramiento genético de plantas".
- Guíe a los estudiantes en la elaboración de un proyecto de investigación, a través de los cursos "Tesis I", "Tesis II" y "Tesis III", para que aprendan a formular preguntas de investigación, diseñar experimentos, recolectar y analizar datos.
- Fomente el trabajo en equipo y la colaboración, proporcionando oportunidades para que los estudiantes discutan sus proyectos y trabajen juntos para resolver problemas.
- Lineamientos de Evaluación:
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para formular preguntas de investigación, diseñar experimentos, recolectar y analizar datos, presentar resultados y redactar tesis, a través de proyectos y trabajos asignados en los cursos "Tesis I", "Tesis II" y "Tesis III".
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para aplicar los conocimientos adquiridos en el curso "Metodología de la investigación en genética y mejoramiento genético de plantas", a través de la realización de experimentos y la presentación de resultados.
 - Evalúe la calidad de la tesis y la capacidad de los estudiantes para presentar y defender su trabajo de investigación frente a un comité de expertos.
 - Evalúe la capacidad de los estudiantes para trabajar en equipo y colaborar con otros, a través de proyectos y trabajos asignados en los cursos y a través de la participación en discusiones en clase.

11. CUADRO DE NECESIDADES PARA EL DESARROLLO DE LOS CURSOS

El apropiado desarrollo de los cursos que integran el diseño curricular exige una serie de condiciones o requerimientos mínimos respecto a los docentes (estudios de pregrado y posgrado y años de experiencia en el sector), respecto a las instalaciones donde se desarrollaran las actividades de enseñanza-aprendizaje (laboratorios y talleres), y respecto a algunos eventos académicos (pasantía, trabajo de campo, congreso/seminario).



Cuadro de necesidades y condiciones para lograr las competencias específicas									
CURSO	Perfil del docente				Instalaciones		Evento académico		
	Estudio de pregrado	Estudio de doctorado	Estudios de Doctorado	Años de experiencia	Laboratorio	Aula	Pasantía	Trabajo de campo	Congreso/s eminarario
Obligatorios									
Genética molecular (4 CRÉDITOS)	Biología, afines	Biología, Sistemática, afines	Biología, Sistemática, afines	5	Fisiología molecular /Fisiología vegetal /Entomología y Fitopatología	X			
Recursos genéticos de cultivos (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fito mejoramiento, afines	5	Fisiología vegetal/ Entomología y Fitopatología /Agrostología /Aguas y suelos/herbario	X		x	
Estadística y análisis multivariado (4 CRÉDITOS)	Estadística, Ing. Agrónoma, afines	Estadística, Fitomejoramiento, afines	Estadística, Fitomejoramiento, afines	5	Cómputo	X			
Metodología de la investigación en genética y mejoramiento genético de cultivos (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Cómputo	X			
Base de datos y análisis bioinformático (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónomo, Biología, Bioinformática, afines	Bioinformática, Fitomejoramiento, afines	Bioinformática, Fitomejoramiento, afines	5	Cómputo	X			
Biología aplicada al mejoramiento genético (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biotecnología, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología vegetal/ Entomología y Fitopatología	X			
Genética cuantitativa (4 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/	X			
Tesis I (6 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	5		X	x		
Tesis II (6 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	5		X	x		
Tesis III (6 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	Fitomejoramiento, Biología, afines	5		X	x		x



Cuadro de necesidades y condiciones para lograr las competencias específicas									
CURSO	Perfil del docente				Instalaciones		Evento académico		
	Estudio de pregrado	Estudio de doctorado	Estudios de Doctorado	Años de experiencia	Laboratorio	Aula	Pasantía	Trabajo de campo	Congreso/s eminario
Electivos									
Fisiología Molecular de Plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fisiología Vegetal, Fitopatología, afines	Fisiología Vegetal, Fitopatología, afines	5	Fisiología molecular/ Entomología y Fitopatología	X			
Citogenética (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/	X			
Temas en biotecnología de plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biotecnología, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	Biotecnología, Fitomejoramiento, afines	5		X			
Fenotipaje de alto rendimiento (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Herbario	X		x	
Genómica, cromatina y epigenética (2 CRÉDITOS)	Biología, Biotecnología, afines	Biología, Biotecnología, afines	Biología, Biotecnología, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/	X			
Teoría de la selección (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5		X			
Genética de poblaciones (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, Fitopatología, afines	Fitomejoramiento, Fitopatología, afines	5	Entomología y Fitopatología/ Cómputo	X			
Genética y genómica avanzada de los cultivos (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Biología, Fitomejoramiento, afines	Biología, Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología molecular/ Fisiología vegetal/ Entomología y Fitopatología	X			
Resistencia a enfermedades en plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitopatología, afines	Fitopatología, afines	5	Entomología y Fitopatología	X			
Resistencia a insectos dañinos en plantas (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Entomología, afines	Entomología, afines	5	Entomología y Fitopatología	X			
Mejoramiento genético avanzado y desarrollo de cultivares (2 CRÉDITOS)	Ing. Agrónoma, Biología, afines	Fitomejoramiento, afines	Fitomejoramiento, afines	5	Fisiología vegetal	X			
Evolución y filogenia (4 CRÉDITOS)	Biología, afines	Biología, Sistemática, afines	Biología, Sistemática, afines	5	Cómputo	X			

