

PPG-BIOLOGIA VEGETAL

Disciplinas do 2º semestre/2024 e da 1ª e 2ª metade do 2º semestre/2024

NT236 - TEORIA E PRÁTICA DA SISTEMÁTICA FILOGENÉTICA (CLADÍSTICA) - TURMA AOS

Créditos: 9

Horário: Quartas-feiras, das 9:00 às 12:00

Local/Sala: **IB-20, Prédio da CPG-IB, Bloco O - 2º piso**

Período de oferecimento: Todo o 2º semestre (de acordo com o cronograma)

Vagas: 20

Mínimo de alunos: 5

Responsável: **André Olmos Simões**

Estudantes especiais: Não aceita

PROGRAMA:

Apresentação geral: Desde a proposição de seus princípios teóricos e metodológicos por Hennig na década de 1950, a sistemática filogenética (cladística) têm se consolidado como uma ferramenta essencial no estudo das relações entre seres vivos. O desenvolvimento de metodologias em biologia molecular com o uso da seqüência de nucleotídeos do DNA e RNA como fonte de caracteres, aliado à franca expansão da bioinformática a partir da década de 1990, alçaram os estudos nesta área a um novo patamar, tornando-a uma das mais promissoras dentro das ciências biológicas. O considerável número de filogenias publicadas nas últimas três décadas envolvendo representantes de praticamente todas as famílias de angiospermas trouxe mudanças significativas nos sistemas de classificação até então propostos, além de possibilitar estudos integrados de biologia evolutiva, biogeografia histórica, filogenômica e evo-devo. A possibilidade de sequenciamento de genomas completos é uma realidade cada vez mais acessível à comunidade científica, tanto em termos metodológicos quanto financeiros, inaugurando uma nova era na sistemática filogenética da qual fazemos parte agora.

Objetivos: Em linhas gerais, este curso tem por objetivo fornecer aos estudantes de pós-graduação um conhecimento teórico-prático sobre os princípios da sistemática filogenética (cladística) e métodos de reconstrução de relacionamentos filogenéticos baseados nos critérios de parsimônia, máxima verossimilhança e inferência bayesiana. Espera-se que, ao final do curso, os alunos sejam capazes de ler e redigir artigos científicos em sistemática filogenética, construir matrizes de dados moleculares e não-moleculares e utilizar programas para reconstrução filogenética, como PAUP, GARLI, BEAST e MrBayes.

Conteúdo: O curso focará na apresentação da metodologia cladística e de seus conceitos fundamentais, complementado por aulas práticas onde os alunos terão a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos ao utilizar diferentes programas de computador e rotinas de laboratório.

Avaliação: Os alunos serão avaliados pelo desempenho geral nas atividades práticas programadas e pela entrega de trabalho prático, escrito na forma de artigo científico nos moldes de periódico a ser definido em comum acordo com os alunos, ao final da disciplina.

Programa: A disciplina terá aulas teórico-práticas semanais, intercaladas com semanas dedicadas a atividades extra-classe, como leitura de artigos e preparação de projetos. A maioria das aulas será teórica, com aulas práticas intercaladas o uso de programas de computador de uso rotineiro em estudos de sistemática filogenética.

CRONOGRAMA:

Aula 1 (07/08/2024) Apresentação da disciplina e do cronograma de atividades. Seleção de artigos e textos para leitura. Teoria: Introdução aos conceitos teóricos em sistemática filogenética - ancestralidade e derivação, homologia, sinapomorfias e plesiomorfias, monofilia, parafilia, polifilia, convergências e paralelismos, árvores filogenéticas. Desenho experimental de estudos filogenéticos.

Aula 2 (14/08/2024) Teoria: Caracteres e estados de caráter. Fontes de caracteres não-moleculares e moleculares para reconstrução filogenética. Rotinas de laboratório em sistemática molecular: da extração de DNA ao sequenciamento.

Aulas 3 e 4 (21/08/2024 e 28/08/2024) Atividade extra-classe: leitura de artigos para trabalho final e plantão de dúvidas.

Aula 5 (04/09/2024) Teoria: construção de matrizes de dados. Alinhamento de matrizes: princípios e métodos. Prática: montagem e alinhamento de matrizes de dados com o uso dos programas MEGA e MAFFT. Consulta a bancos de dados públicos.

Aula 6 (11/09/2024) Teoria: Introdução aos métodos de inferência filogenética: métodos de parcimônia, máxima verossimilhança e inferência bayesiana. Reconstrução filogenética pelo critério de máxima parcimônia: princípios, métodos e estudos de caso.

