

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

Manual de prácticas de: NUTRICIÓN VEGETAL

Clave de la asignatura: AGC-1019
SATCA: 2-2-4

Programa Académico:
Ingeniería en Agronomía

Profesores:

Dra. ESMERALDA CÁZARES SÁNCHEZ
M.C. VÍCTOR EDUARDO CASANOVA VILLARREAL
Q.A. BENJAMÍN VELA DOMÍNGUEZ

Plan de estudios que apoya: IAGR-2010-214

Octubre de 2016.
Carr. Escárcega-Chetumal, Km. 21.5.
Ejido Juan Sarabia, Othón P. Blanco, Q. Roo.



Carretera Chetumal-Escárcega Km 21.5, Ejido Juan Sarabia,
Othón P. Blanco, Quintana Roo, Código Postal 77965,
e-mail: dir_zmaya@tecnm.mx, tel: (983)1293431
www.itzonamaya.edu.mx



RSGC 622

Sector IAF: 37
Inicio: 2009.09.28
Recertificación: 2015.08.30
Terminación: 2018.08.30
Alcance: Proceso educativo; que comprende desde la inscripción hasta la entrega del título y cédula profesional de licenciatura.

DIRECTORIO

Aurelio Nuño Mayer

Secretario de Educación Pública

Salvador Jara Guerrero.

Subsecretario de Educación Superior e Investigación Tecnológicas

Manuel Quintero Quintero

Director General de Educación Superior Tecnológica

Jesús Ofelia Angulo Guerrero

Coordinador Sectorial Académico

Lorenzo Octavio Hernández Robles Arenas

Coordinador Sectorial de Planeación y Desarrollo del Sistema

Alejandro Ávila Villanueva

Coordinador Sectorial de Administración y Finanzas

José López Medina

Coordinador Sectorial de Promoción de la Calidad

Artemio Pérez Morales

Director del IT Zona Maya

PRÓLOGO

En el Plan de estudios IAGR2010-214 se menciona que el egresado de la Carrera de Ingeniería en Agronomía por medio de su actividad, propicia el mejoramiento de los sistemas de producción de alimentos, lo que beneficia de manera directa a todos los sectores de la población. Por lo anterior es fundamental que la enseñanza teórica y práctica que se desarrolla en la asignatura de Nutrición vegetal, contribuya en la formación de un profesional que sea capaz de diagnosticar en campo, de manera eficiente, la deficiencia o toxicidad de los nutrimentos en las plantas para emitir recomendaciones adecuadas para su corrección.

De manera específica, en el Programa de la materia, se indica que esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero Agrónomo los conocimientos necesarios para el manejo eficiente de los recursos, agua y nutrientes necesarios para el incremento de los rendimientos de los cultivos y la calidad de los productos que exige el mercado nacional e internacional, haciendo uso de tecnología moderna, que permita resolver la problemática de los diferentes sistemas de producción de manera sustentable, lo que sin lugar a dudas, incidirá de manera positiva y constructiva en su autorrealización personal y profesional.

OBJETIVO GENERAL

Aplicar los conocimientos relacionados con el uso de técnicas modernas y eficientes en el diagnóstico del estado nutricional de un cultivo e incrementar los rendimientos y calidad de las diferentes especies vegetales de importancia económica a nivel local, nacional e internacional. Diagnosticar el estado nutricional de la planta y aplicar el uso eficiente y racional de los fertilizantes.

Índice

PRÓLOGO.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	2
PRÁCTICA 1. ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS HORTÍCOLAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO.....	6
Objetivo General.....	6
Área.....	6
Duración.....	6
Valor de la práctica.....	6
Unidad:.....	6
Tema.....	6
Subtema.....	6
Competencia específica.....	6
Competencias previas.....	6
Competencias genéricas a desarrollar.....	6
1.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	7
1.2 INTRODUCCIÓN.....	7
1.3 METODOLOGÍA.....	8
1.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
1.5 CUESTIONARIO.....	8
1.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	9
1.7 BIBLIOGRAFÍA.....	9
PRÁCTICA 2. IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS Y TEJIDOS VEGETALES.....	10
Objetivo General.....	10
Área.....	10
Duración.....	10
Valor de la práctica.....	10
Unidad.....	10
Tema.....	10
Subtema.....	10
Competencia específica.....	10
Competencias previas.....	10
Competencias genéricas a desarrollar.....	10
2.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	10

