**AGROECOLOGÍA**

**Curso 2020**

**TEÓRICO – PRÁCTICO Nº 6**

**LOS CICLOS EN LOS ECOSISTEMAS**

1- **CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E HÍDRICO:**

**Objetivos generales de la unidad teórico práctica:** Conocer los ciclos biogeoquímicos y el ciclo hídrico en ecosistemas naturales y su relación con prácticas de manejo de los agroecosistemas.

**Contenidos:** Ciclos biogeoquímicos en ecosistemas naturales y agroecosistemas. Ciclo de los nutrientes. Diferencias y similitudes. Importancia en el manejo de nutrientes para los cultivos. Relación de algunas prácticas de manejo sobre los flujos de nutrientes.

Ciclo del agua. Concepto de agua virtual, huella hídrica, agua verde, azul, gris. Importancia de conservar y/o mejorar el uso, conservación y calidad del agua para la sustentabilidad. Relación entre la intensificación de la agricultura y el uso del agua.

**ACTIVIDAD PRÁCTICA**:

**Objetivos particulares de la actividad práctica:**

1. Realizar un balance de los principales nutrientes (N, P y K) en agroecosistemas sujetos a distintas prácticas de manejo.
2. Identificar la importancia del balance de nutrientes como un indicador de sustentabilidad de los sistemas agrícolas.
3. Analizar el impacto de diferentes prácticas de manejo sobre la conservación de nutrientes en el sistema productivo y sobre la conservación de los recursos externos al mismo.
4. Reconocer, en función de las particularidades de los ciclos de los principales nutrientes, diferentes alternativas de manejo sustentable de los mismos.

**Actividades**

Se realizarán cálculos de balances de nutrientes de actividades agrícolas extensivas y de producción de carne (invernada). Se pretende el dominio en el cálculo del balance de nutrientes, pero, fundamentalmente, la capacidad de interpretación y fundamentación de los resultados.

**ACTIVIDAD PRODUCTIVA AGRICULTURA EXTENSIVA**

Se trata de un establecimiento que consta de 228 ha utilizadas para la agricultura (Figura 1). Se realiza, en 82 ha trigo/soja de segunda, en 96 ha soja de primera, en 50 ha maíz.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Maiz** | **Trigo/soja segunda** | **Soja de 1º** |

**Figura 1:** Distribución de los cultivos agrícolas

**Entradas de nutrientes**

Basado en el esquema de fertilización de la Tabla 1 (referido a 1ha), y teniendo en cuenta el grado técnico de los fertilizantes, calcule el ingreso de N, P y K, para trigo y soja de primera:

**Tabla 1**: Tipo, cantidad de fertilizante y su grado técnico, empleado en cultivos agrícolas.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Cultivo** | **Fertilizante** | **Grado técnico\*** | **Cantidad**  **(Kg ha-1)** | **N**  **(Kg ha-1)** | **P**  **(Kg ha-1)** | **K**  **(Kg ha-1)** |
| Trigo | Fosfato diamónico | 18-20-0 | 100 |  |  |  |
| Urea | 46-0-0 | 190 |  |  |  |
| Soja 2da | Superfosfato triple de Ca | 0-20-0 | 50 | 0 | 10 | 0 |
| Soja 1ra | Fosfato diamónico | 18-20-0 | 60 |  |  |  |
| Maíz | Fosfato diamónico | 18-20-0 | 80 | 14,4 | 16 | 0 |
| Urea | 46-0-0 | 100 | 46 | 0 | 0 |

**\*Nota:** el grado técnico se refiere al porcentaje de N- P- K (en ese orden) en el fertilizante en cuestión. Ejemplo: el grado técnico del fosfato diamónico (18:20:0) corresponde a 18% de nitrógeno, 20% de fósforo y 0% de potasio.

***Salidas de nutrientes***

A partir del contenido de nutrientes (N-P-K) de los distintos granos y su rendimiento (Tabla 2), calcule las salidas para los cultivos de trigo y soja de primera.