12. SUMILLAS

A continuación, se presentan las sumillas por ciclo de los cursos obligatorios y electivos que integran la malla curricular de este programa de doctorado.

CICLO I

Genética Molecular (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". La asignatura pretende dotar al alumno de los conocimientos básicos sobre genética molecular y su asociación con las características fenotípicas y la evolución de los seres vivos. También se abordarán los estudios de biología celular y molecular asociados a la regulación de la expresión génica como base para comprender los procesos biológicos desde una visión holística de la genómica, la transcriptómica, la proteómica y la metabolómica, la integración de datos y la biología de sistemas, así como otras herramientas moleculares. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Introducción a la genética molecular

Introducción; Bases moleculares de las células; Estructura y función de las proteínas; Concepto de gen y genómica

Unidad 2: Función y regulación molecular

Regulación de la expresión génica a nivel transcripcional y postranscripcional; Señalización celular; Sistema de endomembranas; ARN de interferencia; Control del ciclo celular

Unidad 3: Aplicaciones del estudio de genes en plantas

Genética de desarrollo en plantas; Técnicas de estudio de genética molecular; Edición genética

Recursos Genéticos de Cultivos (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". El curso tiene como objetivo aportar en el desarrollo e implementación de estrategias de la colección, intercambio, cuarentena conservación y uso del germoplasma, adquiriendo conocimientos de nuevas técnicas en la identificación y preservación del germoplasma. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:



Unidad 1: Importancia de la biodiversidad vegetal; Características de las especies vegetales silvestres y domesticadas; Patrones de origen y distribución de las especies cultivadas; Centros de origen y diversidad genética; Parientes silvestres de los cultivos.

Unidad 2: Exploración de los recursos genéticos vegetales; Principios y estrategias de la colección de germoplasma; Banco de semillas y su papel en la conservación de la biodiversidad; Mecanismos del banco de genes, mantenimiento, evaluación y conservación (in- situ y ex - situ); organismos genéticamente modificados; Conservación in situ; Conservación ex situ

Unidad 3: Uso de los recursos genéticos en la investigación de cultivos y el mejoramiento genético de plantas; Cuarentena de cultivos, regulaciones en la cuarentena de cultivos; Introducción a bancos de germoplasma nacionales e internacionales; Técnicas recientes para la detección e identificación de enfermedades.

Estadística y Análisis Multivariado (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes las herramientas estadísticas necesarias para analizar e interpretar datos de plantas y otros organismos, con un enfoque en métodos multivariados. Los estudiantes aprenderán a seleccionar y aplicar los métodos adecuados para abordar preguntas de investigación en el campo del mejoramiento genético de plantas, y a comunicar los resultados de manera clara y rigurosa. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Estadística descriptiva y probabilidad: Variables y escalas de medición; Distribuciones de frecuencia y medidas de tendencia central y dispersión; Teorema de Bayes y probabilidad condicional; Distribuciones de probabilidad y funciones de densidad.

Unidad 2: Análisis de datos univariados y bivariados: Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza; Análisis de varianza (ANOVA) y pruebas post hoc; Correlación y regresión lineal; Análisis de contingencia y chi-cuadrado.

Unidad 3: Análisis multivariado de datos: Análisis de componentes principales (PCA) y análisis factorial; Análisis discriminante; Análisis de conglomerados (clustering); Análisis de correspondencias y escalas multidimensionales.



Metodología de la Investigación en Genética y Mejoramiento Genético de Cultivos (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico).

