



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**Propuesta de diseño curricular para la Educación  
Media Especializada con énfasis en Ecología  
Química para la Institución Educativa Distrital  
Carlos Albán Holguín**

**Jorge Mauricio Espitia Triana**

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Naturales  
Maestría en Enseñanza de Ciencias Exactas Naturales  
Bogotá – Colombia  
2012**



**Propuesta de diseño curricular para la Educación  
Media Especializada con énfasis en Ecología  
Química para la Institución Educativa Distrital  
Carlos Albán Holguín**

**Jorge Mauricio Espitia Triana**  
Código: 01186800

**Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de  
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

**Directora:**  
**Bárbara de las Mercedes Moreno Murillo**  
**Químico Especialista en Productos Naturales**

**Universidad Nacional de Colombia**  
**Facultad de Ciencias Naturales**  
**Maestría en Enseñanza de Ciencias Exactas y Naturales**  
**Bogotá – Colombia**  
**2012**



Dedico el producto de mi trabajo y esfuerzo a la riqueza planetaria,  
en especial a mis padres Graciela y Carlos autores de mi vida,  
a mi esposa Aura con cuya alegría y ternura trajimos al mundo a Valentina y Santiago,  
pues todos ellos son la fuerza de mis actos y la belleza de mis sueños.

Mauricio.



## **Agradecimientos**

El autor expresa su agradecimiento a:

La Universidad Nacional de Colombia por los aportes brindados a nivel profesional, a la docente Bárbara Moreno de la Facultad de Ciencias, Departamento de Química y mi directora de trabajo de grado por su gran apoyo, compromiso y arduo trabajo en el proceso de elaboración del presente proyecto.

A Adriana Mora, rectora del colegio Carlos Albán Holguín I.E.D. artífice de la implementación de la Educación Media Especializada.

Al grupo operativo de la Educación Media Especializada, por el trabajo interdisciplinar realizado en equipo.

A mi esposa Aura Ordoñez, docente de química, por su continuo apoyo a nivel profesional y anímico.

A la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, sección de Gestión Ambiental, especialmente al Doctor Álvaro Pio por permitirnos ingresar y trabajar en el Humedal Tibanica.





## Resumen

Este documento presenta una propuesta curricular para la implementación de la Educación Media Especializada (EME) con énfasis en Ecología Química en la institución educativa distrital Carlos Albán Holguín, ubicado en la localidad de Bosa, D.C. Inicialmente se realizó una caracterización de la población estudiantil de los grados noveno y décimo a través del índice conocido como Revelador de Cociente Mental Tríadico, el cual muestra bajo nivel en el desarrollo del pensamiento lógico. Esta evidencia permite incluir en la EME una rama especializada de la química que facilita mejorar este campo de pensamiento e impactar a la comunidad educativa a través del trabajo interdisciplinar en el Humedal Tibanica, espacio ambiental que hace parte de su contexto. A tal efecto se preparó un marco referencial con base en los conceptos necesarios para el desarrollo de la propuesta como son: Química Ecológica y Currículo, y a partir de ellos se elaboraron los microcurrículos respectivos. En ellos, se incluyen los fundamentos de Ecología, de Química Inorgánica y Orgánica y se hace énfasis en Química Ecológica. En conclusión, para desarrollar el trabajo en el aula de la EME, se elaboraron 4 módulos, uno para cada semestre, que contienen las temáticas propuestas y su aplicación a través de talleres, prácticas de laboratorio, visitas guiadas al humedal, actividades interactivas y demás tareas que permitan llevar la propuesta al aula de forma didáctica e innovadora, lo cual permitirá mejorar el nivel formativo de los estudiantes y el logro de mejores condiciones de vida.

**Palabras Clave:** Semioquímicos, Terpenoides, Unidad Didáctica, Química Ecológica, Educación Media Especializada.

## Abstract

This document presents a curriculum proposal for the specialized high education (EME) with emphasis in chemical Ecology, which will be established at the educational district Institution named Carlos Albán Holguín, located in the Bosa borough, situated in Bogotá D.C., Colombia.

Initially, a survey was made among the 9<sup>th</sup> and 10<sup>th</sup> grade students in order to characterise the population throughout the “triadic mental development quotient”. This procedure application leads to determine a low level of logical thought development. This evidence let to the inclusion of a specialized branch of Chemistry in the EME curriculum, which will help to improve this field of thought and to impact the educative community throughout the inter-disciplinary work around the “Tibanica Wetlands”, an environmental space that conforms part of their context.