Aula 7 (18/09/2024) Prática: reconstrução filogenética por máxima parsimônia pelo uso dos programas PAUP e TNT.

Aula 8 (25/09/2024) Teórica: Princípios e aplicações de modelos evolutivos. Reconstrução filogenética por máxima verossimilhança: princípios, métodos e estudos de caso.

Aula 9 (02/10/2024) – Prática: seleção de modelos evolutivos (jModeltest) e reconstrução filogenética por máxima verossimilhança (RaxML).

Aula 10 (09/10/2024) – Teórica: Reconstrução filogenética por inferência bayesiana.

Aula 11 (16/10/2024) – Prática: reconstrução filogenética por inferência bayesiana (plataforma BEAST).

Aula 12 (23/10/2024)- Expansão dos métodos filogenéticos: reconstrução de estados de caráter ancestrais, datação molecular e biogeografia histórica.

Aula 13 (30/10/2024) – Prática: reconstrução de estados de caráter ancestrais (MESQUITE)

Aula 14 (06/11/2024) - Teoria: Princípios de filogenômica, e aplicação de métodos de NGS.

Aula 15 (13/11/2024) – Apresentação dos trabalhos finais e encerramento da disciplina.

BIBLIOGRAFIA:

- Amorim, D.S. 1994. Elementos básicos de sistemática filogenética. Sociedade Brasileira de Entomologia, São Paulo, Brasil.
- Hall, B.G. 2004. Phylogenetic trees made easy: A How-To Manual (2nd ed.). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Hillis, D.M., C. Moritz e B.K. Mable. 1996. Molecular systematics (2nd ed.). Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Judd, W.S.; Campbell, C.S.; Kellogg, E.A.; Stevens, P.F. & Donoghue, M.J. 2009. Sistemática vegetal: um enfoque filogenético. 3ª. edição. Artmed Editora, Porto Alegre, RS.
- Maddison, W.P. & Maddison, D.R. 2003. MESQUITE, A Modular System for Evolutionary Analysis. Disponível on-line em: <http://mesquiteproject.org>
- Matioli, S.R. (ed.) 2001. Biologia molecular e evolução. Editora Holos, Ribeirão Preto, Brasil.
- Ronquist, F. & Huelsenbeck, J.P. 2003. Mr Bayes 3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. Bioinformatics, 19: 1572-1574.
- Ronquist, F.; Huelsenbeck, J.P. & van der Mark, P. 2005. MrBayes 3.1 manual. Disponível em: <http:// mrbayes.csit.fsu.edu/>
- San Mauro, D. et al. 2010. Molecular systematics: a synthesis of the common methods and the stage of knowledge. Cellular & Molecular Biology Letters 15: 311-341.
- Soltis, P.S., D.E. Soltis e J.J. Doyle. 1998. Molecular systematics of plants II: DNA sequencing. Kluwer Acad. Publ., Boston, USA.
- Soltis, D.E., P.S. Soltis, P.K. Endress e M.W. Chase. 2005. Phylogeny and evolution of angiosperms. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts, USA.
- Swofford, D.L. 2000. PAUP*: Phylogenetic analysis using parsimony, version 4.0b. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

NT256 - TÓPICOS ESPECIAIS EM BIOLOGIA VEGETAL I - TURMA FCZ

Tema: Sustentabilidade da Segurança Alimentar e Nutricional: Contribuição dos Nutrientes Minerais de Plantas.

Créditos: 3

Horário: Sextas-feiras, das 8:00 às 12:00

Local/Sala: **Prédio da Pós-Graduação do Instituto Agrônomo (IAC): Av. Barão de Itapura, 1481.**

Período de oferecimento: 2ª metade do 2º semestre (de 04/10/2024 a 06/12/2024)

Vagas: 30

Mínimo de alunos: 2

Responsável: **Fernando Cesar Bachiega Zambrosi** - fernando.zambrosi@sp.gov.br

Estudantes especiais: aceita - solicitar autorização do professor responsável e seguir [instruções](#)

PROGRAMA:

A produção sustentável de alimentos é essencial para o alcance da segurança alimentar e nutricional, sem ao mesmo tempo, causar efeitos adversos ao meio ambiente. Neste contexto, a disciplina tem o objetivo, a partir de discussões baseadas em artigos científicos, oferecer aos discentes: uma análise crítica sobre os recentes avanços envolvendo o papel dos nutrientes minerais para a produção sustentável de alimentos sob cenário de mudanças climáticas – ocorrência em maior intensidade e frequência de eventos de estresses abióticos (secas, estresse térmico, acidez, salinidade, etc). Serão abordados tópicos que integram os desafios de produção de alimentos, em combinação com a escassez de recursos naturais e mudanças climáticas: i) desafios no uso sustentável de fertilizantes para a produção de alimentos; ii) mecanismos pelos quais elementos minerais podem contribuir para tolerância das plantas aos estresses abióticos; iii) qualidade nutricional do produto colhido (biofortificação).