El curso corresponde a la línea curricular de investigación científica y es de naturaleza teórico-práctica. Su propósito es acercar al m a las estrategias y metodologías para investigar más empleadas en el campo de la genética como el uso de tecnologías específicas de genómica funcional y biotecnología, el uso de herramientas de bioinformática y software especializado, la generación de mapas genéticos, la elaboración de protocolos, la identificación de genes, los métodos de mejoramiento, la edición genómica, el desarrollo de híbridos, el fenotipado, la aplicación de políticas y regulaciones relacionadas con la biotecnología y la genómica funcional, la revisión de literatura científica y el estudio de estudios de casos y de proyectos de investigación.

CICLO II

Base de Datos y Análisis Bioinformático (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El curso tiene como objetivo aportar en el desarrollo e implementación de estrategias de la colección, intercambio, cuarentena conservación y uso del germoplasma, adquiriendo conocimientos de nuevas técnicas en la identificación y preservación del germoplasma. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Importancia de la biodiversidad vegetal; Características de las especies vegetales silvestres y domesticadas; Patrones de origen y distribución de las especies cultivadas; Centros de origen y diversidad genética; Parientes silvestres de los cultivos.

Unidad 2: Exploración de los recursos genéticos vegetales; Principios y estrategias de la colección de germoplasma; Banco de semillas y su papel en la conservación de la biodiversidad; Mecanismos del banco de genes, mantenimiento, evaluación y conservación (in- situ y ex - situ); organismos genéticamente modificados; Conservación in situ; Conservación ex situ

Unidad 3: Uso de los recursos genéticos en la investigación de cultivos y el mejoramiento genético de plantas; Cuarentena de cultivos, regulaciones en la cuarentena de cultivos; Introducción a bancos de germoplasma nacionales e internacionales; Técnicas recientes para la detección e identificación de enfermedades.



Biotecnología Aplicada al Mejoramiento Genético (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". El curso tiene el objetivo de dotar de fundamentos de la biotecnología vegetal. Se discutirán el concepto y las metodologías que culminaron en el desarrollo de la biotecnología moderna y sus aplicaciones en el fitomejoramiento. El curso está organizado en tres módulos: (I) Sistemas in vitro y Agricultura Transgénica; (II) Genómica Aplicada al Mejoramiento; (III) Mejora Molecular.

Unidad 1: Sistemas in vitro y Agricultura Transgénica: Conceptos e importancia de la biotecnología vegetal; Sistemas in vitro plantas; Ingeniería genética

Unidad 2: Genómica Aplicada al Mejoramiento: Agricultura transgénica y Bioseguridad; Marcadores moleculares; Mejora molecular.

Unidad 3: Mejora Molecular: Edición de genes; Nuevas tecnologías de genotipado y fenotipado; Obtención de fenotipos por aplicaciones biotecnológicas

Genética Cuantitativa (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". Este curso tiene por objetivo proporcionar a los estudiantes de posgrado las bases fundamentales para comprender la herencia de los rasgos cuantitativos. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Introducción a la genética cuantitativa: Base genética de los caracteres cuantitativos; Fuentes de variación genética (aditividad, dominancia y epistasia); Fuentes de variación ambiental; Covarianza entre individuos emparentados

Unidad 2: Interacción y análisis genético: Heredabilidad y progreso con la selección; Capacidad de combinación (general y específica); Endogamia y heterosis; Correlación entre personajes; Interacción entre genotipos y ambientes

Unidad 3: Aplicación de la genética cuantitativa: BLUPs y valores de cría; Estimación de los componentes de la varianza; Fundamentos del mapeo de QTL, mapeo asociativo y selección genómica

Tesis I (6 créditos; Obligatorio; Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular de investigación científica y tiene como objetivo elaborar el proyecto de investigación empleando métodos y técnicas actuales relacionados con la genética y el mejoramiento genético de plantas en especies alógamas, autógamias y/o mixtas. Está compuesta por las siguientes unidades:

Unidad 1: Redacción de la parte 1 del proyecto de tesis: Título, problema de investigación, objetivos, antecedentes, hipótesis.

Unidad 2: Redacción de la parte 2 del proyecto de tesis: Población, muestra, muestreo, variables de estudio, procedimiento, análisis de datos.



Unidad 3: Sustentación del proyecto de tesis: Presentación del proyecto de tesis en la secretaría de la EPG-UNTRM.

