



RESOLUÇÃO CI/CCA Nº 72, DE 14 DE JULHO DE 2026

Aprova a criação de disciplinas do Programa de Pós-Graduação em Genética de Melhoramentos.

O DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, nomeado pela [Portaria nº 1362/2025-GRE](#), de 12 de dezembro de 2025, usando da atribuição que lhe confere o art. 31 do [Regimento Geral da UEM](#), tendo em vista a deliberação na Reunião do Conselho Interdepartamental do Centro de Ciências Agrárias, registrada na Ata CCA nº 4, de 01 de julho de 2026,

Considerando o e-protocolo nº 26.312.142-2;

Considerando o Resolução nº 40, 41, 42, 43, 44, 45, 48/2026-PGM

SANCIONA a seguinte Resolução:

Art. 1º- Aprovar a criação da disciplina “**Citogenética e Citogenômica**”, conforme **anexo I**, que são parte integrante desta resolução:

Art. 2º- Aprovar a criação da disciplina “**Conservação e Manejo de Recursos Genéticos**”, conforme **anexo II**, que são parte integrante desta resolução:

Art. 3º- Aprovar a criação da disciplina “**Melhoramento de Forrageiras Poliploides**”, conforme **anexo III**, que são parte integrante desta resolução:

Art. 4º- Aprovar a criação da disciplina “**Produção de Grandes Culturas: Feijão e Mandioca**”, conforme **anexo IV**, que são parte integrante desta resolução:

Art. 5º- Aprovar a criação da disciplina “**Aprendizado de Máquina: Princípios e Aplicações no Melhoramento Genético**”, conforme **anexo V**, que são parte integrante desta resolução:

Art. 6º- Aprovar a criação da disciplina “**Modelos Biométricos II Aplicados ao Melhoramento Genético**”, conforme **anexo VI**, que são parte integrante desta resolução:

Art. 7º- Aprovar a criação da disciplina “**Fenômica e Fenotipagem Aplicadas ao Melhoramento de Plantas**”, conforme **anexo VII**, que são parte integrante desta resolução:



Universidade Estadual de Maringá
Conselho Interdepartamental - CCA



Art. 8º- Esta resolução entra em vigor na data de sua publicação.

Maringá, 29 de julho de 2026.

CERTIDÃO

Certifico que a presente Resolução foi publicada no site <https://cca.uem.br>, no dia 29/07/2026. Certifico, ainda que o prazo recursal termina em 05/08/2026, conforme dispõe o § 1º, do art. 95, do Regimento Geral da UEM

Marcelo Lyouthi Omori
Secretário



Carlos Alberto de Bastos Andrade
Diretor



ANEXO I

Código						
Disciplina	Citogenética e Citogenômica					
Nível	Mestrado/Doutorado					
Carga horária	60 horas/aula					
Departamento	Departamento de Agronomia					
Número de créditos	Teórico:	03	Prático:	01	Total:	04
Ementa	Fundamentos da citogenética clássica e molecular, abordando a organização, estrutura, dinâmica e comportamento dos cromossomos durante o ciclo celular. Bases moleculares da cromatina, da recombinação e do pareamento cromossômico. Organização estrutural dos cromossomos metafísicos. Distribuição da cromatina no núcleo e alterações na arquitetura cromossômica. Métodos de análise cromossômica, incluindo técnicas convencionais de bandejamento e citogenética molecular por hibridização fluorescente in situ (FISH, GISH e variantes). Alterações cromossômicas numéricas e estruturais, com ênfase em poliploidia e aneuploidia e sua influência na fertilidade, evolução e especiação. Cromossomos politênicos, plumosos e cromossomos B.					
Programa	1. Teórico: 1.1. Ciclo celular: Intérfase e divisão. Mitose e meiose; 1.2. Organização molecular da cromatina; 1.3. Distribuição dos cromossomos e da cromatina no núcleo. 1.4. Pareamento e Recombinação – aspectos moleculares 1.5. Coesividade de cromátides irmãs; manutenção de quiasmas; checkpoint mitótico. 1.6. Cromossomo metafásico: composição das cromátides, estrutura e função do centrômero, telômero e região organizadora do nucléolo; 1.7. Heterocromatina; DNA repetitivo; alterações na estrutura da cromatina 1.8. Bandejamento cromossômico. Técnicas convencionais e hibridização fluorescente in situ (FISH e GISH) e suas variações; 1.9. Poliploidia e aneuploidia. Indução de poliploidia. Técnicas de indução, identificação de poliploides, vantagens e desvantagens. Importância da poliploidia para o melhoramento de plantas,					