CRONOGRAMA:

Aula 1: Apresentação e diretrizes do curso. Introdução ao assunto da disciplina.

Aula 2: Visão geral sobre segurança alimentar/nutricional e seus desafios.

Aula 3: Perspectivas no uso de nutrientes para a produção sustentável de alimentos.

Aula 4: Elementos minerais e produção sustentável de alimentos: papel na mitigação dos estresses abióticos. I.

Aula 5: Elementos minerais e produção sustentável de alimentos: papel na mitigação dos estresses abióticos. II.

Aula 6: Elementos minerais e produção sustentável de alimentos: papel na mitigação dos estresses abióticos. III.

Aula 7: Elementos minerais e produção sustentável de alimentos: papel na qualidade do produto colhido. Biofortificação I.

Aula 8: Elementos minerais e produção sustentável de alimentos: papel na qualidade do produto colhido. Biofortificação II.

Aula 9: Encerramento do curso. Discussão geral/críticas e sugestões.

BIBLIOGRAFIA:

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.
MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principles of plant nutrition**. 5.ed. Dordrecht: Kluwer Academic Press, 2001. 584p.
NOVAIS, R.F. (Ed.). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Soc. Bras. Ci. Solo, 2007.
TAIZ, L.; ZEIGER. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. São Paulo: Ed. Artmed, 2003. 720p.

NT257 - TÓPICOS ESPECIAIS EM BIOLOGIA VEGETAL II -TURMA PM - CANCELADA

~~Tema: Metabolismo secundário em plantas~~

~~Créditos: 2~~

~~Horário: Quartas-feiras, das 10:00 às 12:00~~

~~Local/Sala: a definir~~

~~Período de oferecimento: 1ª metade do 2º semestre (de 07/08/2024 a 25/09/2024)~~

~~Vagas: 50~~

~~Mínimo de alunos: 5~~

~~Responsável: Paulo Mazzafera~~

~~Estudantes especiais: Não aceita~~

PROGRAMA:

~~Classes de metabolismo secundário e a fisiologia da planta, sistemas de defesa contra estresses, interação entre organismos e as plantas, e aplicações tecnológicas~~

CRONOGRAMA:

~~Aula 1 – Introdução~~

~~Aula 2 – Terpenos~~

~~Aula 3 – flavonóides~~

~~Aula 4 – Antocianinas~~

~~Aula 5 – Taninos~~

~~Aula 6 – Lignina~~

~~Aula 7 – Outros fenóis~~

~~Aula 8 – Alcalóides~~

~~Aula 9 – Descobrimos rotas~~

~~Aula 10 – Produção de metabólitos secundários~~

~~Aula 11 – Alelopatia~~

~~Aula 12 – Interação plantas-microrganismos~~

~~Aula 13 – Interação Plantas insetos~~

~~Aula 14 – Interação planta-planta~~

~~Aula 15 – fechamento~~

BIBLIOGRAFIA:

~~Será baseada em trabalhos publicados em vários periódicos científicos~~

NT265 - TÓPICOS ESPECIAIS EM BIOLOGIA VEGETAL III - TURMA A

Tema: Disciplina de R parte 1 – Introdução à linguagem de programação R.

Créditos: 4

Horário: Quintas-feiras, das 8:00 às 12:00

Local/Sala: **IB-19, Prédio da CPG-IB, Bloco O - 1º piso**

Período de oferecimento: 2ª metade do 2º semestre (de acordo com o cronograma)

Vagas: 10

Mínimo de alunos: 5

Responsável: **Peter Stoltenborg Groenendyk** - peterg@unicamp.br

Colaboradores: **Ana Carolina Cardoso de Oliveira, Paulo Negri Bernardino e Vitor de Andrade Kamimura**

Estudantes especiais: Não aceita

PROGRAMA:

A linguagem de programação R está se tornando crucial para analisar e visualizar dados de pesquisa. A disciplina trabalhará as possibilidades do programa R para exploração, análise e apresentação de dados. Ela é dada em dois blocos consecutivos, um introdutório e o segundo abordando processos mais complexos.