**Tabla 2**: Rendimiento y contenido de nutrientes (kg t-1) en cultivos agrícolas.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Cultivo | Rendimiento  (Kg ha-1) | Nutriente | Extracción (Kg t-1) | Salida  (kg ha-1) |
| Trigo | 4200 | N | 20,5 |  |
| P | 3,48 |  |
| K | 3,49 |  |
| Soja 2da | 2400 | N | 571\* | 68,4 |
| P | 6,19 | 14,9 |
| K | 17,94 | 43 |
| Soja de 1ra | 3300 | N | 571\* |  |
| P | 6,19 |  |
| K | 17,94 |  |
| Maíz | 5800 | N | 14,9 | 86,5 |
| P | 3,17 | 18,4 |
| K | 3,67 | 21,3 |

*Fuente*: Valores de extracción promedios de Flores y Sarandón (2003).

1\* Corresponde a extracción total. Considerar para este ejercicio que el 50% el cultivo lo obtiene por simbiosis. Según distintos autores este valor puede ser superior (Collino *et al.*, 2015).

**Balance de nutrientes**

1. Calcule el balance de nutrientes por ha para el cultivo de trigo y soja de primera (Tabla 3).

**Tabla 3:** Balance de nutrientes (**kg ha-1**) de los cultivos agrícolas extensivos.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Trigo | | | Soja de segunda | | | Soja de primera | | | Maíz | | |
|  | N | P | K | N | P | K | N | P | K | N | P | K |
| Entradas |  |  |  | 0 | 10 | 0 |  |  |  | 60,4 | 16 | 0 |
| Salidas |  |  |  | 68,4 | 14,9 | 43 |  |  |  | 86,5 | 18,4 | 21,3 |
| Balance /ha |  |  |  | **-68,4** | **-4,9** | **-43** |  |  |  | **-26,1** | **-2,4** | **-21,3** |

1. A partir de los resultados obtenidos en el balance de nutrientes analice el significado de los valores obtenidos. ¿Existe relación entre la cantidad de nutrientes que extrae cada cultivo y la cantidad de fertilización que recibe? ¿Por qué? ¿Cómo se relaciona esto con la conservación del recurso suelo?.
2. Teniendo en cuenta las particularidades en el ciclo biogeoquímico de cada uno de los nutrientes analice en cuál o cuáles de ellos es más nocivo tener balances deficitarios, y en cuál o cuáles de ellos es más peligroso tener balances excedentarios. ¿Por qué?.
3. Actualmente se está considerando la "biofertilización", principalmente con Pseudomonas fluorescens. Teniendo en cuenta que la acción de dichas bacterias es favorecer la solubilización del fósforo en el suelo analice si esta alternativa es viable para asegurar el mantenimiento de la fertilidad química del suelo.
4. La figura 2 representa un modelo basado en el criterio dosis-respuesta para P. En la misma se observa la posible respuesta en el incremento del rendimiento del cultivo ante el agregado de fertilizantes en función del contenido de P en el suelo. Esta curva se implementa para asegurar que la fertilización que se realice genere un incremento de rendimiento tal que compense el costo de la fertilización.

Analice los criterios de fertilización de “**dosis respuesta”** y “**balance de nutrientes**”. ¿Cuál considera usted más apropiado para la conservación del recurso suelo?



**Figura 2:** Cantidad de fertilización necesaria (doble flecha azul) para lograr máximos rendimiento del cultivo en función de la cantidad de P en el suelo, considerando la probabilidad de respuesta y el beneficio económico de la fertilización. Fuente: García (2009), adaptado de Mallarino (2007). Modificado.

**ACTIVIDAD PRODUCTIVA GANADERÍA DE ENGORDE (INVERNADA)**

La superficie destinada a ganadería es de 180 ha y se encuentra dividida en 6 potreros permanentes de 30 ha cada uno, con pasturas perennes (Figura 3).

La pastura es una mezcla de alfalfa (*Medicago sativa)*, trébol blanco (*Trifolium repens* L.), festuca (*Festuca arundinacea* Schereber), cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), pasto olvillo (*Dactylis glomerata)* y achicoria (*Cichorium intybus).*

Se fertiliza a la **siembra** (única vez) con 35 kg ha-1 de fosfato diamónico (DAP), grado técnico 18-20-0. Considere que la fijación biológica de la pastura a base de leguminosa es en promedio de 30 kg ha-1 año-1. Se considera que la pastura tiene una duración de 6 años.

La producción anual de carne del establecimiento es de 500 Kg. ha-1año-1.

