

CATEDRA DE FERTILIDAD Y FERTILIZANTES

CURSO DE FERTILIDAD Y USO DE FERTILIZANTES

Profesor: Ing. Agr. Raúl S.Lavado



OBJETIVOS

Objetivo general:

Estudiar y caracterizar la problemática de la fertilidad de los suelos de las distintas regiones de la República Argentina, diagnosticar las principales limitaciones y proponer alternativas tecnológicas de uso de fertilizantes en un marco de agricultura sustentable.

Objetivos parciales:

- a) estudiar los componentes y los procesos que determinan las condiciones de fertilidad de los suelos, relacionándolos con el crecimiento, desarrollo y producción de cultivos.
- b) evaluar métodos de diagnóstico de la fertilidad y desarrollar criterios para la aplicación de la tecnología de la fertilización.
- c) considerar la importancia de los fertilizantes en la producción agropecuaria en distintos agroecosistemas.
- d) analizar problemas de contaminación de suelos, que afectan la fertilidad edáfica, limitando la capacidad de producción.

PROGRAMA ANALITICO

1.- LA FERTILIDAD DEL SUELO. UBICACION ECOLOGICA. FACTORES CONDICIONANTES. REALIDAD ARGENTINA.

1.1- La fertilidad del suelo y la productividad. La fertilidad dentro de un marco ecológico. Agroecosistemas. La fertilidad edáfica y su vinculación con la agricultura sustentable.

1.2- Problemas de fertilidad y necesidades de aplicación de fertilizantes y de enmiendas en nuestro país. Consumo de fertilizantes en la Argentina

2.- FERTILIDAD FISICA

2.1- La textura como factor de la fertilidad física. Avances en el conocimiento de la estructura edáfica. Influencia de la estructura sobre las raíces.

2.2- Las propiedades del suelo y el uso del agua por las plantas. El perfil del suelo como reservorio de agua. Influencia del agua del suelo sobre las raíces.

2.3- Aireación del suelo. Distribución de tamaño de poros. Macroporosidad. Parámetros de aireación. Influencia de la aireación sobre las plantas.

2.4- Impedancias mecánicas. Procesos de compactación. Clasificación de la compactación excesiva en suelos agrícolas: impedancias extremadamente superficiales a impedancias profundas. Incidencia de la compactación del suelo en el crecimiento de las plantas. Efectos interactivos de las propiedades físicas de los suelos sobre las raíces.

3.- FERTILIDAD QUIMICA.

3.1.1- Materia orgánica: renovación de la materia orgánica. Factores que afectan las pérdidas de materia orgánica del suelo. Efecto de la actividad antrópica sobre la materia orgánica, el aporte de residuos y la mineralización.

3.1.2- Abonos orgánicos. Estiercol: importancia, composición y factores que afectan su descomposición, pérdidas de nutrientes. Acción sobre las propiedades físicas y microbiológicas. Aplicación. Abonos verdes: importancia, especies utilizadas. Otros abonos orgánicos. Residuos urbanos. Residuos cloacales. Agricultura orgánica. Diferentes escuelas y objetivos. Análisis de situaciones concretas.

3.2- Componentes de la fertilidad química. Dinámica de los nutrientes en agrosistemas. Fertilizantes. Caracterización. Composición química. Pureza. Índices.

3.2.1- Nitrógeno: Transformaciones de los compuestos de nitrógeno en los suelos: cambios físicos, físico-químicos, químicos y bioquímicos. Entradas y salidas del nitrógeno del sistema suelo-planta. Procesos de ganancias y de pérdidas de nitrógeno.

Fertilizantes nitrogenados: amoníaco, urea, otros amoniacales, nitratos. Fertilizantes líquidos; fertilizantes de liberación lenta. Características. Transporte y almacenamiento. Aplicación.

3.2.2- Fósforo: Disponibilidad. Transformaciones y balance del fósforo en el suelo. Fertilización fosforada. Características de los fertilizantes: de baja solubilidad, de solubilidad intermedia, de alta solubilidad.

Comportamiento de los fertilizantes fosfatados en los suelos. Criterio para la elección del tipo de fertilizante a utilizar. Fósforo en los suelos argentinos y respuesta a la fertilización.

3.2.3- Azufre: Contenido y formas en el suelo. Distribución en el perfil. Transformaciones de los compuestos azufrados. Influencia de la agricultura en las variaciones en el contenido edáfico. Balance de azufre.