No primeiro bloco iremos ensinar a base de programação em R, como trabalhar com objetos, como carregar dados no programa, e noções básicas de manipulação, seleção e indexação de dados. Um segundo bloco será oferecido que focará em pacotes de funções que possibilitam realizar operações mais complexas com os dados (família de bibliotecas tidyverse) e a usar o pacote ggplot2 para fazer gráficos complexos (e publicáveis!) com poucas linhas de código.

No final da disciplina será abordado como formatar e salvar gráficos, incluir neles resultados estatísticos e sua exportação em diversos formatos. Haverá espaço para explorarmos temas pontuais que surgirem (dependendo da demanda) e/ou operações mais complexas no R, como a criação de mapas, uso de for-loops e de fórmulas. A linguagem do R será introduzida desde sua base, trabalhando a leitura, transformações de dados, análises exploratórias e estatísticas básica de dados usando funções e gráficos simples (de ponto, linha, barra e boxplots).

A avaliação será feita a partir da entrega dos scripts de exercício de cada aula, um exercício final (script + gráfico com dados próprios ou simulados) a pela presença e participação do discente durante as aulas. As aulas serão ministradas pelo Prof. Peter Groenendijk e os pós-doutorandos do DBV. A disciplina será oferecida em paralelo pelos programas em Ecologia (NE441) e Biologia Vegetal (NT265). Número máximo total de alunos = 20 a serem divididos entre os dois PPGs.

CRONOGRAMA:

Atenção!

A disciplina de R será oferecida em 2 blocos, um introdutório e o outro mais avançado. Recomendamos fazer os dois, mas usuários experientes podem se inscrever somente no segundo bloco. O primeiro bloco introdutório abordará a base da linguagem em 4 aulas de ~8h (03/10 ao 24/10). O segundo bloco será dado em seguida (01/11 ao 06/12) e abordará operações mais complexas com dados e a família de pacotes tidyverse (dplyr, ggplot2, etc).

As aulas serão nas quintas-feiras, com a aula teórica pela manhã e o período da tarde para a execução da parte prática.

Aulas do bloco 1:

03/10 - 9:00-18:00 - Aula 1 – Introdução à linguagem R, RStudio e objetos no R

10/10 - 9:00-18:00 - Aula 2 – Leitura, indexação e manipulação de dados no R

17/10 - 9:00-18:00 - Aula 3 – Análises exploratórias de dados

24/10 - 9:00-18:00 - Aula 4 – Operações complexas com dados

BIBLIOGRAFIA: A ser disponibilizada no período do oferecimento da disciplina

NT265 - TÓPICOS ESPECIAIS EM BIOLOGIA VEGETAL III - TURMA B

Tema: Disciplina de R parte 1 – Introdução à linguagem de programação R.

Créditos: 4

Horário: Quintas-feiras, das 14:00 às 18:00

Local/Sala: **IB-19, Prédio da CPG-IB, Bloco O - 1º piso**

Período de oferecimento: 2ª metade do 2º semestre (de acordo com o cronograma)

Vagas: 10

Mínimo de alunos: 5

Responsável: **Peter Stoltenborg Groenendyk** - peterg@unicamp.br

Colaboradores: **Ana Carolina Cardoso de Oliveira, Paulo Negri Bernardino e Vitor de Andrade Kamimura**

Estudantes especiais: aceita - solicitar autorização do professor responsável e seguir [instruções](#)

PROGRAMA:

A linguagem de programação R está se tornando crucial para analisar e visualizar dados de pesquisa. A disciplina trabalhará as possibilidades do programa R para exploração, análise e apresentação de dados.

Este segundo bloco focará em pacotes de funções que possibilitam realizar operações mais complexas com os dados, realizar operações mais complexas com funções e loops. Também focaremos na família de bibliotecas tidyverse: o dplyr para manipular dados, o ggplot2 para fazer gráficos complexos (e publicáveis!) com poucas linhas de código.

No final será abordado como formatar e salvar gráficos, incluir neles resultados estatísticos e sua exportação em diversos formatos. Haverá espaço para explorarmos temas pontuais que surgirem (dependendo da demanda). A avaliação será feita a partir da entrega dos scripts de exercício de cada aula, um exercício final (script + gráfico com dados próprios ou simulados) a pela presença e participação do discente durante as aulas. As aulas serão ministradas pelo Prof. Peter Groenendijk e os pós-doutorandos do DBV. A disciplina será oferecida em paralelo pelos programas em Ecologia (NE441) e Biologia Vegetal (NT265). Número máximo total de alunos = 20 a serem divididos entre os dois PPGs.