1. Teniendo en cuenta el contenido de nutrientes de la carne (Tabla 4), calcule el balance de nutrientes (Tabla 5).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Potrero 1**  Pastura 1 año | **Potrero 2**  Pastura 2 años | **Potrero 3**  Pastura 3 años |
| **Potrero 4**  Pastura de 4 años | **Potrero 5**  Pastura 5 años | **Potrero 6**  Pastura de 6 años |

**Figura 3:** Distribución de los potreros del sistema ganadero

**Tabla 4**: Composición química de la carne vacuna

|  |  |
| --- | --- |
| **Nutrientes** | **Contenido de la carne (kg t -1)** |
| *Nitrógeno* | 27,2 |
| *Fósforo* | 6,8 |
| *Potasio* | 1,5 |
| *Azufre* | 1,5 |
| *Magnesio* | 0,4 |
| *Calcio* | 12,8 |

Fuente: Mathews *et al*. (1996), en García (2004).

**Tabla 5**: Balance de nutrientes del sistema de producción de carne (invernada).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Invernada | | |
| N | P | K |
| Entrada (kg/ha) | 36,3 | 7 | 0 |
| Salida (kg/ha) | 13,6 |  | 0.75 |
| Balance (kg/ha) | **22,7** |  | **-0,75** |

1. Analice los resultados del balance de nutrientes.
2. Considerando el concepto de “niveles tróficos” ¿qué análisis puede realizar de la comparación de los valores de extracción de nutrientes calculados en los cultivos agrícolas extensivos y en la producción de carne?.
3. A partir de los balances de nutrientes realizados y de la lectura complementaria “El concepto de fertilidad del sistema” de Armenio Khatounian. Realice un breve comentario respecto de las prácticas de manejo que pueden mejorar la fertilidad de un agroecosistema.

**Lectura obligatoria:**

Abbona EA & SJ Sarandón (2014). Manejo de nutrientes en los agroecosistemas En: Sarandón SJ & CC Flores (Editores). Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Colección de libros Cátedra. Universidad Nacional de La Plata (EDULP). 467 pp Capítulo 8:211-234.

Tyler Miller G (1994). Ecología y Medio Ambiente. Grupo Editorial Ibero América. México. Capítulo 4: 107-115 pp.

**Bibliografía utilizada en el práctico:**

Collino, DJ, F Salvagiotti, A Perticari, C Piccinetti, G Ovando, S Urquiaga & RW Racca (2015) Biological nitrogen fixation in soybean in Argentina: relationships with crop, soil, and meteorological factors. Plant Soil 392:239–252.

Flores, CC y SJ Sarandón(2003) ¿Racionalidad económica versus sustentabilidad ecológica? El ejemplo del costo oculto de la pérdida de fertilidad del suelo, durante el proceso de Agriculturización en la Región Pampeana Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía 105 (1) (2002,2003): 53-67.

García F (2004) El rol del fósforo en la producción de pasturas de la región pampeana. INPOFOS Cono Sur. Disponible en [www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/0530286655C70A7303256D920046F446](http://www.ppi-ppic.org/ppiweb/ltams.nsf/$webindex/0530286655C70A7303256D920046F446)

García F (2009) El manejo de los nutrientes. Bases y herramientas. IPNI, Cono Sur. Curso de Fundación Crea. Buenos Aires, 29 de septiembre. Disponible en <https://es.slideshare.net/Fertil2009/fertilizer20-recommendation20-philosophies>.

Gonella CA (2002) Producción de alimentos ecológicos en sistemas extensivos en la República Argentina. En: “AGROECOLOGIA: El camino hacia una agricultura sustentable”, SJ Sarandón (Editor), Ediciones Científicas Americanas, La Plata. Cap 26: 495-506.

Khatounian CA (2002) A reconstrucão ecológica da agricultura. Editora Agrecológica: Botucatu, São Paulo, Brasil. 348 pp.

Veneciano J y K Frigerio (2003) Exportación de macronutrientes en sistemas Extensivos de San Luis. INPOFOS Informaciones Agronómicas N°17: 17:22pp

**Bibliografía recomendada:**

Magdoff F, L Lanyon & B Liebhardt (1997) Nutrient cycling, transformations, and flows: implications for a more sustainable agriculture. Advances in Agronomy. Vol. 60. pp 73.

Nebel, BJ & RT Wright (1999). Ciencias Ambientales. Ecología y desarrollo sostenible. Sexta Edición. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana SA, México. 698 pp.

Odum EP (1972) Ecología. Tercera Edición. Editorial Interamerica. México, 639 pp.