Therefore, a reference frame based on the elementary concepts of Chemical Ecology and syllabus, needed for the development of the curriculum proposal was prepared, and from them the respective micro curriculums were elaborated. These units include the elementary Ecology concepts in conjunction with Inorganic and Organic Chemistry with deep emphasis in Chemical Ecology. Moreover, four units, one for each period (semester), for the class development were produced. Each unit encloses the contents through: goals, abilities, methodological strategies, schedules, laboratory experiments, sessions and activities.

In conclusion, these units contain the following activities: topics and their application, workshops, laboratory sessions, wetlands guided visits, interactive group activities and other tasks that conducted to the application of an innovative and didactical proposal, which will improve the formative level of the students and let them get better life conditions.

**Keywords:** Semiochemicals, Terpenoids, Didactical Unit, Chemical Ecology, Specialized High Education.

# Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Abstract	X
Lista de Figuras	XIII
Abreviaturas	XIV
Glosario	XV
1. Contextualización	1
Introducción	1
1.1. Definición y Planteamiento del Problema	2
1.2. Justificación	2
1.3. Antecedentes Generales	3
1.3.1. Caracterización de la Población	4
1.3.2. Localización Del Proyecto	7
1.3.2.1 .Colegio Carlos Albán Holguín I.E.D.	7
1.3.2.2. Humedal Tibanica.	8
1.4. Objetivos	13
1.4.1. Objetivo General	13
1.4.2. Objetivos Específicos	13
1.5. Estado del Arte	13
1.5.1. Insecticidas Botánicos	14
1.5.2. El Neem, Una Alternativa Agroecológica	16
1.5.3. Marco conceptual de la Ecología Química	18
1.5.3.1. Compuestos aleloquímicos	18
1.5.3.2. Estudio y clasificación de Compuestos Aleloquímicos	20
1.5.3.3. Estudio y clasificación de feromonas	23
1.5.3.4. Estudio y clasificación de alomonas	25
1.5.3.5. Aplicaciones Principales de los Compuestos Aleloquímicos	26
1.5.3.6 .Aceites Esenciales: Composición y Propiedades	28
1.5.3.7. Aplicaciones de Aceites Esenciales	31

1.5.4. Bioensayos	32
1.5.5. Diseño curricular: marco conceptual	36
2. Metodología	41
Introducción	41
2.1. Fases del proyecto	41
2.1.1. Primera fase	41
2.1.2. Segunda fase	42
2.1.3. Tercera fase	42
2.1.4. Cuarta fase	42
2.1.5. Quinta fase	43
2.2. Variables	43
2.3. Diseño Curricular	44
2.4. Parte Experimental	44
2.4.1. Bioensayo General de Letalidad con <i>Artemia Salina</i> (BGL- As)	46
2.4.2. Bioensayo de Actividad Antialimentaria	46
2.4.3. Bioensayo de Pruebas Olfatómicas	48
2.4.4. Bioensayo de Actividad Aracnida en Cultivos de Fresa ( <i>Fragaria vesca</i> )	48
3. Resultados y discusión	50
Introducción	50
3.1. Diseño Curricular.	50
3.2. Unidades Didácticas	60
3.3. Reconocimiento de la composición biológica en el Humedal Tibanica	60
4. Conclusiones y recomendaciones	61
4.1. Conclusiones	61
4.2. Recomendaciones	62
Referencias	63
Anexos	66

## Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1-1. Niveles de competencias por tipo de pensamiento	4
Figura 1-2. Nivel de desarrollo de competencias	5
Figura 1-3. Dominancia en campos de pensamiento (cerebro triádico)	5
Figura 1-4. Mapa de localización geográfica humedal tibánica. localidad de Bosa, Bogotá D.C. Colombia	9
Figura 1-5. Algunas feromonas sexuales de lepidópteros	24
Figura 1-6. Categorías de semioquímicas.	26
Figura 1-7. Ejemplos de algunos sesquiterpenos naturales.	30
Figura 1-8. Ejemplos de algunos fenilpropanos naturales presentes en aceites esenciales.	31
Figura 1-9. Cámara Olfatómica.	33
Figura 2-1. Bioensayo de Elección y No Elección	47

## Lista de Abreviaturas (Acrónimos)

ABA:	Ácido abscísico.
CCT:	Ciclo Cibernético de Transformación.
EME:	Educación Media Especializada.
FPP:	Pirofosfato de farnesilo
GA:	Giberelinas
GPP:	Pirofosfato de geranilo
IAA:	Ácido indolacético
IDEA:	Instituto de Estudios Ambientales.
IED:	Institución Educativa Distrital.
MEP:	Manejo Ecológico de Plagas
PEI:	Proyecto Educativo Institucional.
PMA:	Plan de Manejo Ambiental
RCMT:	Revelador de Cociente Mental Triádico.
SED:	Secretaria de Educación Distrital

## Glosario

**ACEITE ESENCIAL:** Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas. Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes.