CICLO III

Evolución y Filogenia (4 créditos; Obligatorio; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". Este curso abordará la filogenética y los métodos evolutivos moleculares relacionados que brindan enfoques poderosos para probar hipótesis evolutivas. Estos conceptos recientemente se han generalizado en la biología y otras disciplinas científicas. Se podrá conocer los fundamentos teóricos de los métodos populares de reconstrucción de filogenias a partir de datos de secuencias moleculares. Asimismo, otros análisis evolutivos moleculares. También se podrá adquirir una amplia experiencia práctica con conjuntos de datos filogenéticos y software computacional y evaluar críticamente las filogenias. El curso de Evolución y Genética es del tipo teórico - práctico y está compuesto de tres unidades: i) Bases moleculares de la evolución y cambios evolutivos de Aminoácidos y ADN, ii) Inferencia de árboles filogenéticos y iii) Polimorfismo genético y evolución. Este curso abordará la filogenética y los métodos evolutivos moleculares relacionados que brindan enfoques poderosos para probar hipótesis evolutivas. Se podrá conocer los fundamentos teóricos de los métodos populares de reconstrucción de filogenias a partir de datos de secuencias moleculares. Asimismo, otros análisis evolutivos moleculares. También se podrá adquirir una amplia experiencia práctica con conjuntos de datos filogenéticos y software computacional y evaluar críticamente las filogenias.

Unidad 1: Bases moleculares de la evolución y cambios evolutivos de Aminoácidos y ADN:

Evolución del árbol de la vida y mecanismos de evolución; Tasa de mutación y tasa de sustitución; Distancias evolutivas; Alineamiento de ADN y Aminoácidos.

Unidad 2: Inferencia de árboles filogenéticos

Tipos de árboles filogenéticos; Métodos basados en distancia genética, máxima parsimonia, máxima verosimilitud, inferencia bayesiana; Test estadísticos para inferencia filogenética; Reloj molecular

Unidad 3: Polimorfismo genético y evolución: Genética de poblaciones; Marcadores genéticos, Genómica y polimorfismo del ADN.

Tesis II (6 créditos; Obligatorio; Práctico)

El curso de Tesis II corresponde a la línea curricular de investigación científica y es de naturaleza teórico – práctico. Su objetivo es brindar al estudiante de doctorado o doctorado las herramientas básicas del marco metodológico para el desarrollo de la



investigación científica, que será de mucha utilidad para la elaboración de sus proyectos de tesis de grado. Los contenidos están distribuidos en tres unidades didácticas:

Unidad 1: Población, muestra y muestreo. Comprende la utilización de técnicas de muestreo probabilístico y no probabilístico con la utilización del Excel.

Unidad 2: Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos. Comprende las técnicas e instrumentos de recolección de información, la validación y confiabilidad de los instrumentos de recojo de información, utilizando Excel y SPSS.

Unidad 3: Análisis de datos. Comprende el análisis de datos utilizando diversas técnicas, utilizando el Excel y el SPSS.

Electivos (2 créditos).

La lista de cursos electivos es la siguiente:

Fisiología Molecular de Plantas (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". Este curso propone profundizar los mecanismos moleculares de las respuestas de la planta en su interacción con el medio ambiente con énfasis en la señalización y la regulación de la expresión génica como mediadoras de las respuestas fisiológicas. Los temas están referidos a las bases moleculares que regulan el desarrollo embrional, de raíces, hojas, estomas, flores y las respuestas foto morfogenéticas. El curso estará dividido en 3 Unidades con los siguientes componentes de aprendizaje:

Unidad 1: Organización y regulación de la expresión génica de plantas: Organización del genoma en plantas; Transcripción, regulación pre-transcripcional, transcripcional y post-transcripcional; Traducción, regulación post-traduccional.

Unidad 2: Mecanismo molecular de las hormonas vegetales: Auxinas, citocininas, giberelinas; Etileno, Ácido absísico, Brasinosteroides; Estrigolactonas, Jasmonatos y Ácido salicílico

Unidad 3: Base molecular del desarrollo vegetal; Embriogénesis, meristema apical caulinar, meristema apical radicular; Desarrollo vegetativo, desarrollo de raíces, hojas, tricomas y estomas; Desarrollo reproductivo, inducción floral, fotoperíodo, vernalización, modelo ABC

Citogenética (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de los principios y técnicas de la citogenética, así como de su aplicación en el estudio de la diversidad



genética, la evolución y el mejoramiento genético de las plantas. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Fundamentos de la citogenética: Conceptos básicos de la citogenética; Estructura y función de los cromosomas y la organización de la información genética; Principios de la citogenética molecular; Técnicas de preparación de muestras y de análisis citogenético; Microscopía óptica y electrónica.