CRONOGRAMA:

Atenção!

A disciplina de R será oferecida em 2 blocos, um introdutório e o outro mais avançado. Recomendamos fazer os dois, mas usuários experientes podem se inscrever somente neste segundo bloco (do 01/11 ao 06/12). Neste bloco 2 iremos abordar operações mais complexas com dados e a família de pacotes tidyverse (dplyr, ggplot2, etc). As aulas serão nas quintas-feiras, com a aula teórica pela manhã e o período da tarde para a execução da parte prática.

Aulas do bloco 2:

31/10 - Aula 1 – Manipulação de Dados com dplyr e tidyr

07/11 - Aula 2 – Gráficos com ggplot2 (gráficos complexos com poucos comandos)

14/11 - Aula 3 – Estatísticas básicas no R (teste-t, correlação, regressão)

21/11 - Aula 4 – Rmarkdown, Github

28/11 - Aula 5 – Apresentação dos resultados + outras demandas

BIBLIOGRAFIA: A ser disponibilizada no período do oferecimento da disciplina

NV432 - BASES MOLECULARES DO DESENVOLVIMENTO VEGETAL - TURMA MCD

Créditos: 5

Horário: Terças-feiras, das 9:00 às 13:00

Local/Sala: **IB-06, Prédio da CPG-IB, Bloco O - 1º piso**

Período de oferecimento: Todo o 2º semestre (de acordo com o cronograma)

Vagas: 10

Mínimo de alunos: 2

Responsável: **Marcelo Carnier Dornelas** - dornelas@unicamp.br

Estudantes especiais: aceita - solicitar autorização do professor responsável e seguir [instruções](#)

PROGRAMA:

Esta disciplina visa fornecer aos alunos conhecimentos avançados e atuais sobre os mecanismos moleculares que promovem e regulam os principais fenômenos envolvidos no desenvolvimento dos vegetais superiores. Através do estudo destes fenômenos, objetiva-se uma melhor compreensão dos mesmos e a construção da base teórica necessária para a geração de novas tecnologias. Há um acúmulo acelerado e crescente da quantidade de informações na literatura científica sobre os aspectos genéticos, fisiológicos e moleculares do controle do desenvolvimento de vegetais superiores, associado às novas descobertas na área de genômica vegetal. A disciplina pretende proporcionar aos alunos de Pós-Graduação uma visão integrada, coerente e sólida destas informações.

CRONOGRAMA:

06/08 Conceitos básicos em desenvolvimento

13/08 Formação dos tecidos fundamentais e embriogênese

20/08 Bases moleculares (estrutura do gene eucarioto, técnicas moleculares)

27/08 Polaridade celular e dos tecidos

03/09 Formação do padrão embrionário (padrão apical-basal)

10/09 Formação do padrão embrionário (padrão radial)

17/09 Primeira Avaliação Geral

24/09 Formação e elaboração do meristema apical radicular

01/10 Formação e elaboração do meristema apical vegetativo

08/10 Transição para o florescimento

15/10 Formação do padrão floral

22/10 Desenvolvimento do gineceu, dos óvulos e do fruto

29/10 Diferenciação e desenvolvimento independentemente dos meristemas e crescimento secundário

05/11 Evolução dos processos de desenvolvimento

12/11 Segunda Avaliação Geral

BIBLIOGRAFIA:

Gilbert SF, Barresi MJF. 2016. Developmental Biology. Sinauer Associates, Oxford University Press; 11 edition. 500pp.

Rose RJ. 2016. Molecular Cell Biology of the Growth and Differentiation of Plant Cells. CRC Press. 396pp.