	1.10. Afinidade genômica; análise de híbridos interespecíficos; gametas 2n (SDR e FDR): origem, importância no melhoramento. 1.11. Aberrações cromossômicas estruturais: origens, identificação, transmissão, consequências, comportamento citológico, influência sobre fertilidade e papel evolutivo; 1.12. Cromossomos politênicos e plumosos. Cromossomos B; 1.13. Aplicações da citogenética na evolução, caracterização genômica e no melhoramento genético de plantas. 2. Prático: 2.1. Preparação de lâminas mitóticas. 2.2. Preparação de células meióticas. 2.3. Determinação do número cromossômico. 2.4. Montagem de kariótipos. 2.5. Construção de ideogramas. 2.6. Análise de comportamento meiótico. 2.7. Identificação de anormalidades cromossômicas. 2.8. Introdução à técnica de FISH (demonstração ou análise de imagens).
Bibliografia	BASS, H.; BIRCHLER, J.A. Plant Cytogenetics: genome structure and chromosome function. Crop and Models Book 4. Springer, 2012. 355p. COX, M.M.; DOUDNA, J.A.; O'DONNELL, M. Biologia Molecular: Princípios e Técnicas. Artmed, 2012. 914p. GUERRA, M. Citogenética Molecular: Protocolos comentados. Sociedade Brasileira de Genética, 2012, 132p. GUERRA, M.; SOUZA, M.J. Como observar cromossomos: um guia de técnicas em citogenética vegetal, animal e humana. Funpec-editoea, 2002, 131p. KEY, M. Cytogenetics: techniques and applications. 1 ed. Callisto Reference, 2015, 160p. KHUSH, G. Cytogenetics of Aneuploids. Academic Press, 2012. 301p. LEWIN, B. N. Genes X. 10 ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall, 2008. 930p. LIEHR, T. Cytogenetics and Molecular Cytogenetics. 1 ed. CRC Press, 2023, 382p.



	LIEHR, T. Cytogenomics. 1 ed. Academic Press, 2021, 409p. OZOUF-COSTAZ, C.; PISANO, E.; FORESTI, F.; TOLEDO, L.F.A. Fish cytogenetics techniques: Ray-Fin fishes and Chondrichthyans. CRC Press, 2019. 216p. PIERCE, B.A. Genética; um enfoque conceitual. 5 ed. GuanabaraKoogan, 2016. 674p. PRADILHO, M.; HECKMANN, S. Plant meiosis. 1 ed. Springer Nature, 2020, 405p. SINGH, R. J. Plant Cytogenetics. 3 ed. CRC Press, 2016. 528p. SUMMER, A.T. Chromosomes: Organization and Function. 1 ed. Blackweel Publishing, 2003. 287p. SYBENGA, J. Cytogenetics in plant breeding. Berlin; New York: Springer-Verlag, 1992. 469p. WATSON, J.D.; GANN, A.; BAKER, T.A.; BELL, S.P.; LOSICK, R. Biologia Molecular do Gene. 7 ed. Artmed, 2015.878p.
--	---



ANEXO II

Código						
Disciplina	Conservação e Manejo de Recursos Genéticos					
Nível	Mestrado/Doutorado					
Carga horária	60 horas/aula					
Departamento	Departamento de Agronomia					
Número de créditos	Teórico:	03	Prático:	01	Total:	04

Ementa	Fundamentos dos Recursos Genéticos Vegetais (RGVs), abordando a importância da variabilidade genética, suas fontes e a diversidade genética intraespecífica e interespecífica. Conceitos de germoplasma, coleta, introdução, multiplicação, regeneração, caracterização. Estratégias de conservação organização e manejo de Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs), preservação da variabilidade genética e coleções de germoplasma. Potencial de uso dos recursos genéticos vegetais e sua aplicação em programas de melhoramento genético. Aspectos legais relacionados ao acesso ao patrimônio genético, conservação e repartição de benefícios.
Programa	TEÓRICO: 1. Fundamentos dos Recursos Genéticos Vegetais: Importância da variabilidade genética para as populações naturais.; Fontes de variabilidade genética; Conceitos e fundamentos teóricos dos Recursos Genéticos Vegetais (RGVs); Diversidade genética intraespecífica e interespecífica. 2. Coleta, Caracterização e Avaliação de Germoplasma: Conceitos de germoplasma.; Planejamento, coleta e introdução de germoplasma; Multiplicação e regeneração de acessos; Caracterização de germoplasma (descritores morfológicos; descritores moleculares; descritores citogenéticos); Avaliação de germoplasma para caracteres de interesse. 3. Conservação e Manejo de Recursos Genéticos Vegetais: Estratégias de conservação (conservação in situ; conservação on farm; conservação ex situ); Bancos Ativos de Germoplasma (BAG): conceitos, objetivos e organização; Manejo de Bancos Ativos de Germoplasma; Coleções de germoplasma, preservação e manutenção da variabilidade genética; Bancos Ativos de Germoplasma brasileiros e internacionais. 4. Utilização dos Recursos Genéticos Vegetais: Potencial de uso dos recursos genéticos vegetais; Agrobiodiversidade e segurança alimentar; Utilização dos RGVs em programas de melhoramento genético vegetal; Estudos de divergência genética e sua aplicação na seleção de genitores. 5. Aspectos Legais e Estudos de Caso: Legislação nacional e internacional relacionada aos recursos genéticos vegetais; Acesso ao