Unidad 2: Aplicaciones de la citogenética en el estudio de la diversidad genética y la evolución de las plantas: Aplicaciones de la citogenética en el estudio de la diversidad genética y la evolución de las plantas; Análisis de la variación cromosómica y su relación con la especiación y la evolución de las especies; Métodos para el análisis de la estructura cromosómica y la identificación de genes de interés.

Unidad 3: Aplicaciones de la citogenética en el mejoramiento genético de las plantas: Aplicaciones de la citogenética en el mejoramiento genético de las plantas; Identificación de variedades con caracteres de interés; Manipulación de los cromosomas para generar nuevas variedades y mejorar la productividad y la calidad de las plantas; Conservación de la diversidad genética para el mejoramiento genético.

Tópicos en Biotecnología de Plantas (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El curso tiene como objetivo profundizar el dominio de conocimientos y habilidades prácticas para emplear herramientas biotecnológicas en el mejoramiento genético de plantas. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: La biotecnología y su relevancia en la agricultura; Cultivo de tejidos vegetales. Micropropagación; Variación somaclonal; Cultivo de embriones; Cultivo de anteras y óvulos; Embriogénesis somática; Producción de semillas artificiales, criopreservación.

Unidad 2: Técnicas de aislamiento, cuantificación y análisis de ADN; Vectores para la transformación de plantas; Selección asistida por marcadores moleculares para caracteres cualitativos y cuantitativos; Manipulación genética para tolerancia a factores bióticos y abióticos; Manipulación genética para mejoramiento del rendimiento y calidad de los cultivos.

Unidad 3: Alérgenos alimentarios vegetales; Impacto ambiental y flujo de genes; Evaluación de riesgos, regulación y etiquetado.

Fenotipaje de Alto Rendimiento (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes los conocimientos y habilidades necesarias para llevar a cabo la evaluación fenotípica de plantas de manera rápida, precisa y eficiente. Los estudiantes aprenderán a diseñar



ensayos experimentales para la evaluación de caracteres cuantitativos y cualitativos, a utilizar tecnologías avanzadas de fenotipaje, y a analizar e interpretar los datos obtenidos de manera estadística. Además, se espera que los estudiantes aprendan a aplicar los resultados obtenidos del fenotipaje de alto rendimiento en el mejoramiento genético de plantas, en particular en la selección asistida por marcadores y la detección de genes candidatos.

Unidad 1: Introducción al fenotipaje de alto rendimiento: Conceptos básicos de fenotipaje de plantas; Métodos de evaluación de caracteres cuantitativos y cualitativos; Ventajas del fenotipaje de alto rendimiento.

Unidad 2: Diseño experimental para el fenotipaje de alto rendimiento: Diseño de ensayos de campo y de invernadero para el fenotipaje de plantas; Diseño de ensayos moleculares para el fenotipaje de plantas; Análisis estadístico de datos obtenidos en fenotipaje de alto rendimiento.

Unidad 3: Aplicaciones del fenotipaje de alto rendimiento en mejoramiento genético de plantas: Selección asistida por marcadores y fenotipaje de alto rendimiento; Fenotipaje de alto rendimiento y mejoramiento de caracteres complejos; Fenotipaje de alto rendimiento y detección de genes candidatos

Genómica, cromatina y epigenética (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". Este curso abordará los conceptos claves y los principales usos que tiene la Epigenética y como se da el comportamiento de la cromatina. Es importante entender estos conceptos puesto que la epigenética es un campo muy importante en el mejoramiento genético de plantas. Aunque los mecanismos epigenéticos fundamentales en los cultivos están comenzando a dilucidar, anticipamos que se emplearán ampliamente en el futuro para mejorar los cultivos.

El curso de Genómica, cromatina y epigenética es del tipo teórico y está compuesto de tres unidades: i) Introducción a la epigenética y sus mecanismos, ii) Epigenética y su relación con el ARN y iii) Aplicación del Epigenética en plantas. Actualmente se ha confirmado que los fenómenos epigenéticos influyen en la expresión génica a nivel de estructura y organización de la cromatina, modulando así el acceso de los complejos reguladores al genoma. En este curso se podrá abordar mecanismos epigenéticos que están involucrados en casi todos los aspectos de la vida de las plantas, incluidos los rasgos importantes desde el punto de vista agronómico, como el tiempo de floración, el desarrollo de la fruta, las respuestas a los factores ambientales y la inmunidad de la planta.