**ALELOQUÍMICO:** son sustancias químicas por el cual organismos de una especie afectan el crecimiento, salud, comportamiento o población biológica de otras especies.

**ALOMONAS:** son aquellas señales químicas que dan ventaja al emisor, son secretadas por un individuo con el fin de provocar un comportamiento determinado en otro individuo de distinta especie. Son producidas o adquiridas por un individuo que cuando entran en contacto con individuos de otra especie, provocan en su receptor, un comportamiento o una reacción fisiológica adoptiva favorable al organismo emisor.

**CURRÍCULO:** Currículo es el conjunto de criterios, planes de estudios, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional (Artículo 76 de la Ley 115).

**ENFLEURAGE:** Método antiguo para la obtención de aceites esenciales.

**HORMONAS:** son sustancias secretadas por órganos especializados (glándulas de secreción, carentes de conductos), o también por células epiteliales e intersticiales cuyo objeto es dirigir la función de otras células. Las hormonas pertenecen al grupo de los mensajeros químicos, que incluye también a los neuro-transmisores y las feromonas.

**FEROMONAS:** son sustancias que emiten los insectos que provocan una respuesta en otros organismos y estas sustancias ejercen su acción sobre individuos de la misma especie.

**HIDRODESTILACIÓN:** Tipo de destilación que arrastra material vegetal con vapor de agua.

**QUITINA:** Sustancia orgánica nitrogenada que forma parte de los insectos y otros artrópodos.

**SEMIOQUÍMICOS:** Los compuestos químicos implicados en la comunicación se conocen como semioquímicos.





# 1. Contextualización

## *Introducción*

Colombia en general depende de la riqueza forestal y agrícola y la Sabana de Bogotá en particular, se caracteriza por formar parte del denominado “cinturón verde de la Sabana”, zona dedicada a cultivos de hortalizas y frutales que abastecen la capital. Los productos de origen natural forman parte de numerosos productos útiles como alimentos, textiles, colorantes, insecticidas botánicos, medicamentos y otras aplicaciones. Uno de los aspectos más interesantes es la comunicación existente entre diferentes organismos, que gobierna y controla las poblaciones de especies de plantas y otros organismos, interacción que se da por medio de señales químicas y que constituyen el núcleo básico de la ciencia interdisciplinaria denominada como Ecología Química. Esta ciencia desarrollada en las últimas décadas, constituye el puntal de diversas estrategias que implementadas como parte de la educación media especializada, pueden dar a los estudiantes algunas herramientas y conceptos útiles en su vida diaria y profesional, que les permitirán colaborar y promover acciones amigables con el medio ambiente y participar en programas de conservación y cuidado de especies de plantas y animales (humedales por ejemplo), que forman parte de su entorno cotidiano

Como punto de partida para el desarrollo de la presente investigación se transcribe a continuación la denominada Resolución de Göteborg promulgada durante el encuentro anual de la sociedad Internacional de Ecología Química (ISCE) en la ciudad de Göteborg Suecia en 1990 la cual en su texto original ordena:

***“Natural products constitute a treasury of immense value to humankind. The current alarming rate of species extinction is rapidly depleting this treasury with potentially disastrous consequences. The International Society of Chemical Ecology urge that conservation measures be mounting worldwide to stem the tide of species extinction, and that vastly increased biorational studies be undertaken aimed at discovering new chemicals of use to medicine, agriculture and industry. These exploratory efforts should be pursued by a partnership of developing and developed nations in such fashion that the financial benefits flow in fair measure to all participants.”***

Los estudiantes de la institución educativa Carlos Albán Holguín IED, forman una comunidad pluriétnica y multicultural, que proceden de estratos bajos y que en su mayoría pertenecen a hogares disfuncionales; por lo tanto la inserción de algunos tópicos de la Ecología Química, en el currículo de esta institución, es una excusa para sensibilizar y motivar a los estudiantes en temas científicos que les permita: acceder a un nivel académico más alto y puedan potenciar sus conocimientos para mejorar los resultados en

las pruebas externas, competir en los exámenes de admisión para ingresar a las universidades públicas, comprender y valorar la dinámica del medio ambiente y en consecuencia que los problemas de su vida diaria no los afecten demasiado, y a la vez llegar a ser personas integrales con valores bien fundamentales y capaces de transformar su propia realidad, en pro de mejorar su calidad de vida. Por lo anterior, la modificación del currículo para incluir la Educación Media Especializada (**EME**), favorecerá a los estudiantes de esta institución, porque su educación tendrá un mayor valor agregado en su formación académica y axiológica, es decir se formarán jóvenes integrales.