	patrimônio genético e repartição de benefícios; A interdisciplinaridade no estudo dos recursos genéticos vegetais. 6. Estudos de caso envolvendo produtos derivados de Bancos Ativos de Germoplasma: Fontes de resistência a estresses bióticos; Fontes de resistência a estresses abióticos; Desenvolvimento de linhagens e cultivares; descoberta e utilização de biomoléculas de interesse agrícola. PRÁTICO: 2.1. Visita técnica a banco de germoplasma. 2.2. Caracterização morfológica de acessos. 2.3. Avaliação de diversidade genética utilizando descritores. 2.4. Elaboração de plano de conservação para uma espécie de interesse. 2.5. Estudos de caso sobre legislação e acesso ao patrimônio genético.
Bibliografia	Abreu, A. G.; Pádua, J. G.; Barbieri, R. L. Conservação e uso de recursos genéticos vegetais para à alimentação e à agricultura no Brasil: 2012 a 2019. Brasília, DF: Embrapa. 2022. 112p. Costa, A. M.; Spehar, C. R.; Sereno, J. R. B. Conservação de Recursos Genéticos no Brasil. Brasília, DF: Embrapa. 2012. 628p. Lopes, M.A.; Fávero, A.p.; Ferreira, M.A.J.F.; Faleiro, F. G.; Folle, S. M.; Guimarães, E.P. Pré-melhoramento de plantas. O estudo da arte e experiências de sucesso. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 614p. NASS, L. L. Recursos genéticos vegetais. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2007. 858p. Veiga, R. F. A.; Queiroz, M. A. Recursos Fitogenéticos. A base da agricultura sustentável no Brasil. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. 496p. Walter, B. M. T.; Cavalcanti, T. B. Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005, 778p.



ANEXO III

Código						
Disciplina	Melhoramento de Forrageiras Poliploides					
Nível	Mestrado/Doutorado					
Carga horária	45 horas/aula					
Departamento	Departamento de Agronomia					
Número de créditos	Teórico:	03	Prático:	00	Total:	03
Ementa	A disciplina aborda os fundamentos genéticos, citogenéticos e biotecnológicos aplicados ao melhoramento de espécies forrageiras poliploides. Origem, evolução e importância da poliploidia em forrageiras. Sistemas reprodutivos, apomixia, comportamento meiótico e padrões de herança em espécies poliploides. Métodos de obtenção e manipulação da poliploidia, produção de híbridos e desenvolvimento de populações de melhoramento. Aplicação de ferramentas de citogenética molecular, marcadores moleculares em programas de melhoramento. Estudos de caso, desafios e perspectivas para o desenvolvimento de cultivares forrageiras de alta produtividade.					
Programa	1. Importância econômica e ecológica das forrageiras poliploides. 2. Bases genéticas e citogenéticas da poliploidia. 3. Origem e evolução das forrageiras poliploides 4. Sistemas reprodutivos: sexualidade, apomixia e suas implicações no melhoramento. 5. Comportamento meiótico, herança e segregação em poliploides. 6. Indução da poliploidia e produção de híbridos interespecíficos. 7. Métodos de melhoramento para espécies poliploides e apomíticas. 8. Ferramentas moleculares e citogenética molecular. 9. Planejamento e condução de programas de melhoramento de forrageiras tropicais, com ênfase em espécies dos gêneros <i>Urochloa</i>, <i>Megathyrus</i>, <i>Pennisetum</i>, <i>Cenchrus</i> e <i>Arachis</i>. 10. Estudos de caso em programas de melhoramento de forrageiras tropicais e perspectivas futuras.					
Bibliografia	BASS, H.; BIRCHLER, J.A. Plant Cytogenetics: genome structure and chromosome function. Crop and Models Book 4. Springer, 2012. 355p. DAR, T.U.H.; REHMAN, R.U. Polyploidy: Recent Trends and Future Perspectives. 1 ed. Springer. 2017. 113p. KHUSH, G. Cytogenetics of Aneuploids. Academic Press, 2012. 301p.					



	MASON, A. S. Polyploidy and hybridization for crop improvement. CRC Press, 2012, 488p. PEER, Y. V. Polyploidy: Methods and Protocols. Springer Nature, 2023, 515p. PRADILHO, M.; HECKMANN, S. Plant meiosis. 1 ed. Springer Nature, 2020, 405p. RADOEVA, T.; DUJK, P. J. Apomixis: Methods and Protocols. Springer Nature, 2026, 302p. SOLTIS, P. S.; SOLTIS, D. E. Polyploidy and Genome Evolution. Springer, 2012, 420p.
--	--