Unidad 1: Introducción a la epigenética y sus mecanismos: Mecanismos epigenéticos de respuesta al estrés abiótico, biótico y memoria en plantas; Epialelos heredados germinalmente en el Mejoramiento Genético de Plantas; Epigenética y heterosis en



plantas de cultivo; Histonas Canónicas y sus variantes en plantas: Evolución y Funciones; Una visión general del panorama epigenético de la línea germinal masculina.

Unidad 2: Epigenética y su relación con el ARN: Edición dirigida del epigenoma de los genes de defensa de las plantas a través de la activación CRISPR; Modificaciones químicas del ARN: el epitranscriptoma vegetal; El papel de los ARN pequeños en la embriogénesis somática de las plantas; Embriogénesis somática: los complejos de Polycomb controlan la transición de célula a embrión.

Unidad 3: Aplicación de la Epigenética en plantas: Exploración del papel de la epigenética en cultivos de cereales y leguminosas a estrés abiótico; Epigenética de la señalización luminosa durante el desarrollo de las plantas; Epigenética del tomate: descifrando la información genética; Epigenética en árboles forestales.

Teoría de la Selección (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran los conocimientos fundamentales sobre la teoría de la selección natural y su aplicación en la selección artificial y el mejoramiento genético. Además, se busca que los estudiantes comprendan los conceptos y herramientas teóricas de la selección asistida por marcadores y su aplicación en la práctica del mejoramiento genético. Al finalizar el curso, los estudiantes deberían ser capaces de diseñar experimentos, analizar datos y aplicar las teorías de selección en la selección de características deseables en plantas y animales, así como en la conservación de especies en peligro de extinción.

Unidad 1: Fundamentos de la Selección Natural: Conceptos básicos de la selección natural; Tipos de selección natural y sus efectos en las poblaciones; Modelos matemáticos para describir la selección natural; Teoría del equilibrio de Hardy-Weinberg; Selección estabilizadora y selección disruptiva

Unidad 2: Selección Artificial y Mejoramiento Genético: Selección artificial y su relación con el mejoramiento genético; Métodos de selección en plantas y animales; Mejora de caracteres cuantitativos y cualitativos mediante la selección; Selección recíproca y cruzamiento dialélico; Mapeo de QTL y análisis de asociación genómica

Unidad 3: Selección Asistida por Marcadores: Fundamentos de la selección asistida por marcadores; Tipos de marcadores genéticos y su aplicación en MAS; Diseño de experimentos y análisis de datos para la aplicación de MAS; Selección por endogamia y por dominancia; Estrategias de selección y mejoramiento genético en la era post-genómica



Genética de Poblaciones (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética y Biología Evolutiva". Este curso tiene como objetivo introducir el estudio del proceso de evolución a través de modelos genéticos poblacionales y cuantitativos, modelos que son usados en programas de mejoramiento. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Introducción a la Genética de Poblaciones; Equilibrio Hardy-Weinberg y frecuencias alélicas; Desequilibrio de ligamiento; Teoría coalescente; Evolución Natural; Mutación y Deriva genética.

Unidad 2: Selección y aptitud; Modelos de selección de uno y más loci; Equilibrio de selección de mutación; Estimación de selección.

Unidad 3: Inbreeding y evolución de sistemas de apareamiento; Estructura poblacional; Heredabilidad y respuesta de selección; QTLs

Genética y genómica avanzada de los cultivos (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El objetivo de este curso es que los estudiantes adquieran los conocimientos avanzados sobre la genómica de los cultivos, desde los fundamentos teóricos hasta su aplicación en la práctica del mejoramiento genético. Al finalizar el curso, los estudiantes deberían ser capaces de aplicar las herramientas de la genómica para resolver problemas de mejoramiento genético en cultivos. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Fundamentos de la genómica de los cultivos: Introducción a la genómica de los cultivos; Conceptos básicos de genética molecular y biotecnología; Genómica comparativa y evolutiva de los cultivos; Secuenciación de nueva generación (NGS) y ensamblaje de genomas

Unidad 2: Análisis y aplicación de los datos de la genómica: Análisis de datos de genómica y proteómica; Estudios de asociación de genoma completo (GWAS); Identificación de genes candidatos y marcadores asociados; Edición de genomas y tecnologías de ingeniería genética

Unidad 3: Mejoramiento genético de los cultivos con herramientas de la genómica: Genómica aplicada al mejoramiento genético de cultivos; Diseño y aplicación de programas de mejoramiento genético basados en genómica; Selección asistida por marcadores y otras herramientas de la genómica para el mejoramiento genético; Estudios de diversidad y conservación de recursos genéticos de los cultivos



Resistencia a enfermedades en plantas (2 créditos; Electivo; Teórico)

Los principios fundamentales de patogenicidad en cultivos, y la manera cómo incorporar resistencia a enfermedades es clave para desarrollar cultivares mejorados. Por lo tanto, todo estudiante de la doctorado o doctorado en genética y fitomejoramiento de cultivos necesita tener estos conocimientos para poder incorporar durante su ejercicio profesional. Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos".