### **1.1. Definición y Planteamiento Problema**

La Institución Educativa Distrital Carlos Albán Holguín, ha sido catalogada como “Institución de Innovación Pedagógica” según la resolución 2953 de 14 septiembre del 2011 e implementa e inicia para el año 2012 el programa de Educación Media Especializada. Por tanto, para este año renueva su Proyecto Educativo Institucional (**PEI**), a través de la reestructuración de la malla curricular institucional, fortaleciendo el aprendizaje de los estudiantes con proyectos transversales, disciplinares e interdisciplinares, implementados desde cada una de las áreas del conocimiento, cuya finalidad es fortalecer la educación media y brindar herramientas sólidas para la formación del proyecto de vida que permita a nuestros estudiantes, dar soluciones efectivas a las problemáticas de su entorno.

¿Cómo implementar una propuesta curricular dentro de la Educación Media Especializada en la I.E.D. Colegio Carlos Albán Holguín de la ciudad de Bogotá, (Bosa) con énfasis en Ecología Química (específicamente orientada a la comunicación Planta- Artrópodo)?

### **1.2. Justificación**

Ante la implementación de la EME en la I.E.D. Carlos Albán Holguín, desde finales de 2011 (Resolución 2953 del 14 de septiembre del 2011), se propone la reestructuración en el Proyecto Educativo Institucional (**PEI**) en sus partes definidas como: Macro-currículo, Meso-currículo y Micro-currículo, con la implementación de proyectos transversales donde se formalizará la EME (Educación Media Especializada) en tres campos de desarrollo de pensamiento: científico, tecnológico y artístico.

Desde esta perspectiva el campo científico curricular presenta una propuesta desde las áreas de ciencias exactas y naturales, a través del presente trabajo de grado, el cual desarrolla el componente de ciencias naturales orientado hacia la Ecología Química; esta temática esta favorecida por la gran aceptación del tema observada por parte de los estudiantes y por la cercanía del Humedal Tibanica, como referente ambiental de la zona.

El presente trabajo pretende desarrollar una propuesta curricular que incluya la elaboración del micro currículo de Ecología Química para cuatro semestres, reconocer de manera integral la composición biológica del Humedal Tibanica y las interacciones que se dan entre los seres vivos allí presentes y así mismo como resultado elaborar una cartilla con 4 módulos que contengan todos las temáticas y actividades propuestas para cada semestre.

La elaboración de esta propuesta permitirá constituir una parte del currículo para la instauración de la Educación Media Especializada, proyecto que cuando logre su implementación buscará mejorar los resultados académicos de los estudiantes de la Institución Educativa mencionada, y así mismo le permitirá aumentar sus posibilidades de acceso a la educación superior, mejorar sus oportunidades laborales, fortalecer habilidades de pensamiento del tipo lógico-investigativo y entregar a la comunidad jóvenes con una formación en valores más fortalecida.

### **1.3. Antecedentes Generales**

En los últimos años, el desarrollo tecnológico a nivel local y nacional, ha sido uno de los principales retos en la educación; dichos avances pueden ser enfrentados por quienes estén en capacidad de analizar e interpretar el impacto y la velocidad con que estos avances han evolucionado. De ahí que, el colegio Carlos Albán Holguín vio la necesidad de estar al día en dicho proceso de transformación, no solamente para enfrentar los cambios sino, para transformar las prácticas pedagógicas en el aula, de tal manera que sea coherente y significativo con el contexto local y el desarrollo adecuado del aprendizaje. Para iniciar este proceso se hizo necesario realizar una caracterización de los estudiantes de grado noveno y décimo denominadas Revelador de Cociente Mental Tríadico (**RCMT**), con tal objeto se realizó una encuesta sobre las preferencias académicas, las opciones de profesionalización por las que optarían los estudiantes y la disposición que tienen para atender un programa de profundización en los grados décimo y once.

La contaminación del planeta y el poco cuidado que la mayoría de sus habitantes tienen por él, es otro de los factores que incide para decidir la inclusión de la temática de la Ecología Química en la EME. Colombia es un país que depende económicamente de la agricultura y el desarrollo industrial sin controles ambientales reales ha traído como consecuencia serios problemas ambientales. Llevar al aula esta temática significa formar estudiantes más conscientes de la riqueza de su país y por ende crear la necesidad de generar mejores hábitos en su relación con el contexto, para así generar un sistema sostenible.