ANEXO IV

Código						
Disciplina	Produção de Grandes Culturas: Feijão e Mandioca					
Nível	Mestrado/Doutorado					
Carga horária	60 horas/aula					
Departamento	Departamento de Agronomia					
Número de créditos	Teórico:	03	Prático:	01	Total:	04
Ementa	Culturas do feijão e da mandioca. Importância econômica e social. Características botânicas e fenologia. Fisiologia da produção. Clima e solo. Genótipos. Exigências nutricionais e manejo químico do solo. Sistema de produção. Planejamento. Manejo e tratos culturais. Colheita.					
Programa	1. Importância econômica e social das culturas de feijão e da mandioca; 2. Morfologia crescimento vegetal e fenologia das culturas de feijão e da mandioca; 3. Implantação das culturas de feijão e da mandioca; 4. Principais práticas culturais nas culturas de feijão e da mandioca; 5. Manejo da adubação nas culturas de feijão e da mandioca; 6. Manejo fitossanitário das culturas de feijão e da mandioca; 7. Ecofisiologia das culturas de feijão e da mandioca; 8. Colheita, beneficiamento de feijão e da mandioca e qualidade industrial de raízes de mandioca.					
Bibliografia	1 - Básicas (Disponibilizadas na Biblioteca ou aquisições recomendadas) 1.1 CULTURA DO FEIJÃO. BARBOSA, C. A. Manual da cultura do feijão comum e irrigado. 1ª Ed. Editora AgroJuris. Série Agrícola. Viçosa, 2010. 257p. BORÉM, A.; ALMEIDA, G. Plantas geneticamente modificadas desafios e oportunidades para regiões tropicais (Org). Visconde do Rio Branco, Suprema, 2011, 390p. CARNEIRO, J. E. de S.; PAULA JUNIOR, T. J. de.; BORÉM, A. (Editores). Feijão: do plantio à colheita. Viçosa: Ed. UFV, 2015. 384p. MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; BIAVA, M. (eds.). Feijão: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: EMBRAPA. Informação Tecnológica, 2003. 203p. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).					



ORIVALDO, A.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. **Aspectos gerais da cultura do feijão Phaseolus vulgaris L.** Botucatu: FEPAF, 2015. 433 p.

PRIA, M. D.; SILVA, O. C. da. Organizadores. **Cultura do feijão: doenças e controle.** Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. 452p.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; GUILHERME, S. R. (Editores). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira; 2015-2017.** Anais da Reunião da Comissão Técnica Central Brasileira de Feijão, Lavras, 13 e 14 de março de 2014. Lavras: FUNDECC, 2014. 168p.

VIEIRA, C.; PAULA JR. T.J.; BORÉM, A. eds. **Feijão. 2 ed. Atual.** Viçosa: UFV, 2006. 600 p.

1.2 CULTURA DA MANDIOCA

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL. **Annual Report: Cassava Program.** Cali, CIAT, Colômbia

CEREDA, M.P. (Coord.). **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** São Paulo, Fundação Cargill, 2001. 320 p. (Série Culturas de tuberosas amiláceas Latino-Americanas).

CONCEIÇÃO, A.J.A. **A mandioca.** Cruz das Almas, UFBA/EMBRAPA/BNB/BRASCAN NORDESTE, 1979. 382p.

COCK, J.H. Cassava: **A basic energy source in the tropics.** *Science*, 218: 755-62. 1982.

DOMINGUES, C.E. **Yuca: investigación, producción y utilización.** Cali, CIAT/PNUD, 1982. 660p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **O Próalcool e a revolução na cultura da mandioca.** Informe Agropecuário: 5 (59/60), 1979. 124p.

HILLOCKS, R.J.; THRESH, J.M.; BELLOTI, A.C. (Eds.) Cassava: **Biology, production and utilization.** New York, CABI Publishing, 2002. 332 p.

LORENZI, J.O.; DIAS, C.A.C. **Cultura da mandioca.** Campinas, CATI, 1993. 41p. (Boletim Técnico, 211).

MONTALDO, A. **La Yuca.** San José, IICA, 1979. 386p.

NARTEY, F. **Manihot esculenta (cassava): cyanogenics ultrastructure and seed germination.** Copenhagen, Denmark, University of Copenhagen, 1977. 262p. (Thesis D.Sc.).

NWEKE, F.I.; SPENCER, D.S.C.; LYNAN, J.K. **The cassava transformation.** East Lansing, Michigan State University Press, 2002. 273 p.

OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Comp.). **La yuca en el Tercer Milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y**



comercialización. Cali, Colombia, CIAT, CLAYUCA, 2002. 586 p. (Publicación CIAT N. 327).

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G. Épocas de Colheita de Parte Aérea e de Raízes de Mandioca. In: CEREDA, M.P. (Coord.) **Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas.** São Paulo, Fundação Cargill, v.2, 2002. p. 384-412 (Série: Culturas Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas, v.2).

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; RIMOLDI, F. **Quantificação e caracterização dos resíduos agrícolas da mandioca** no Estado do Paraná. In: CEREDA, M.P. (Coord.) **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino-Americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 413-434 (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas, v.2).