Competencia: Conocer y aplicar los principios fundamentales de las interacciones patógeno-hospedero para desarrollar propuestas de mejoramiento genético de cultivos con enfoque a resistencia a enfermedades, aplicando técnicas modernas.

El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Introducción; Procesos de detección, infección del patógeno, e inmunidad del hospedero; Teoría del "gen por gen"; Patógenos biotróficos y necrotrofos; Proteínas efectoras; Presentación de artículo

Unidad 2: Agrobacterium; Interacciones planta-bacteria; Silenciamiento de genes inducido por el hospedero; Resistencia y susceptibilidad molecular; Presentación de artículo

Unidad 3: Transferencia horizontal de genes; Interacciones planta-virus; Tipos de resistencia contra virus; Técnicas para desarrollar cultivares con resistencia a patógenos; Presentación de artículo

Resistencia a insectos dañino en plantas (2 créditos; Electivo; Teórico)

El uso de plantas resistentes a insectos como estrategia dentro del Manejo Integrado de Plagas consiste en el uso de genotipos vegetales que ayudan a mantener las poblaciones de insectos plagas por debajo de los niveles de daño económico. El objetivo del curso es presentar los fundamentos, conceptos, técnicas y aplicaciones del uso de plantas resistentes a insectos. Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Resistencia de plantas a insectos: Conceptos, categorías y uso de plantas resistentes a insectos; Interacción insecto – planta; Interacciones no antagónicas, antagónicas y tróficas; Defensa directa e indirecta, costos y beneficios de la defensa; Metabolitos secundarios, antibiosis y antixenosis

Unidad 2: Inducción de resistencia a insectos y plantas genéticamente modificadas: Mecanismos bioquímicos y moleculares de la resistencia inducida; Factores bióticos y abióticos; Mejoramiento por cruzamiento, selección e ingeniería genética; Genes de *Bacillus thuringiensis* (Bt); Bioseguridad y manejo de plantas genéticamente modificadas

Unidad 3: Resistencia en plantas y Manejo Integrado de plagas: Resistencia de plantas como método de control; Resistencia de plantas y control cultural, biológico y químico



Mejoramiento genético avanzado y desarrollo de cultivares (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genética Cuantitativa y Mejoramiento Genético de Cultivos". El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes los conocimientos necesarios para desarrollar cultivares mediante la aplicación de técnicas avanzadas de mejoramiento genético. Al finalizar el curso, los estudiantes deberán ser capaces de diseñar y aplicar estrategias para el mejoramiento genético de plantas y el desarrollo de cultivares con características deseables. El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Avances en la genética y el mejoramiento genético de plantas: Avances recientes en la genética y el mejoramiento genético de plantas; Selección de los parentales adecuados para el mejoramiento genético; Métodos de cruzamiento y sistemas de mejora de plantas; Principios de la teoría de la selección y su aplicación al mejoramiento genético de plantas

Unidad 2: Herramientas moleculares para el mejoramiento genético de plantas: Genómica y proteómica funcional aplicadas al mejoramiento genético; Estrategias de selección asistida por marcadores en el mejoramiento genético de plantas; Tecnologías de edición genómica aplicadas al mejoramiento genético de plantas; Avances en la transformación genética de plantas

Unidad 3: Desarrollo de cultivares y su evaluación: Principios y prácticas en el desarrollo de cultivares; Evaluación de la calidad de los cultivares y su adaptación a diferentes ambientes; Producción de semillas y comercialización de cultivares; Regulación y políticas en el desarrollo y comercialización de cultivares.