### 1.3.1. Caracterización de la Población

Como antecedente vale la pena considerar que esta institución ha aplicado previamente una serie de pruebas denominadas como el Cociente Revelador Mental Trídico, las cuales se realizaron en el marco de la propuesta Cibernética Social de Waldemar De Gregori (De Gregory, 2002). De acuerdo a los resultados de las pruebas incluidos en la **Figura 1** se obtuvieron evidencias acerca de las dificultades que los estudiantes presentan en los niveles de competencia en el saber, hacer y ser.

Figura 1-1: Niveles de Competencias por Tipo de Pensamiento

NIVELES DE COMPETENCIA POR TIPO DE PENSAMIENTO Y NIVEL DE COMPLEJIZACION			
	Ciclo 5	10 <sup>a</sup> - 11 <sup>a</sup>	CAH
	P. LOGICO SABER	P. PRACTICO HACER	P. CREATIVO SER
Nivel 4 LIDERAZGO	B Epistemología	B Administración	MB Trascendencia
Nivel 3 ASESORIA	MB Investigación	M Planeación	B Visión
Nivel 2 CONDUCCION	MB Clasificación	M Oficio	M Creatividad
Nivel 1 EJECUCION	MB Comunicación	B Sobrevivencia	M Afectividad
	SUPERIOR	S	
	ALTO	A	
	MEDIO	M	
	BAJO	B	
	MUY BAJO	MB	

Resumiendo podemos concluir que observa en:

- **Investigación:** en el desarrollo de proyectos, hay bajo nivel en la utilización de materiales y lenguaje lógico, en la búsqueda de comprobación, aplicación de métodos apropiados, así como poca respuesta en el trabajo individual y grupal; además es notable el poco dominio y construcción de instrumentos de evaluación, orientación y flujogramas.
- **Comunicación:** Hay dificultades en el manejo de lenguaje verbal y no verbal, lenguaje numérico y científico y de tecnologías avanzadas.
- **Trascendencia:** Existe bajo nivel en la construcción de sentido, sensibilidad, aprecio por lo bello, lo universal; además poco sentido de trascendencia en lo que se hace, baja aplicación de la lúdica y de sentido de apropiación y de pertenencia.
- **Clasificación:** presentan dificultades marcadas en la búsqueda y jerarquización de datos, manejo de tablas y gráficos, diferenciación de detalles, bajo nivel de

observación, poca búsqueda de información escrita y en internet, dificultad para establecer relaciones.

Los anteriores resultados se resumen en las Figuras 1-2 y 1-3

Figura 1-2. Nivel de Desarrollo de Competencias

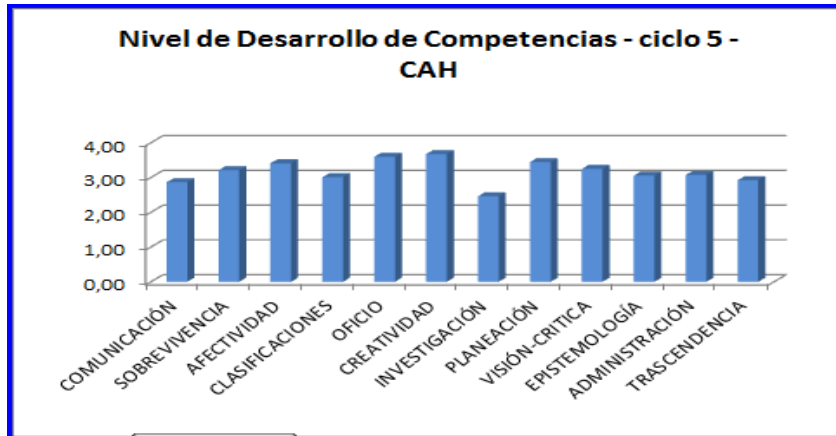
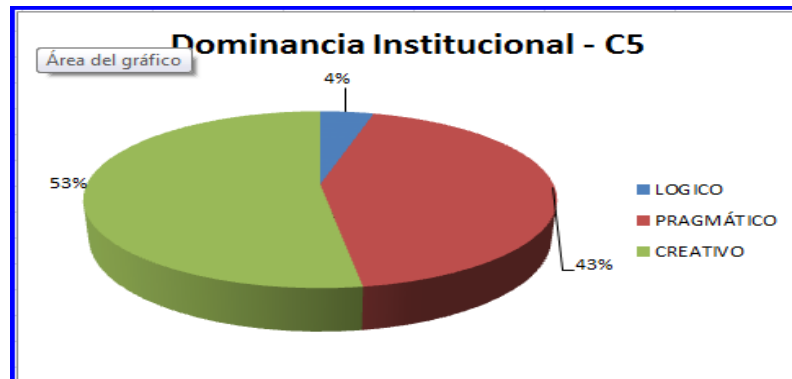