SAGRILO, E.; VIDIGAL FILHO, P.S.; PEQUENO, M.G.; RIMOLDI, F. **Dimensionamento dos subprodutos agrícolas da mandioca** (Manihot esculenta, Crantz) no Estado do Paraná. In: CEREDA, M.P. (Coord.) **Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca.** São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 291-304. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latinoamericanas, v.4).

SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2007. 817 p.

TAKAHASHI, M.; FONSECA JÚNIOR, N.F.; TORRECILLAS, S.M. (Orgs.) **Mandioca no Paraná: antes, agora e sempre.** Curitiba, Iapar, 2002. 209p. (Circular Técnica 123).

VIEGAS, A.P. **Estudos sobre a mandioca.** Campinas, IAC/BRASCAN-NORDESTE, 1976. 214p.

VIDIGAL FILHO, P.S.; ORTIZ, A.H.T.; PEQUENO, M.G.; BORÉM, A. (Org.). **Mandioca do plantio à colheita.** São Paulo, Oficina de Textos, 2022. 303p

2 - Complementares

2.1 - CULTURA DO FEIJÃO

AIDAR H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Edts. Técnicos). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2002. 305p.

ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (coords.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: POTAFÓS, 1996. 786p.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO (CTSBF) - **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul Brasileira** – 2009. Florianópolis: EPAGRI, 2010. 164p.



DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. **Produção de Feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 385p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Feijão de alta produtividade**. Informe Agropecuário. EPAMIG: Belo Horizonte. V.25, n.223. 2004.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. ed. Técnicos. **Fundamentos para uma agricultura sustentável, com ênfase na cultura do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2009. 452p.

POSSE, S. C. P.; RIVA-SOUZA, E.M.; SILVA, G.M. da; FASOLO, L.M.; SILVA, M.B. da; ROCHA, M.A.M. Coords. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira**; 2009-2011. Vitória, ES: Incaper, 2010. 245p. (Incaper. Documentos, 191). e 2012/2014. EMBTAPA/CNPAP.

4.2.2 CULTURA DA MANDIOCA

CARVALHO, R. S.; RINGENBERG, R.; PIETROWSKI, V. **Guia para reconhecimento dos principais insetos, ácaros-praga e inimigos naturais da cultura da mandioca**. 2015.

JUNIOR, MODESTO et al. **Cultura da mandioca**: apostila. 2014.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Eds.) **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London, Academic Press, 1995. 899p.

MENGEL, K.; KIRBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 4 Bern, International Potash Institute, 1987. 687p.

3 - PERIÓDICOS

Anais BIC (Been Improvement Cooperative), Revista Acta-Scientiarum-Agronomy; Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira; Revista Bragantia; Revista Ceres; Revista Semina-Ciências Agrárias; Revista Scientia Agrícola; Revista Caatinga; Revista Bioscience; Revista Brasileira de Milho e Sorgo; Revista Brasileira de Ciência do Solo; Revista Ciência e Agrotecnologia; Revista Ciência Rural; Revista Brasileira de Mandioca; Revista Informe Agropecuário; Revista Caatinga; Revista Ciência Agrônômica; Revista Agriambi.



ANEXO V

Código						
Disciplina	Aprendizado de Máquina: Princípios e Aplicações no Melhoramento Genético					
Nível	Mestrado/Doutorado					
Carga horária	60 horas/aula					
Departamento	Departamento de Agronomia					
Número de créditos	Teórico:	03	Prático:	01	Total:	04

Ementa	Fundamentos do aprendizado de máquina. Programação e aplicações computacionais. Métodos de reamostragem e avaliação de modelos. Predição e classificação. Métodos baseados em árvores de decisão. Máquinas de vetores de suporte. Redes neurais artificiais. Aprendizado não supervisionado. Lógica fuzzy. Aplicações no melhoramento genético.
Programa	Fundamentos do aprendizado de máquina. Programação e aplicações computacionais. Métodos de reamostragem e avaliação de modelos. Validação cruzada: leave-one-out, k-fold; Bootstrap; Avaliação para dados contínuos: erro médio absoluto, RMSE, R^2; Avaliação para dados discretos: matriz de confusão, acurácia, sensibilidade e especificidade, curva ROC, índice Kappa. Predição e classificação. Regressão linear; Regressão logística e multinomial. Métodos baseados em árvores de decisão. Árvores de decisão; Random Forest; Bagging; Boosting. Máquinas de vetores de suporte. Redes neurais artificiais. Neurônio de McCulloch e Pitts Modelos de camadas simples; Modelos de camadas múltiplas; Redes neurais convolucionais. Aprendizado não supervisionado.