3.2.4- Potasio: Dinámica del potasio en distintos agrosistemas. Mecanismos de absorción. Funciones y síntomas de deficiencia. Requerimientos de potasio y balance.

Fertilizantes potásicos. Factores que afectan la eficiencia en el uso de los fertilizantes con potasio.

3.2.5- Calcio y magnesio: Contenido en los suelos. Ciclo y balance de ambos nutrientes.

3.2.6- Micronutrientes: Distribución y contenido en los suelos. Dinámica de los micronutrientes. Movilidad en los suelos. Absorción por los vegetales. Corrección de deficiencias. Elementos tóxicos.

4.- FLUJOS DE CARBONO Y NUTRIENTES EN ECO Y AGROSISTEMAS.

4.1- Definición de ciclo de carbono y nutrientes: Entrada, circulación y salida de los nutrientes en sistemas naturales y en distintos agrosistemas. Distintos compartimientos. Factores que regulan el reciclado de los nutrientes: rol de los organismos del suelo, los sistemas de producción, la extracción de nutrientes, el agregado de fertilizantes, el ambiente. Precisión de los balances.

4.2- Flujo de carbono y nutrientes en sistemas ganaderos. Pasturas cultivadas o pastizales, pastoreados o sometidos a cortes. Los herbívoros y sus excreciones. Fertilizantes y suplementación animal.

4.3- Flujo de carbono y nutrientes en sistemas agrícolas extensivos e intensivos. Rotación agrícola-ganadera y sistemas forestales. Absorción de nutrientes. Mineralización. Pérdidas y flujos a través de los organismos edáficos.

5.- ALTERACIONES DE LAS CONDICIONES DE FERTILIDAD Y SU CORRECCION

5.1- Acidez del suelo. Fitotoxicidad del aluminio: mecanismos de la fitotoxicidad, efectos sobre la nutrición mineral y el metabolismo vegetal. Adaptación de las plantas a suelos ácidos. Corrección de la acidez. Medida de la acidez y del requerimiento de calcáreo. Velocidad de la reacción del material calcáreo con el suelo; efecto sobre los nutrientes. Otras prácticas.

5.2.- Halomorfismo. Salinidad y alcalinidad. Influencia de la salinidad y alcalinidad sobre el suelo y el crecimiento de los cultivos. Corrección de la alcalinidad, enmiendas. Yeso, aplicación del yeso y cálculo de dosis. Otras enmiendas. Necesidades de yeso en los suelos del país.

6.- DIAGNOSTICO DE LA FERTILIDAD Y PRONOSTICO DE LA FERTILIZACION.

6.1.- Vinculación entre concentración de nutrientes, fertilizantes y rendimientos agrícolas: Leyes de Liebig, Mistcherlich y Liebscher.

6.2.- Conceptos básicos del diagnóstico de la fertilidad del suelo: diferentes niveles de percepción, criterios de fertilización, tipos de modelos (empíricos, funcionales y mecanísticos). Elaboración y aplicación de los modelos.

6.3.- Metodología de elaboración de los modelos de diagnóstico: ensayos de campo, microparcels e invernáculo, técnicas de muestreo para el análisis del suelo y el vegetal. Calibración. Interpretación de los resultados.

6.4.- Diagnóstico de la Fertilidad Física: visual y basado en el análisis de suelo.

6.5.- Diagnóstico de la Fertilidad Química

6.5.1.- A través del análisis del suelo. Características generales, ventajas y limitaciones de los principales modelos de diagnóstico disponibles para materia orgánica, nitrógeno total, nitratos, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre y micronutrientes, principalmente en la región pampeana. Elaboración y aplicación.

6.5.2.- A través del análisis del vegetal. Diagnóstico visual y diagnóstico foliar. Sistemas de diagnóstico disponibles: DRIS y tests rápidos. Elaboración y aplicación.

6.6.- Pronóstico de la fertilización mediante modelos de simulación. Simulación de la dinámica de la M.O, nitrógeno y fósforo del suelo. Generalidades de los principales modelos en desarrollo. Sistemas de apoyo y bases de datos.

7.- PRACTICA DE LA FERTILIZACION.

7.1- Tecnología de la fertilización. Dosis a aplicar. Fuente del nutriente. Forma física del fertilizante. Ubicación del fertilizante. Momento de aplicación. Uso de inhibidores de la nitrificación.

7.2- Máquinas fertilizadoras. Fertilizadoras al voleo. Fertilizadoras para aplicación localizada. Puesta en marcha y calibración.