Figura 1-3: Dominancia en campos de Pensamiento (Cerebro Triádico)



Es así como la Institución Educativa Distrital Carlos Albán Holguín ha realizado diferentes encuestas encaminadas a obtener datos verídicos sobre la forma y condiciones de vida de los estudiantes. En los resultados se observan problemáticas tales como:

- Descomposición familiar
- Pobreza

- Pandillas y barristas
- Drogadicción
- Ausencia y desaprovechamiento del tiempo libre
- Desplazamiento regional
- Escaso rendimiento académico
- Carencia de claridad por un proyecto de vida.

La edad de los estudiantes del ciclo V oscila entre 15 y 18 años, con bajos niveles en pensamiento lógico, práctico y creativo lo cual afecta todas las áreas del conocimiento; como consecuencia de los resultados anteriores nos permitimos plantear una propuesta motivadora e innovadora, a través de la EME enfocada en Ecología Química que le ayude a conseguir herramientas eficaces en la construcción de su proyecto de vida.

La encuesta de caracterización busca identificar el grado de interés de los estudiantes del ciclo V, hacia los diferentes campos del pensamiento que abarca el proyecto de EME, así como determinar las variables temporales y tecnológicas con las que cuentan los estudiantes. En los resultados se evidenciaron las siguientes conclusiones:

- Los estudiantes en su gran mayoría consideran que estudiar les permite fortalecer su proyecto de vida, aprender más, mejorar las oportunidades laborales y adaptarse mejor a la sociedad.
- En el grado noveno las asignaturas preferidas son Tecnología e Informática, Sociales y Educación física y las menos preferidas son Etica y Religión. En el grado décimo las materias de mayor aceptación son Inglés, Español y Tecnología e informática y las de menor aceptación son Física, Filosofía y Sociales. La asignatura de Química se encuentra en un lugar intermedio de preferencia.
- En cuanto a los gustos de los estudiantes por el campo del conocimiento que elegirían para desarrollar estudios universitarios el mayor porcentaje lo obtuvieron las artes, seguida de la Tecnología e Informática, las Ciencias exactas y Naturales y por último el área de Humanidades.
- Además se concluyó que al 97% de los estudiantes les gustaría dedicarle tiempo extra de estudio a un campo del conocimiento que les llame la atención.
- Los estudiantes coinciden en que preferirían que las clases de profundización fueran lúdicas, creativas y dinámicas.
- La utilización del tiempo libre de los estudiantes es la siguiente: El 50% en ocio con actividades como ver TV, internet, amigos, durmiendo y el 30% se lo dedican a las actividades académicas. De la misma manera se destaca que la mayor parte de los estudiantes tienen acceso a internet, lo que facilita el proceso de aprendizaje con el uso de las Tics.
- Los estudiantes encuestados esperan que la EME les aporte: profundización en los conocimientos, mejores oportunidades laborales, mayor posibilidad de ingreso a la

universidad y aprendizaje de procesos básicos en la toma de decisiones (formación en autonomía). (**Anexo 1**)

### ***1.3.2. Localización Del Proyecto***

El proyecto se llevó a cabo en dos escenarios como son el Colegio Carlos Albán Holguín I.E.D. y el Humedal Tibanica.

#### **1.3.2.1. Colegio Carlos Albán Holguín I.E.D.**

El colegio cuenta con tres sedes A, B, y C, y surgió como resultado de la fusión de dos instituciones: el Centro Educativo Distrital (C.E.D.) José María Carbonell, y el C. E. D. San José con el antiguo I. E. D. Colegio Distrital Carlos Albán Holguín en el marco de los procesos de integración, decretados por el Ministerio de Educación y su creación fue sancionada mediante la resolución 22 del 3 de julio de 2002.

De este proceso de integración y en la perspectiva de dar continuidad a la política de mejora de la calidad en la formación de los estudiantes, nace un escenario escolar más complejo en su organización, evento que enfrenta a los diferentes actores involucrados en el proceso educativo al reto de definir, articular y fusionar los diferentes proyectos pedagógicos que venían funcionando para apuntar a la construcción de un Proyecto Educativo Institucional (P.E.I.), que responda a las necesidades comunes y apremiantes de la comunidad de Bosa, localidad séptima de Bogotá D.C.