ARTIGOS ESPECÍFICOS, EM PERIÓDICOS DA ÁREA, RECOMENDADOS EM CADA AULA

Créditos: 5

Horário: Terças-feiras, das 14:00 às 18:00

Local/Sala: **IB-06, Prédio da CPG-IB, Bloco O - 1º piso**

Período de oferecimento: Todo o 2º semestre (de acordo com o cronograma)

Vagas: 10

Mínimo de alunos: 2

Responsável: **Marcelo Carnier Dornelas** - dornelas@unicamp.br

Estudantes especiais: aceita - solicitar autorização do professor responsável e seguir [instruções](#)

PROGRAMA:

Serão abordados aspectos de fisiologia molecular da indução floral em angiospermas e suas respectivas vias de transdução: efeitos de fotoperíodo, vernalização e de fitorreguladores. Serão estudadas as bases moleculares da diferenciação, distribuição e identidade dos órgãos florais. Serão ainda discutidos os processos moleculares envolvidos na diferenciação dos óvulos e grãos de pólen e também os aspectos moleculares da fecundação, apomixia e desenvolvimento inicial do embrião em angiospermas.

CRONOGRAMA:

Data	Assunto
06/08	Mecanismos reprodutivos em plantas: Conceitos Básicos e histórico
13/08	Vias de transdução de sinais e percepção de estímulos ambientais indutores do florescimento
20/08	Diferenciação do meristema da inflorescência e dos meristemas florais
27/08	Determinação da identidade dos órgãos florais
03/09	Diferenciação do perianto (sépalas, pétalas, tépalas)
10/09	Diferenciação dos estames
17/09	Diferenciação dos carpelos
24/09	PRIMEIRA AVALIAÇÃO
01/10	Mecanismos moleculares controladores do tamanho e distribuição dos órgãos florais
08/10	Mecanismos moleculares reguladores da simetria e polaridade dos órgãos florais
15/10	Fecundação, fertilização e apomixia
22/10	Evolução do desenvolvimento floral e a evolução floral em angiospermas
29/10	SEGUNDA AVALIAÇÃO

BIBLIOGRAFIA:

JL Riechmann, Wellmer F. 2016. Flower Development: Methods and Protocols. Humana Press. 2 edition. 475pp. Krebs JE, Goldstein ES, Kilpatrick ST. 2017. Genes XII. Jones & Bartlett Learning; 12 edition, 838pp. ARTIGOS ESPECÍFICOS, EM PERIÓDICOS DA ÁREA, RECOMENDADOS EM CADA AULA

NV442 - NUTRIÇÃO E METABOLISMO MINERAL DE PLANTAS - TURMA SAA

Tema: Nutrição e metabolismo mineral de plantas

Créditos: 8

Horário: Segundas-feiras e terças-feiras, das 8:00 às 12:00

Local/Sala: **IB-20, Prédio da CPG-IB, Bloco O - 2º piso**

Período de oferecimento: 1ª metade do 2º semestre (de 05/08/2024 a 24/09/2024)

Vagas: 25

Mínimo de alunos: 5

Responsável: **Sara Adrián López de Andrade** - sardrian@unicamp.br

Estudantes especiais: aceita - solicitar autorização do professor responsável e seguir [instruções](#)

PROGRAMA:

Introdução / Solo como fonte de nutrientes / Soluções Nutritivas / Cálculos Soluções Nutritivas / Transporte radial de íons na raiz / Transporte de longa distância / Absorção foliar / Nitrogênio: Redução e assimilação / Eficiência de uso / Enxofre: funções, absorção, assimilação e metabolismo / Molibdênio / Selênio / Fósforo: Absorção e assimilação / Reposas à deficiência / Arsênio / Silício / Outros Macro/micronutrientes / Adaptação a solos com condições químicas adversas / Estratégias nutricionais: plantas carnívoras e plantas parasitas / Interações planta-microrganismo / Micorrizas / Rizosfera.

CRONOGRAMA:

Introdução / Solo como fonte de nutrientes

Soluções Nutritivas / Cálculos Soluções Nutritivas

Transporte radial de íons na raiz / Transporte de longa distância / Absorção foliar

Seminário 1 / Preparação

Seminário 1 / Apresentação e Discussão

Nitrogênio: Redução e assimilação / Eficiência de uso

Enxofre: funções, absorção, assimilação e metabolismo / Molibdênio / Selênio

Seminário 2 / Preparação

Seminário 2 / Apresentação e Discussão

Fósforo: Absorção e assimilação / Reposas à deficiência / Arsênio / Silício

Outros Macro/micronutrientes / Adaptação a solos com condições químicas adversas

Seminário 3 / Preparação

Seminário 3 / Apresentação

Estratégias nutricionais: plantas carnívoras e plantas parasitas / Interações planta-microrganismo / Micorrizas / Rizosfera

Seminário 4 / Preparação

Seminário 4 / Apresentação – Encerramento

BIBLIOGRAFIA:

A ser disponibilizada no período do oferecimento da disciplina