Ingeniería de Cultivo de Células y Tejidos Vegetales (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Genómica Funcional y Biotecnología". El curso tiene como objetivo profundizar los enfoques actuales que se emplean para controlar y manipular células vegetales como herramienta biotecnológica en el mejoramiento genético de plantas. El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Ingeniería de cultivo de células y tejidos vegetales - Generalidades; Historia del cultivo celular y tipos de cultivos de celulares; Requisitos para el cultivo celular, bioseguridad y riesgos biológicos; Categorías de cultivo de células vegetales y entorno celular

Unidad 2: Almacenamiento, criopreservación y suministro de cultivos celulares; Cultivo, subcultivo y cuantificación; Evaluación de la contaminación en cultivo celular; Ensayos de viabilidad en cultivo celular; Medición de apoptosis y muerte celular I; Medición de apoptosis y muerte celular II

Unidad 3: Ensayos de proliferación I; Ensayos de proliferación II; Interacción de proteínas en cultivos celulares

Microbiología Agrícola (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

El curso electivo de Microbiología agrícola se enmarca en la línea curricular de "Genómica Funcional y Biotecnología". Tiene como objeto de estudio los microorganismos de importancia agronómica y sus interacciones, en el contexto del rol que desempeñan en la nutrición, sanidad, resistencia al estrés y adaptación exitosa de un cultivo en un ambiente dado. Estos microorganismos poseen un gran potencial por lo que pueden ser utilizados para el desarrollo de herramientas biotecnológicas para la agricultura. El curso se encuentra organizado en 3 unidades: Introducción a los microorganismos, El holobionte planta y Biotecnología microbiana, y brindará al estudiante las herramientas para comprender la función y la importancia de los microorganismos como actores clave para el establecimiento de los cultivos agrícolas, así como el enorme potencial que estos poseen para la formulación de bioinsumos de interés agrobiotecnológico.

Competencia: Comprender el rol de los microorganismos en los ecosistemas agrícolas y sus interacciones con la planta y suelo. Adquirir habilidades técnicas para la manipulación de microorganismos y analizar de forma crítica el efecto de los microorganismos en los sistemas productivos.

El curso está dividido en tres unidades:

Unidad 1: Introducción a los microorganismos: Principios de la Microbiología; La célula procariota; Fisiología y metabolismo microbiano; Genómica microbiana; Taxonomía microbiana; Filogenia microbiana

Unidad 2: El holobionte planta: Microorganismos asociados a planta; Ciclo biológico del carbono; Ciclo biológico del nitrógeno; Fijación biológica del nitrógeno; Ciclo biológico del Fósforo; El holobionte planta

Unidad 3: Biotecnología microbiana: Interacción planta-microorganismo; Bacterias asociadas a planta; Micorrizas; Microorganismos promotores de crecimiento de plantas; Inoculantes microbianos; Agricultura sustentable

Técnicas Avanzadas de Análisis Instrumental (2 créditos; Electivo; Teórico-Práctico)

Este curso pertenece a la línea curricular "Investigación científica". El objetivo de este curso es que los estudiantes de doctorado apliquen métodos modernos de análisis instrumental en el desarrollo de su tesis. Los mismos que le permitirán obtener datos cualitativos y cuantitativos para explicar los fenómenos que ocurren en la naturaleza. Este curso está dividido en tres unidades que cubren los siguientes temas:

Unidad 1: Espectroscopía confocal Raman:



Teoría Raman. Espectroscopía. Microscopía confocal. Quimiometría. Configuración química de la materia. Análisis de resultados.

Unidad 2: Cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas:

Compuestos volátiles de la materia. Cromatografía de gases. Identificación de compuestos según su masa atómica. Preparación de muestras. Análisis de resultados. Librerías de compuestos químicos.

Unidad 3: Cromatografía líquida de alta resolución:

Compuestos no volátiles de la materia. Cromatografía líquida. Identificación de compuestos según su perfil cromatográfico

CICLO IV

Tesis III (6 créditos, obligatorio, teórico-práctico)

El curso corresponde a la línea curricular de investigación científica y su propósito es aportar al nivel de logro avanzado de la competencia de aplicar el método científico y normatividad internacional de redacción científica en la elaboración y sustentación de un informe de tesis. Los contenidos están distribuidos en tres unidades didácticas: I unidad didáctica: Aspectos Estructurales del Informe de tesis (Normativa y reglamentación del informe de tesis, Análisis de la metodología y los resultados Experimentales); II unidad didáctica: Redacción del informe final de tesis (Análisis de las conclusiones, discusiones, referencias Bibliográficas y resumen e introducción); III unidad didáctica: Revisión del informe final de tesis (Análisis y evaluación del informe final de tesis como herramienta de investigación para la generación de conocimiento) y artículo listo para sometimiento.