La población de esta localidad es heterogénea aunque en su mayoría está compuesta por personas de extracción campesina como consecuencia de la migración interna en el país o ubicada en este sector de la ciudad debido a la búsqueda de oportunidades de vivienda y subsistencia. En consecuencia, un alto porcentaje de pobladores son desplazados y se ubican en la estratificación 0, 1 o 2 del SISBEN con predominio de familias con mujeres como cabeza de hogar que devengan su salario del sector productivo informal o de su desempeño como obreras en el sector productivo formal.

Para efectos de la unificación de instituciones, antes mencionadas, y teniendo en cuenta este entorno socio-cultural, los tres Proyectos Educativos Institucionales de los colegios, encontraron un punto de convergencia en la filosofía institucional que es: la búsqueda, a través de la acción educativa, de la formación de personas autónomas, responsables y trascendentes que desarrollen la capacidad de pensamiento, comunicación y la interiorización de valores con coherencia, entre el decir y el hacer.

La sede A, se encuentra ubicada en la Calle 72 B No.84-22 Sur, entre los barrios Naranjos y Carlos Albán y reconocida como la Escuela Distrital Carlos Albán Holguín, en este lugar

la comunidad beneficiada construyó un salón dividido por una lámina, en donde recibían educación 100 estudiantes que cursaban los grados primero, segundo y tercero de básica primaria. Con el paso del tiempo y el crecimiento acelerado de la población, la misma comunidad participó en la ampliación de la planta física e igualmente la Secretaria de Educación Distrital (SED) dispuso de presupuesto para terminar la Escuela Distrital, y años más tarde había aulas para prestarle el servicio de Educación Básica Primaria completa, además que paralelo a esto se hicieron las ampliaciones locativas y se abre la atención en Educación Básica Secundaria con el grado sexto, con dotación de la sala de informática, lo que posibilitó y originó el énfasis en el bachillerato académico que hoy día otorga el colegio. En el año 2007, con 35 años de servicio a la comunidad se formaliza la creación del Colegio Carlos Albán Holguín, con cobertura a estudiantes en los niveles de educación preescolar, básica primaria y secundaria en las jornadas mañana y tarde. La institución durante los 35 años de servicio, ha crecido enormemente con el compromiso y la acción de Padres de familia quienes donaron materiales y mano de obra para la adecuación de las diferentes áreas de institución. La base fundamental de su filosofía se ha encaminado a la interiorización y exhibición de valores, creando climas de cordialidad, cooperación, corresponsabilidad y respeto.

Cerca de la institución Educativa se encuentra el Humedal Tibanica objeto de trabajo de este proyecto y en el que se centra la educación Media especializada como parte del aula abierta y de su trabajo interdisciplinario.

El documento “Ecosistemas Estratégicos” elaborado por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente del Distrito Capital (DAMA, 2006), establece en el aparte dedicado al Humedal Tibanica, que este ecosistema se encuentra en jurisdicción de la Localidad de Bosa, al Suroccidente de Bogotá D.C, en el límite con el municipio de Soacha (**Figura 4**) (Mapa Localización geográfica de Humedal Tibanica). Adyacente al humedal pasa la Quebrada Tibanica, su principal fuente de abastecimiento de agua, hoy convertida en un canal de drenaje severamente contaminado por desechos domésticos e industriales del municipio de Soacha y de la misma comunidad aledaña a este. Uno de los dos fragmentos en que se divide este humedal se conoce también con el nombre de Humedal Potrero Grande y pertenece al Municipio de Soacha, siendo sólo el fragmento occidental el que pertenece a Bogotá, aunque usualmente el nombre de Potrero Grande es aplicado al conjunto de las dos fracciones. En la zona que colinda con la localidad de Bosa se encuentran asentados barrios La Esperanza y Manzanares en el sector norte; Júpiter, los Barlovento, los Barrios Los Olivos 2º Sector en su sector nororiental; y predios aún sin construir como El Junco, La Tingua y El Erial. En el sector sur, en límites con el municipio de Soacha, se presentan taludes de relleno donde se asientan algunos barrios ilegales que aún continúan en expansión a merced de áreas del humedal. En este mismo sector se encuentran ya consolidados los Barrios La Despensa, León XIII, Pablo VI, Juan Pablo I, La María, y Rincón de Santa Fe entre otros. En su sector suroccidental existen



predios rurales con cultivos de flores y algunos potreros, siendo este sector por donde atraviesa la Quebrada Tibánica. Al occidente se encuentra la Hacienda Potrero Grande (Figura 1- 4).