7.3- Fertilización de cultivos extensivos:

7.3.1- Cultivos de invierno. Trigo: Desarrollo fenológico. Formación del rendimiento. Requerimientos nutricionales. Fisiología del rendimiento. Absorción y partición de nutrientes. Requerimientos hídricos. Nutrición y calidad panadera en trigo. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

7.3.2- Cultivos de verano. Maíz, soja y girasol: requerimientos hídricos y nutricionales. Etapas ontogénicas del cultivo. Fisiología del rendimiento. Factores condicionantes de la fertilización. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

7.3.3.- Pasturas y pastizales. Objetivos de la fertilización. Requerimientos nutricionales. Aplicación de fertilizantes en pasturas consociadas con leguminosas, pastizales e interseembra. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

7.4.- Fertilización de cultivos intensivos: Efecto de la nutrición en la calidad de los productos cosechables. Criterios para la recomendación de fertilización. Características de los fertilizantes utilizados. Fertirrigación.

8.- PROBLEMAS DE CONTAMINACION DE SUELOS.

8.1.- Contaminación, definiciones, límites, etc.

8.2.- Contaminación con fertilizantes inorgánicos y orgánicos. Otras fuentes de contaminación (actividades extractivas, actividades industriales, riego, etc.).

BIBLIOGRAFIA

- Bacon PE.** 1995. Nitrogen fertiization in the environment. Marcel Dekker Inc. 608 pp.
- Darwich NA.** 1989. Manual de fertilidad de suelos. 147 pp.
- Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF y Stewart BA.** 1994. Defining soil quality for a sustainable environment. American Society of Agronomy Crop sc. Soc. of America, Soil Sc. Soc. of America. 244 pp.
- Edwards CA, Stinner BR, Stinner D, Rabatin S.** 1988. Biological interactions in soil. Elsevier. 380 pp.
- Foth HD, Ellis BG.** 1992. Soil Fertility. Willey, J and sons. 212 pp.
- Glinski J , Lipiec J.** 1990. Soil physical conditions and plant roots. Institute of Agrophysics Polish Academy of Sciences. 245 pp.
- Groot JJR, Willigen P, Verbene L.** 1990. Nitrogen turnover in the soil-crop system. Kluwer Academics Publishers. 386 pp.
- Hauck R D.** 1982. Nitrogen in crop production. American Society of Agronomy Crop sc. Soc. of America, Soil Sc. Soc. of America. 804 pp.
- Jones CA , Kiniry JR.** 1986. CERES maize: A simulation model of maize growth and development. Texas A. & M. University Press. 194 pp.
- Khasawneh FE, Sample EC, Kamprath EJ.** 1980. The role of phosphorus in agriculture. American Society of Agronomy Crop Sc. Soc. of America, Soil Sc. Soc. of Am. 910 pp.
- Kimball B A, Rosenberg NJ, Allen LH.** 1990. Impact of Carbon Dioxide, trace gases and climate change on global agriculture. American Society of Agronomy Crop Sc. Soc. of America, Soil Sc. Soc. of America. 133 pp.
- Mausbach MJ, Wilding, LP.** 1991. Spatial variabilities of soils and landforms. Soil Sc. Soc. of America. 270 pp.
- Mulonguy K, Merckx R.** 1993. Soil organic matter dynamics and sustainability or tropical agriculture. John Willey and sons. 392 pp.
- Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD, Havlin JL.** 1993. Soil fertility and fertilizers. MacMillan Publishing Company. 634 pp.
- Westerman, RL.** 1990. Soil testing and plant analysis. Soil Science Society of America. 755 pp.
- Wilson, JR.** 1987. Advances in nitrogen cycling in agricultural ecosystems. 220 pp.

PROGRAMA DE EXAMEN

BOLILLA 1.-

- La fertilidad del suelo y la productividad. La fertilidad dentro de un marco ecológico. Agroecosistemas. La fertilidad edáfica y su vinculación con la agricultura sustentable.
- Las propiedades del suelo y el uso del agua por las plantas. El perfil del suelo como reservorio de agua. Influencia del agua del suelo sobre las raíces.
- Acidez del suelo. Fitotoxicidad del aluminio: mecanismos de la fitotoxicidad, efectos sobre la nutrición mineral y el metabolismo vegetal.

- Fertilizantes nitrogenados: amoníaco, urea, otros amoniacales, nitratos. Fertilizantes líquidos; fertilizantes de liberación lenta. Características. Transporte y almacenamiento.