2.2 INTRODUCCIÓN	11
2.3 METODOLOGÍA.....	11
2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	11
2.5 CUESTIONARIO.....	12
2.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	12
2.7 BIBLIOGRAFÍA	12
PRÁCTICA 3. IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS O TOXICIDAD NUTRICIONAL EN CULTIVOS.....	13
Objetivo General:.....	13
Área	13
Duración.....	13
Valor de la práctica.....	13
Unidad	13
Tema.....	13
Subtema.....	13
Competencia específica	13
Competencias previas	13
Competencias genéricas a desarrollar.....	13
3.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	13
3.2 INTRODUCCIÓN	13
3.3 METODOLOGÍA.....	14
3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
3.5 CUESTIONARIO.....	15
3.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	15
3.7 BIBLIOGRAFÍA	15
PRÁCTICA 4. PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA FERTIRRIEGO	16
Objetivo General:.....	16
Área	16
Duración.....	16
Valor de la práctica.....	16
Unidad	16
Tema.....	16
Subtema.....	16
Competencia específica	16

Competencias previas	16
Competencias genéricas a desarrollar.....	16
4.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.....	16
4.2 INTRODUCCIÓN	17
4.3 METODOLOGÍA.....	17
4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.5 CUESTIONARIO.....	19
4.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA.....	20
4.7 BIBLIOGRAFÍA	20

PRÁCTICA 1. ESTABLECIMIENTO DE CULTIVOS HORTÍCOLAS EN CONDICIONES DE INVERNADERO

Objetivo General: Establecer un cultivo en invernadero, con diferentes especies hortícolas, para la aplicación de tratamientos de nutrición y técnicas de manejo agronómico.		Área: Ingeniería en Agronomía.
Duración: 8 horas.	Valor de la práctica: 45 puntos.	
Unidad: 1.	Tema: Conceptos básicos.	Subtema: Factores que determinan las necesidades de nutrimentos para la producción.

Competencia específica: Aplicar los conocimientos relacionados con el uso de técnicas modernas y eficientes en el diagnóstico del estado nutricional de un cultivo e incrementar los rendimientos y calidad de las diferentes especies vegetales de importancia económica a nivel local, nacional e internacional.
Competencias previas: Conocimientos generales para el manejo de un cultivo desde plántula hasta fructificación.

Competencias genéricas a desarrollar:	Instrumentales: Conocimientos básicos de la carrera. Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas). Solución de problemas. Toma de decisiones.
	Interpersonales: Trabajo en equipo.
	Sistémicas: Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

1.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS		
Materiales	Equipos	Reactivos
1. Charolas germinadores de 200 alveolos. 2. Sustrato para germinar. 3. Semillas de hortalizas. 4. Papel periódico. 5. Bolsa de plástico negra de 60 x 90 cm.	1. Bomba de agua. 2. Tinaco de 750 L. 3. Cintillas para riego. 4. Goteros de 8 L por hora. 5. Parrilla eléctrica.	1. Fungicida Captan 500®.

1.2 INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XVIII, De Sussure, fue uno de los pioneros en el análisis de los elementos en las plantas y sugirió el término elemento esencial para su crecimiento. S. Sprengel estableció que el suelo puede ser improductivo para la agricultura si carece de un elemento esencial. A mediados del siglo XIX, Justus von Liebig, retoma la Ley del mínimo y J. Sachs, demuestra que las plantas podían crecer y desarrollarse en soluciones nutritivas totalmente carentes de suelo, sentando las bases de la hidroponía. A finales del siglo XIX, se incrementó de manera importante el uso de fertilizantes principalmente en Europa, para mejorar la productividad de los cultivos. En 1934 Arnon y Stout, postularon tres criterios para considerar a un elemento como esencial:

- a) Una planta será incapaz de completar su ciclo vital en ausencia del elemento mineral considerado.
- b) La función que realice dicho elemento no podrá ser desempeñada por otro mineral de reemplazo o de sustitución.
- c) El elemento deberá estar directamente implicado en el metabolismo (v.g. componente de una molécula esencial) o requerirse en una fase metabólica precisa (v.g. reacción enzimática) (Azcón-Bieto y Talón, 2003).