	Análise de componentes principais; Clusterização hierárquica; k-means. 9. Lógica fuzzy. Funções de pertinência; Controladores fuzzy; Sistemas de inferência. 10. Aplicações no melhoramento genético. Estudos de predição de valores genéticos; Classificação de indivíduos; Estudos de adaptabilidade e estabilidade; Seleção genômica ampla (GWS).
Bibliografia	ABADI, M.; BARHAM, P.; CHEN, J.; CHEN, Z.; DAVIS, A.; DEAN, J.; et al. TensorFlow: a system for large-scale machine learning. arXiv, 2016. DOI: 10.48550/arXiv.1605.08695. BREIMAN, L. Random forests. Machine Learning, Dordrecht, v. 45, n. 1, p. 5–32, 2001. DOI: 10.1023/A:1010933404324. CORTES, C.; VAPNIK, V. Support-vector networks. Machine Learning, Dordrecht, v. 20, n. 3, p. 273–297, 1995. DOI: 10.1007/BF00994018. CROSSA, J. et al. Expanding genomic prediction in plant breeding: harnessing big data, machine learning, and advanced software. Trends in Plant Science, Amsterdam, v. 30, n. 7, p. 756–774, 2025. DOI: 10.1016/j.tplants.2024.12.009. CRUZ, C. D.; NASCIMENTO, M. Inteligência computacional aplicada ao melhoramento genético. Viçosa, MG: Editora UFV, 2018. 414 p. JAMES, G.; WITTEN, D.; HASTIE, T.; TIBSHIRANI, R. An introduction to statistical learning: with applications in R. 2. ed. Cham: Springer, 2021. 607 p. MCCULLOCH, W. S.; PITTS, W. H. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. Bulletin of Mathematical Biophysics, New York, v. 5, n. 4, p. 115–133, 1943. DOI: 10.1007/BF02478259. MURMU, S. et al. A review of artificial intelligence-assisted omics techniques in plant defense: current trends and future directions. Frontiers in Plant Science, Lausanne, v. 15, e1292054, 2024. DOI: 10.3389/fpls.2024.1292054. RESENDE, M. D. V.; SILVA, F. F.; AZEVEDO, C. F. Estatística matemática, biométrica e computacional: modelos mistos, multivariados, categóricos e generalizados (REML/BLUP), inferência bayesiana, regressão aleatória, seleção genômica, QTL-GWAS, estatística espacial e temporal, competição, sobrevivência. Viçosa, MG: Suprema, 2014. 881 p.



ROSENBLATT, F. **The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain.** *Psychological Review*, Washington, DC, v. 65, n. 6, p. 386–408, 1958.

ZADEH, Lotfi A. Fuzzy sets. *Information and control*, v. 8, n. 3, p. 338-353, 1965.





ANEXO VI

Código						
Disciplina	Modelos Biométricos II Aplicados ao Melhoramento Genético					
Nível	Mestrado/Doutorado					
Carga horária	60 horas/aula					
Departamento	Departamento de Agronomia					
Número de créditos	Teórico:	03	Prático:	01	Total:	04

Ementa	Estudo aprofundado dos componentes da variância genotípica e estimação de parâmetros genéticos em ensaios complexos e análise conjunta de experimentos. Métodos de seleção combinada e utilização de preditores lineares não tendenciosos (BLUP). Teoria e aplicação de índices de seleção simultânea de múltiplos caracteres. Diagnóstico e tratamento de multicolinearidade em modelos de regressão através de regressão em crista e análise de trilha. Abordagens avançadas sobre a herança da interação genótipos por ambientes, metodologias não paramétricas de estabilidade e adaptabilidade, progresso genético e seus reflexos nos ganhos de seleção.
Programa	1. - Componentes de Variância Genotípica. Variância Aditiva; Variância aos Desvios da Dominância; Variância atribuída a Epistasia Alelismo Múltiplo 2. - Estimação de Parâmetros Genéticos. Teste de progênies Ensaio com Testemunha Adicionais Ensaio com Informações Entre e Dentro de Parcelas Análise de Grupos de Experimentos 3. - Seleção Combinada. Delineamento I de Comstock e Robinson Seleção Combinada Entre e Dentro de Famílias Utilização de Preditores – BLUP 4. Seleção Simultânea de Caracteres. Seleção Direta Índice Clássico de Seleção Índice de Tallis Índice de Pesek e Baker Índice de James Índice de Cunningham Índice de Tai 5. Multicolinearidade. Análise de regressão Diagnóstico de Multicolinearidade Regressão em Crista ou em Cumeira Índice Clássico Smith e Hazel 6. Tópicos Avançados em Interação Genótipos x Ambientes. Herança da Interação GxE