BOLILLA 2.-

- Problemas de fertilidad y necesidades de aplicación de fertilizantes y de enmiendas en nuestro país. Consumo de fertilizantes en la Argentina.

- Dinámica del potasio en distintos agrosistemas. Mecanismos de absorción. Funciones y síntomas de deficiencia. Requerimientos de potasio y balance.

- Halomorfismo. Salinidad y alcalinidad. Influencia de la salinidad y alcalinidad sobre el suelo y el crecimiento de los cultivos.

- Fertilización de cultivos de verano. Maíz: requerimientos hídricos y nutricionales. Etapas ontogénicas del cultivo. Fisiología del rendimiento. Factores condicionantes de la fertilización. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

BOLILLA 3.-

- Problemas de fertilidad y necesidades de aplicación de fertilizantes y de enmiendas en nuestro país. Consumo de fertilizantes en la Argentina.

- Agricultura orgánica. Diferentes escuelas y objetivos. Análisis de situaciones concretas.

- Metodología de elaboración de los modelos de diagnóstico: ensayos de campo, microparcels e invernáculo, técnicas de muestreo para el análisis del suelo y el vegetal. Calibración. Interpretación de los resultados.

- Fertilización fosforada. Características de los fertilizantes: de baja solubilidad, de solubilidad intermedia, de alta solubilidad.

BOLILLA 4.-

- Vinculación entre concentración de nutrientes, fertilizantes y rendimientos agrícolas: Leyes de Liebig, Mistcherlich y Liebscher.

- Materia orgánica: renovación de la materia orgánica. Factores que afectan las pérdidas de materia orgánica del suelo.

- Aireación del suelo. Distribución de tamaño de poros. Macroporosidad. Parámetros de aireación. Influencia de la aireación sobre las plantas.

- Máquinas fertilizadoras. Fertilizadoras al voleo. Fertilizadoras para aplicación localizada. Puesta en marcha y calibración. Tecnología de la fertilización. Dosis a aplicar. Fuente del nutriente. Forma física del fertilizante.

BOLILLA 5.-

- Impedancias mecánicas. Procesos de compactación. Clasificación de la compactación excesiva en suelos agrícolas: impedancias extremadamente superficiales a impedancias profundas. Incidencia de la compactación del suelo en el crecimiento de las plantas. Efectos interactivos de las propiedades físicas de los suelos sobre las raíces.

- Abonos orgánicos. Estiercol: importancia, composición y factores que afectan su descomposición, pérdidas de nutrientes. Acción sobre las propiedades físicas y microbiológicas. Aplicación.

- Comportamiento de los fertilizantes fosfatados en los suelos. Criterio para la elección del tipo de fertilizante a utilizar. Fósforo en los suelos argentinos y respuesta a la fertilización. El fósforo en los cultivos.

- Fertilización de cultivos de verano. Girasol: requerimientos hídricos y nutricionales. Etapas ontogénicas del cultivo. Fisiología del rendimiento. Factores condicionantes de la fertilización. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

BOLILLA 6.-

- La textura como factor de la fertilidad física. Avances en el conocimiento de funcionamiento de la estructura. Influencia de la estructura sobre las raíces.

- Pronóstico de la fertilización mediante modelos de simulación. Simulación de la dinámica de la M.O, nitrógeno y fósforo del suelo. Generalidades de los principales modelos en desarrollo. Sistemas de apoyo y bases de datos.

- Fósforo: Disponibilidad. Transformaciones del fósforo edáfico. Balance del fósforo en el suelo.

- Fertilización de cultivos de invierno. Trigo: Desarrollo fenológico. Formación del rendimiento. Requerimientos nutricionales. Fisiología del rendimiento. Absorción y partición de nutrientes.

BOLILLA 7.-

- Nitrógeno: Transformaciones de los compuestos de nitrógeno en los suelos: cambios físicos, físico-químicos, químicos y bioquímicos.

- Abonos verdes: importancia, especies utilizadas. Otros abonos orgánicos. Residuos urbanos y cloacales.

- Tecnología de la fertilización: ubicación del fertilizante. Momento de aplicación. Uso de inhibidores de la nitrificación.

- Fertilización de cultivos intensivos. Efecto de la nutrición en la calidad de los productos cosechables. Criterios para la recomendación de fertilización. Características de los fertilizantes utilizados. Fertirrigación.

BOLILLA 8.-

- Definición de ciclo de carbono y nutrientes: Entrada, circulación y salida de los nutrientes en sistemas naturales y en distintos agrosistemas. Distintos compartimientos.