1.3 METODOLOGÍA

1. Preparar el invernadero para establecer el cultivo, levantamiento de surcos, acondicionamiento del sistema de riego.
2. Seleccionar un cultivo a establecer en el invernadero para la práctica (rábano, cilantro, tomate, pepino, chiles, okra, frijol, maíz, melón, sandía, entre otros).
3. Poner a remojar en agua tibia (40°C) durante 24 horas las semillas del cultivo seleccionado.
4. Preparar la charola con sustrato para germinar y depositar de dos a tres semillas por alveolo hasta tener el número de plantas requeridas para la práctica. Aplicar fungicida (Captan 500®, 2 g por litro de agua) en la charola previamente sembrada, después cubrirla con papel periódico húmedo y colocarla dentro de una bolsa de plástico negra para acelerar el proceso de germinación.
5. Revisar la charola de cuatro a ocho días posteriores a la siembra, una vez que se observen las primeras plántulas emergidas sacarlas de la bolsa y ponerlas en un lugar donde tenga aireación y entrada de luz solar para su buen desarrollo.
6. Una vez que la plántula tenga entre unos 12 a 20 cm de altura o tenga sus dos primeras hojas verdaderas, estarán listas para el trasplante.

1.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elaborar un reporte por escrito donde se describan las diferentes etapas de desarrollo del cultivo seleccionado, labores culturales, manejo y control de plagas y enfermedades, además del proceso que se llevó a cabo para su germinación y trasplante documentado con imágenes o ilustraciones.

Incluir en el reporte el cuestionario resuelto que a continuación se presenta así como la bibliografía consultada.

1.5 CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la descripción botánica del cultivo seleccionado?
2. ¿Cuáles son las etapas fenológicas del cultivo?
3. ¿Cuáles son los requerimientos nutricionales por etapa fenológica del cultivo?

1.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA

Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas anexa.

1.7 BIBLIOGRAFÍA

Burgueño, H. La Fertigación en Cultivos Agrícolas con Acolchado Plástico. Vol. II. Grupo Formato, SA de CV. México. 71 p. 1995

Cadahia, L. C. Fertirrigacion Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ediciones MundiPrensa. España. 1998.

Lira, S. R. H. Fisiología vegetal. Editorial Trillas. 1994.

Miller, E. V. Fisiología vegetal. Editorial UTEHA. 1981.

Rodríguez, S. F. Fertilizantes. Nutrición Vegetal. Editorial AGT Editor S.A. 1982.

PRÁCTICA 2. IDENTIFICACIÓN DE ESTRUCTURAS Y TEJIDOS VEGETALES

Objetivo General: Describir mecanismos de fisiología de la planta, de acuerdo al tipo y función de la célula y tejidos vegetales.		Área: Ingeniería en Agronomía.
Duración: 2 horas.	Valor de la práctica: 20 puntos.	
Unidad: 2.	Tema: Mecanismos de absorción y transporte nutrimental.	Subtema: Mecanismos de absorción y transporte nutrimental.

Competencia específica: Identificar los mecanismos de absorción de nutrientes de las plantas.

Competencias previas: Describir mecanismos de fisiología de la planta, de acuerdo al tipo y función de la célula y tejidos vegetales.

Competencias genéricas a desarrollar.	Instrumentales: Capacidad de análisis y síntesis.
	Interpersonales: Trabajo en equipo.
	Sistémicas: Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

2.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

Materiales	Equipos	Reactivos
1. Bisturí o cúter. 2. Hojas y raíces frescas de hortalizas o frutales. 3. Esmalte de uñas. 4. Pegamento blanco. 5. Caja Petri. 6. Porta y cubre objetos 7. Aceite de inmersión	1. Microscopio. 2. Estereoscopio. 3. Cámara fotográfica.	

2.2 INTRODUCCIÓN

El manejo de herramientas de microscopía puede ser de gran utilidad para la identificación de estructuras vegetales, órganos, tejidos, células, entre otros, que ayuden a la descripción de las plantas e identificación de sus funciones.

En el caso de la nutrición vegetal, es importante que el Ingeniero en Agronomía, aprenda a identificar las estructuras vegetales involucradas en la absorción de nutrimentos, con técnicas sencillas, información que le será de utilidad para la aplicación de fertilizantes en los cultivos ya sea de manera foliar, en sustratos o directamente en el suelo.

2.3 METODOLOGÍA

1. Encender el microscopio y el estereoscopio, identificar sus componentes y verificar el desplazamiento de la platina y de los objetivos.
2. En una sección de hoja, aplicar por el envés una capa de esmalte de uñas y en otra sección, aplicar pegamento blanco y esperar a que se sequen. Posteriormente despegar con cuidado las capas solidificadas (membranas). Observar ambas membranas en el estereoscopio y microscopio, identificar y describir las estructuras que aparezcan. Establecer cuál fue el método.
3. Observar la raíz e identificar las estructuras primaria, secundaria y terciaria así como el ápice.
4. Tomar fotografías a través del microscopio o estereoscopio para ilustrar el reporte de la práctica.