	Metodologias Não Paramétricas da Análise de Estabilidade e Adaptabilidade Progresso Genética e Ambiental Reflexos da Interação sobre os Ganhos de Seleção 7. Correlação de Dados para fins de Seleção. Padronização Desuniformidade na Parcela Desuniformidade no campo Experimental – Testemunhas Intercalares 8. Identidade de Modelos Modelos de Regressão Linear Modelos de Regressão Não Linear 9. Experimentos com Medidas Repetidas. MANOVA em DBC Decomposição das Somas de Quadrados e de Produtos Totais
Bibliografia	ACUÑA-GALINDO, M. A. et al. Genotype-by-environment interaction and phenotypic stability analyses in plant breeding: A review of classical and modern approaches. <i>Frontiers in Plant Science</i>, v. 13, 2022. BERNARDO, R. <i>Breeding for Quantitative Traits in Plants</i>. 3rd ed. Woodbury: Stemma Press, 2020. CERÓN-ROJAS, J. J.; CROSSA, J. <i>Linear Selection Indices in Modern Plant Breeding</i>. Cham: Springer, 2018. CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. <i>Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético</i>. v. 1, 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2014. CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. <i>Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético</i>. v. 2, 3ª ed. Viçosa: Editora UFV, 2014. DUARTE, J. B.; VENCOSKY, R. <i>Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI</i>. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. FOX, J. <i>Applied Regression Analysis and Generalized Linear Models</i>. 3rd ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2015. KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; NETER, J.; LI, W. <i>Applied Linear Statistical Models</i>. 5th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2013. MONTGOMERY, D. C.; PECK, E. A.; VINING, G. G. <i>Introduction to Linear Regression Analysis</i>. 6th ed. New Jersey: Wiley, 2021. NASCIMENTO, M. et al. Fuzzy logic and neural networks to evaluate phenotypic stability. <i>Ciência Rural</i>, v. 50, n. 9, 2020. OLIVOTO, T.; LÚCIO, A. D. metan: An R package for multi-environment trial analysis. <i>Methods in Ecology and Evolution</i>, v. 11, n. 6, p. 783-789, 2020. PEIXOTO, L. A. et al. Efficiency of selection indexes in sugarcane breeding. <i>Acta Scientiarum. Agronomy</i>, v. 43, e50756, 2021.



	RESENDE, M. D. V.; SILVA, F. F.; AZEVEDO, C. F. Modelos Lineares Mistos, Genômica e Estatística Espacial Aplicados ao Melhoramento de Plantas. Viçosa: Suprema, 2021.
--	---





ANEXO VII

Código						
Disciplina	Fenômica e Fenotipagem Aplicadas ao Melhoramento de Plantas					
Nível	Mestrado/Doutorado					
Carga horária	60 horas/aula					
Departamento	Departamento de Agronomia					
Número de créditos	Teórico:	03	Prático:	01	Total:	04

Ementa	Conceitos fundamentais de fenômica vegetal e a transição da fenotipagem tradicional para a fenotipagem digital de alto rendimento. Princípios físicos de sensores aplicados ao estudo de plantas e plataformas de fenotipagem em ambientes controlados e em campo. Ontologias fenotípicas e bancos de dados biológicos. Introdução ao processamento digital de imagens vegetais, visão computacional e algoritmos de aprendizado de máquina (Machine Learning) aplicados à biologia de sistemas. Integração de dados multiômicos para o melhoramento genético e conservação de recursos fitogenéticos.
Programa	TEÓRICO: Módulo I: Fundamentos e Plataformas de Fenotipagem de Plantas (5h) Unidade 1: Introdução à Fenômica e o conceito de Fenoma. Unidade 2: Plataformas em ambiente controlado (Câmaras de crescimento e greenhouses automatizadas) e Plataformas em condições de campo (Veículos aéreos não tripulados/Drones, robôs terrestres, PhenoMobiles). Módulo II: Sensores e Princípios Físicos (5h) Unidade 3: Sensores RGB e Índices de Vegetação baseados em cor (ex: excesso de verde). Unidade 4: Sensores Multiespectrais e Hiperspectrais: Índices de refletância (NDVI, PRI) e assinaturas para detecção de estresses hídrico e nutricional aplicados à seleção de plantas para resistências a seca e a baixa disponibilidade de nutrientes. Módulo III: Ciência de Dados e Visão Computacional Aplicada (25h) Unidade 5: Aplicação de Aprendizado de Máquina (Machine Learning e Deep Learning) para classificação de doenças e predição de produtividade. Unidade 6: Arquitetura de dados, Ontologias de Plantas (ex: Crop Ontology) e reprodutibilidade (Princípios FAIR). Módulo IV: Integração "Multi-Omics" e Aplicações Práticas (10h)