- Azufre: Contenido y formas en el suelo. Distribución en el perfil. Transformaciones de los compuestos azufrados. Influencia de la agricultura en las variaciones en el contenido edáfico. Balance de azufre.

- Corrección de la acidez. Medida de la acidez y del requerimiento de calcáreo. Velocidad de la reacción del material calcáreo con el suelo; efecto sobre los nutrientes. Otras prácticas.

- Fertilización de pasturas y pastizales. Objetivos de la fertilización. Requerimientos nutricionales. Aplicación de fertilizantes en pasturas consociadas con leguminosas. Pastizales e intersembra. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

BOLILLA 9.-

- Flujo de carbono y nutrientes en sistemas ganaderos. Pasturas cultivadas o pastizales, pastoreados o sometidos a cortes. Los herbívoros y sus excreciones. Fertilizantes y suplementación animal.

- Micronutrientes: Distribución y contenido en los suelos. Dinámica de los micronutrientes. Movilidad en los suelos. Absorción por los vegetales. Corrección de deficiencias. Elementos tóxicos.

- Conceptos básicos del diagnóstico de la fertilidad del suelo: diferentes niveles de percepción, criterios de fertilización, tipos de modelos (empíricos, funcionales y mecanísticos). Elaboración y aplicación de los modelos.

- Caracterización de los fertilizantes. Composición química. Pureza. Índices.

BOLILLA 10.-

- Efecto de la actividad antrópica sobre la materia orgánica, el aporte de residuos y la mineralización.

- Corrección de la alcalinidad, enmiendas. Yeso, aplicación del yeso y cálculo de dosis. Otras enmiendas. Necesidades de yeso en los suelos del país.

- Fertilizantes potásicos. Factores que afectan la eficiencia en el uso de los fertilizantes con potasio.

- Diagnóstico de la Fertilidad Química a través del análisis del suelo. Características generales, ventajas y limitaciones de los principales modelos de diagnóstico disponibles para materia orgánica, nitrógeno total, nitratos, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, azufre y micronutrientes, principalmente en la región pampeana. Elaboración y aplicación.

BOLILLA 11.-

- Flujo de carbono y nutrientes en sistemas agrícolas extensivos e intensivos. Rotación agrícola-ganadera y sistemas forestales. Absorción de nutrientes. Mineralización. Pérdidas y flujos a través de los organismos edáficos.

- Entradas y salidas del nitrógeno del sistema suelo-planta. Procesos de ganancias y de pérdidas de nitrógeno

- Diagnóstico de la fertilidad química a través del análisis del vegetal. Diagnóstico visual y diagnóstico foliar. Sistemas de diagnóstico disponibles: DRIS y tests rápidos. Elaboración y aplicación.

- Fertilización de cultivos de verano. Soja: requerimientos hídricos y nutricionales. Etapas ontogénicas del cultivo. Fisiología del rendimiento. Factores condicionantes de la fertilización. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

BOLILLA 12.-

- Calcio y magnesio: Contenido en los suelos. Ciclo y balance de ambos nutrientes.
- Diagnóstico de la Fertilidad Física: visual y basado en el análisis de suelo.
- Contaminación, definiciones, límites, etc. Contaminación con fertilizantes inorgánicos o con fertilizantes orgánicos. Otras fuentes de contaminación (actividades extractivas, actividades industriales, riego, etc.).
- Fertilización de cultivos de invierno. Trigo: Requerimientos hídricos. Nutrición y calidad panadera en trigo. Diagnóstico de la respuesta a la fertilización en las distintas zonas ecológicas.

Actividades desarrolladas por el alumno para alcanzar los objetivos del curso.

- 1.- Participación en clases de discusión, basadas en cuestionarios preestablecidos (4 hs semanales).
- 2.- Asistencia a clases teóricas, dictadas por el profesor titular de la cátedra sobre los principales temas abordados en la materia.
- 2.- Seminarios desarrollados por los alumnos donde se analizan y aplican distintos modelos de diagnóstico en situaciones concretas.
- 3.- Entrenamiento en técnicas de muestreo de suelos en condiciones de campo.
- 4.- Visitas a establecimientos agropecuarios, con diferentes problemas de fertilidad y de uso de fertilizantes.
- 5.- Participación en clases demostrativas sobre el funcionamiento y aplicación de los modelos de simulación con fines de diagnóstico de la fertilidad edáfica.



Ing. Agr. RAÚL S. LAVADO
Profesor Titular
Cátedra de Fertilidad y Fertilizantes