2.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elaborar un reporte por escrito donde se presenten los resultados, con una descripción de las funciones de las estructuras vegetales que se logren identificar y agregar una conclusión sobre la utilidad de ésta práctica para su formación. Conteste el cuestionario que a continuación se presenta y agregue la bibliografía consultada.

2.5 CUESTIONARIO

1. ¿Cuáles son las estructuras vegetales relacionadas con la absorción de nutrimentos?
2. ¿Cuál es la función de los estomas en las plantas?
3. De acuerdo con lo que observó en la práctica, ¿cuál es la parte del limbo de la hoja ideal para la aplicación los fertilizantes foliares?
4. Describa la función y estructura de la raíz.
5. ¿Cuál es la estructura de la raíz por donde se absorben los nutrimentos?

2.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA

Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas anexa.

2.7 BIBLIOGRAFÍA

Azcon-Bieto y Talón M. J. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. España. 1993.

Lira, S. R. H. Fisiología vegetal. Editorial Trillas. 1994.

Pessarkli, M. (Editor). Handbook of Plant Crop Physiology. 2nd. edition. Marcel Dekker, Inc. New York. 973 p. 2000.

PRÁCTICA 3. IDENTIFICACIÓN DE DEFICIENCIAS O TOXICIDAD NUTRICIONAL EN CULTIVOS

Objetivo General: Identificar e Interpretar la sintomatología que presenta el vegetal por efecto de deficiencias o exceso de algún nutrimento.		Área: Ingeniería en Agronomía.
Duración: 2 horas.	Valor de la práctica: 20 puntos.	
Unidad: 3.	Tema: Sintomatología visual de deficiencias y toxicidad de los nutrimentos.	Subtema: Métodos de diagnóstico nutrimental.

Competencia específica: Diagnosticar el estado nutricional de la planta.

Competencias previas: Conocimiento del comportamiento de las deficiencias nutricionales en las plantas y los patrones visuales que éstas puedan generar.

Competencias genéricas a desarrollar	Instrumentales: Capacidad de análisis y síntesis.
	Interpersonales: Trabajo en equipo.
	Sistémicas: Habilidades de investigación.

3.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

Materiales	Equipos	Reactivos
1. Cultivo.	1. Cámara fotográfica.	

3.2 INTRODUCCIÓN

Los nutrimentos y otros compuestos se presentan en un estado dinámico en el suelo. Se añaden o remueven de manera continua mediante diversas vías, y la fertilidad de un suelo depende de las tasas relativas de adición y remoción de sustancias nutricias. Además, los elementos pueden retenerse con más o menos firmeza en el suelo, por enlaces químicos y físicos. Así pues, la fertilidad puede afectarse también por la facilidad o dificultad con que los nutrimentos se absorben por a raíz, así como por su tendencia a permanecer o ser lavados del suelo por la lluvia o el movimiento de agua subterránea. Los iones disueltos en la fase suelo-agua están libremente disponibles

para las raíces; lo que están vinculados a partículas del suelo solo están disponibles conforme entran en solución; de manera que la fertilidad de un suelo depende de la concentración de nutrimentos en solución, no de los elementos nutritivos que contenga (Bitwell, 1990).

Muchos factores pueden provocar en los cultivos síntomas de deficiencias o trastornos, sin ser necesariamente causados por déficit o excesos de algún mineral, esencial para el desarrollo de la especie (Figura 1) (Reali, 2000).