	Unidade 7 Associação Genoma-Fenoma: Integração de dados fenômicos em estudos de GWAS e Seleção Genômica Ampla (GWS). Unidade 8: Estudos de caso: Tolerância à seca, eficiência no uso de nitrogênio e resistência a patógenos no cenário de mudanças climáticas. PRÁTICO: As aulas práticas devem ser ministradas em ambiente de computação utilizando softwares livres como R ou Python (ex: bibliotecas OpenCV, PlantCV ou Deep Plant Phenomics). Carga-horária: 15 horas. 1. Prática 1: Calibração e montagem de plano de voo com Drones para fenotipagem em campo. Carga-horária: 3 horas. 2. Prática 2: Segmentação de imagens RGB para cálculo de área foliar e contagem de plântulas em ambiente controlado para a seleção de plantas. Carga-horária: 3 horas. 3. Prática 3: Processamento de imagens multiespectrais de drone e extração de índices de vegetação (NDVI) por parcela experimental. Carga-horária: 3 horas. 4. Prática 4: Análise de dados térmicos para triagem de genótipos tolerantes ao estresse hídrico. Carga-horária: 3 horas. 5. Prática 5: Pipeline básico de Machine Learning para classificar severidade de doenças foliares a partir de fotos de celular/campo. Carga-horária: 3 horas.
Bibliografia	Afonnikov, D.A., Genaev, M.A., Doroshkov, A.V., Komyshev, E.G., and Pshenichnikova, T.A., Methods of high-throughput plant phenotyping for large-scale breeding and genetic experiments, Russ. J. Genet., 2016, vol. 52, p. 688. https://doi.org/10.1134/S1022795416070024 Borém, Aluizio (Org.) ; FRITSCHÉ-NETO, Roberto (Org.) . Omics in Plant Breeding. 1. ed. Oxford, UK:Wiley Blackwell, 2014. v. 1. 248p. Borém, Aluizio (Org.) ; FRITSCHÉ-NETO, Roberto (Org.) . Biotechnology and Plant Breeding: Applications and Approaches for Developing Improved Cultivars. 1. ed. San Diego: Elsevier, 2014. v.1.257p. Borém, Aluizio ; Miranda, Glauco Vieira ; FRITSCHÉ-NETO, ROBERTO . Melhoramento de Plantas. 7. ed. Viçosa: Editora UFV, 2017. v. 1. 543p. Colaço, A.F., Molin, J.P., Rosell-Polo, J.R., and Escolà, A., Application of light detection and ranging and ultrasonic sensors to high-throughput phenotyping and precision horticulture: current status and challenges, Hortic. Res., 2018, vol. 5, p. 35. https://doi.org/10.1038/s41438-018-0043-0 FIORANI, F.; SCHURR, U. Future scenarios for plant phenotyping. Annual Review of Plant Biology, v. 64, p. 267-291, 2013. FRITSCHÉ-NETO, Roberto; Borém, Aluizio (Org.) . Phenomics: How Next-Generation Phenotyping is Revolutionizing Plant Breeding. 1. ed.



Heidelberg: Springer, 2015. v. 1. 142p. Jones, Hamlyn and Vaughan, Robin. Remote Sensing of Vegetation: Principles, Techniques, and Applications 1. Ed. Oxford: Oxford University Press, 2010. 353p

Furbank, R.T. and Tester, M., Phenomics—technologies to relieve the phenotyping bottleneck, Trends Plant Sci., 2011, vol. 16, p. 635. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2011.09.005>

GEPTS, P. et al. Plant Phenomics: Datasets, Ontologies, and Integration with Genomics. Frontiers in Plant Science, 2021.

Gerlai, R., Phenomics: fiction or the future? Trends Neurosci., 2002, vol. 25, p. 506. [https://doi.org/10.1016/S0166-2236\(02\)02250-6](https://doi.org/10.1016/S0166-2236(02)02250-6)

Großkinsky, Dominik K.; Svensgaard, Jesper; Christensen, Svend; Roitsch, Thomas (1 de setembro de 2015). «Plant phenomics and the need for physiological phenotyping across scales to narrow the genotype-to-phenotype knowledge gap». Journal of Experimental Botany (em inglês) (18): 5429–5440. ISSN 0022-0957. doi:10.1093/jxb/erv345.

Houle, David; Govindaraju, Diddahally R.; Omholt, Stig . «Phenomics: the next challenge». Nature Reviews Genetics (em inglês) (12): 855–866. ISSN 1471- 0064. doi:10.1038/nrg2897

SANTOS, C. M.; FIGUEIREDO, M. V. (Org.). Fenômica: como a fenotipagem de próxima geração está revolucionando o melhoramento de plantas. Viçosa: Editora UFV. 2015.

SARAVIA, D.; VALQUI-VALQUI, L.; SALAZAR, W.; QUILLE-MAMANI, J.; BARBOZA, E.; PORRAS-JORGE, R.; INJANTE, P.; ARBIZU, C.I. Yield prediction of four bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars using vegetation indices based on multispectral images from UAV in an arid zone of Peru. Drones, v. 7, n. 5, p. 325, 2023.

White, J.W., Andrade-Sanchez, P., Gore, M.A., Bronson, K.F., Coffelt, T.A., Conley, M.M., Feldmann, K.A., French, A.N., Heun, J.T., Hunsaker, D.J., Jenks, M.A., Kimball, B.A., Roth, R.L., Strand, R.J., Thorp, K.R., et al., Field-based phenomics for plant genetics research, Field Crop. Res., 2012, vol. 133, p. 101. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.04.003>

XIE, C.; YANG, C. A review on plant high-throughput phenotyping traits using UAV_based sensors. Computers and Electronics in Agriculture, v. 178, p. 105731, 2020.