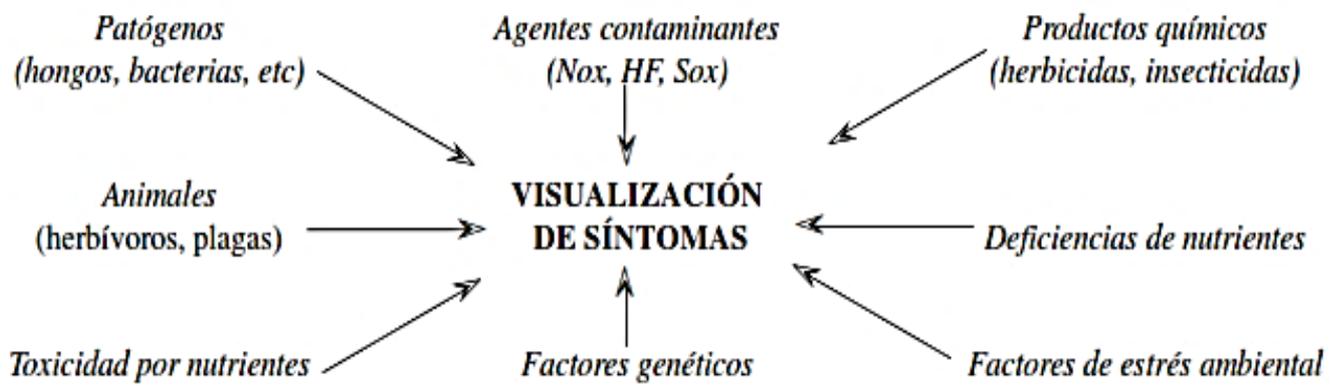


Figura 1. Agentes causales de síntomas visibles en las plantas.

Fuente:(Reali, 2000).

3.3 METODOLOGÍA

Investigar sobre las deficiencias y toxicidad que pueda presentar el cultivo elegido salir a campo y monitorear para la detección de alguna posible anomalía en la planta y documentarlo.

3.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Realizar un reporte mostrando los patrones visuales encontrados y compararlos con lo que se encuentre en la literatura. Conteste el cuestionario que a continuación se presenta y agregue la bibliografía consultada.

3.5 CUESTIONARIO

1. ¿Qué es un nutriente?
2. ¿Qué es deficiencia de nutrientes?
3. ¿Qué es toxicidad de nutrientes?
4. ¿Cómo se identifica una deficiencia de nutrientes?
5. ¿Qué es un fertilizante?
6. ¿Qué es un quelato?
7. ¿Cuáles son las características de un fertilizante quelatado?

3.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA

Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas. Se anexa

3.7 BIBLIOGRAFÍA

Bennett, F. W. Nutrient Deficiencies Toxicities In Corp Plants. 1994. Collage of Agricultural Sciences and Natural Resources. Texas University Lubbock.

Azcon-Bieto y Talón M. J. Fisiología y Bioquímica Vegetal. Editorial Mc Graw Hill Interamericana. España. 1993.

PRÁCTICA 4. PREPARACIÓN DE SOLUCIÓN NUTRITIVA PARA FERTIRRIEGO

Objetivo General: Reconocer y valorar el nutriente orgánico o químico esencial, para determinar la fórmula ideal, en base al cultivo. Haciendo uso de la tecnología de fertirrigación o de hidroponía.		Área: Ingeniería en Agronomía.
Duración: 2 horas.	Valor de la práctica: 20 puntos.	
Unidad. 4.	Tema: Fertilizantes, usos y manejo.	Subtema: Formulación, preparación y aplicación de soluciones nutritivas en sistemas de producción.

Competencia específica: Formular soluciones nutritivas para la aplicación en fertirriego o hidroponía.

Competencias previas: Diagnosticar el estado nutricional de la planta y aplicar el uso eficiente y racional de los fertilizantes.

Competencias genéricas a desarrollar	Instrumentales: Capacidad de análisis y síntesis.
	Interpersonales: Trabajo en equipo.
	Sistémicas: Capacidad de aplicar el conocimiento en la práctica.

4.1 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

Materiales	Equipos	Reactivos
1. Cultivo. 2. Agitador de plástico. 3. Tinaco de 750 L. 4. Cubetas.	1. Potenciómetro. 2. Báscula.	1. Fertilizantes hidrosolubles: <ul style="list-style-type: none"> a) Nitrato de potasio (KNO_3). b) Nitrato de calcio ($Ca(NO_3)_2$). c) Nitrato de magnesio ($Mg(NO_3)_2$). d) Fosfato monoamónico ($NH_4H_2PO_4$). e) Sulfato de potasio (K_2SO_4). f) Sulfato de magnesio ($MgSO_4$). g) Ácido fosfórico (H_3PO_4).

4.2 INTRODUCCIÓN

La cantidad y diversidad de soluciones nutritivas formuladas es considerable, difiriendo entre sí en la relación de concentración y combinación de sales (Steiner, 1961; Sonneveld *et al.*, 1999; Preciado-Rangel *et al.*, 2006). Esta gran variabilidad no permite el diseño de una solución nutritiva adecuada común a todos los cultivos (Juárez-Hernández *et al.*, 2006; Preciado-Rangel *et al.*, 2006).

4.3 METODOLOGÍA

- a) Enlistar los fertilizantes hidrosolubles disponibles.
- b) Formular la solución nutritiva utilizando los requerimientos del cultivo en miliequivalentes-gramo (Meq) según su etapa fenológica por medio del método de balance de aniones y cationes, para lo cual se requieren los siguientes datos:
 - **Ppm:** Las partes por millón se obtienen de la bibliografía, de acuerdo a los requerimientos nutrimentales para el cultivo.
 - **Peso molecular:** se obtiene de los elementos químicos que componen el fertilizante cuyo valor se encuentra en la tabla periódica.
 - **Valencia:** se identifica con que valencia interactúan entre si los elementos que componen el fertilizante. Al igual que el peso molecular, la valencia de los elementos químicos se encuentra en la tabla periódica.
 - **Peso equivalente:** se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\text{Peso Molecular}}{\text{Valencia}}$$

- **Milimoles:** se obtienen con la siguiente fórmula:

$$Mm = \frac{\text{Requerimientos ppm}}{\text{Peso Molecular}}$$

- **Miliequivalentes:** se calculan por medio de la siguiente fórmula:

$$Meq = (\text{Valencia})(\text{Milimoles})$$

Para facilitar los cálculos se sugiere llenar el siguiente cuadro:

Cálculos necesarios para obtener los miliequivalentes de cada elemento a utilizar.

Elemento	Requerimientos ppm (a)	Peso Molecular (b)	Valencia (c)	Peso Equivalente (b/c)	Mili-moles $d=(a/b)$	Mili-equivalentes (c x d)
N						
P						
K						
Ca						
Mg						
S						

c) Una vez obtenidos los miliequivalentes por elemento químico, se realiza una tabla de doble entrada para el balance de cationes y aniones como la siguiente:

		CATION +				
		NH ₄	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	meq
ANIÓN -	NO ₃ ⁻					
	P ₂ O ₅ ⁻					
	SO ₄ ⁻					
	meq					

d) Colocar en la columna y fila de los miliequivalentes (meq) los valores totales previamente calculados por elemento, según corresponda a un catión o un anión. Repartir los meq totales entre las diferentes fuentes de fertilizante y verificar que al sumarlos por fila y columna coincidan con los totales previamente colocados en estas.

e) Una vez concluido el balance de cationes y aniones, se procede a calcular los kilogramos de cada fuente de fertilizante a utilizar, como se presenta en la siguiente figura:

Elemento	Masa Atómica	Nitrato de Potasio (KNO ₃)				
K	39.0983	X 1	=	39.0983		
N	14.0067	X 1	=	14.0067		
O	15.9994	X 3	=	47.9982		
TOTAL			=	101.1032	Peso Molecular	
eg	meq	mg (L)	L	g/mg	g	pureza del fert.
$6 (101.1032/1) = (606.61 \times 750) \times 1 / 1000 = 454.95 / 0.46 = 989.02 \text{ g}$						

- f) Una vez concluidos los cálculos, se pesarán los fertilizantes y disolverán en el agua para el riego, en el siguiente orden:
- Nitratos
 - Fosfatos
 - Sulfatos
 - Ácidos
- g) Verificar que el pH sea el óptimo (de 5.5 a 6.5) en caso de no ser así disminuirlo con ácido fosfórico o sulfúrico o elevarlo con hidróxido de potasio.

4.4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Elaborar un reporte que incluya el balance de cationes y aniones así como los cálculos completos para todos los fertilizantes, la descripción del proceso de preparación de la solución nutritiva y su aplicación al cultivo. Complementar con fotografías. Conteste el cuestionario que a continuación se presenta y agregue la bibliografía consultada.

4.5 CUESTIONARIO

1. ¿Cuál es la definición de fertilizante?
2. ¿Qué es un catión y un anión?
3. ¿Qué es una composta y cómo se elabora?
4. ¿Qué es una vermicomposta y cómo se elabora?
5. Describa las características y procesos de elaboración de otros tipos de abonos orgánicos.

4.6 EVALUACIÓN DE LA PRÁCTICA

Se evaluará con la rúbrica de reporte de prácticas anexa.

4.7 BIBLIOGRAFÍA

Howard M. Resh, Cultivos Hidropónicos Ediciones Mundi-Persa 5º edición Madrid, Barcelona, 2006

Jiménez, G. S. Fertilizantes de Liberación lenta. Agro guía. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 1992.

Marschner, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd. edition. Academic Press. Ireland. 674 p. 1981.

Peña P., E. y M.A. Montiel G. Manual Práctico de Fertirriego. Colección Manuales. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca-Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 68 p. 1998.