Actualmente este humedal se encuentra fraccionado en dos cuerpos acuosos, divididos por un terraplén sobre el que se construyó un carreteable que conduce hacia algunas fincas ganaderas y actualmente ingresan camiones con material para la construcción de la urbanización Ciudad Verde. El área acotada comprende una extensión legal de 24 ha. y sus terrenos son vigilados por la EAAB.

Figura 1-4: Mapa de Localización Geográfica Humedal Tibanica. Localidad de Bosa, Bogotá D.C. Colombia



Fuente: EABB- Google Earth

Respecto a la hidrografía de la zona, en sectores al sur de la localidad de Bosa la precipitación alcanza valores entre 550 a 660 mm anuales, conformando una de las zonas más secas de la ciudad y de toda la cuenca alta del Río Bogotá. La cuenca que aporta agua al Humedal Tibánica, está completamente urbanizada; sin embargo, no posee una infraestructura apropiada de desagüe para aguas lluvias y aguas servidas. Los niveles de

fósforo y nitrógeno en el agua también son excesivos, contribuyendo a la eutroficación del humedal y en consecuencia a que la comunidad ecológica sea menos diversa. (DAMA, 2006)

El Plan de Manejo Ambiental del humedal señala que de las 20 especies de mamíferos observados en los humedales del Distrito Capital, en Tibánica se han reportado los siguientes mamíferos silvestres: *Didelphys albiventris* (chucha de oreja blanca) *Anoura geoffroyi* (murciélago trompudo de Gray), *Mustela frenata* (comadreja común) y *Cavia porcellus anolaime* (curí) según DAMA y EAAB, a estas se suma mamíferos domésticos como *Rattus rattus* (rata doméstica), *Rattus norvegicus* (rata), *Mus musculus* (ratón) *Canis familiaris* (perro), *Equus caballus* (Caballo), *Bos taurus* (vaca) y *Felis catus* (gato). (DAMA, 2006)

Tibánica, como la mayoría de humedales de Bogotá, posee una franja con gran cobertura de juncales, que en este humedal se ubica en el extremo noroccidental, sector de Bosa, donde se registra la presencia permanente de monjitas (*Agelaius icterocephalus bogotensis*), caicas (*Gallinago nobilis*), tingua piquirroja (*Gallinula chloropus*) y chorlos playeros (*Tringa sp.*). Un segundo sector del humedal posee espejos de agua, donde se destaca la presencia abundante del cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*) y una buena población de tinguas de pico amarillo (*Fulica americana*), chorlos playeros (*Tringa sp.*), chamones (*Molothrus bonariensis*) y tinguas piquirojas (*Gallinula chloropus*). El tercer sector, colindante con el municipio de Soacha, conserva buena cantidad de las especies ya nombradas más otras especies no registradas en el primer sector, como son el atrapamoscas (*Tyrannus tyrannus*), gavilán maromero (*Elanus caeruleus*) y al parecer zambullidores (*Podilymbus podiceps*). Sobre la escasa vegetación arbustiva existente, en sus zonas de ronda es posible observar especies migratorias no acuáticas como: cerrojillos (*Dendroica fusca*), atrapamoscas (*Contopus virens*), vireos (*Vireo sp.*) y bobitos (*Coccyzus americanus*). (DAMA, 2006)

Por otra parte, un muestreo muy rápido de macroinvertebrados acuáticos, realizado en una zona inundada por aguas residuales de Tibánica, registró tres especies, de las cuales la de mayor abundancia es el molusco (*Physa sp.*) y el coleóptero (*Anchytarsus sp.*). La especie reptil representativa es la culebra sabanera *Atractus crasicaudatus*, los anfibios están representados por la rana verde *Hyla labialis* y en cuanto a peces, no hay registros puesto que aparentemente no residen en este humedal, debido principalmente a la contaminación del agua. Algunos invertebrados registrados son artrópodos de los órdenes *Araneidae*, *Salticidae*, *Culicidae*, *Apidae*, *Asellidae*, entre los más abundantes (Universidad Nacional de Colombia- IDEA, 2006). Dentro del orden Díptera se pudo ratificar con la docente Bárbara Moreno que se encuentra familias como *Ephydriidae*, *Chironomidae*, *muscidae*, *syrphidae*, *tipulidae*, *sciaridae*, *Tephritidae*, *chrysomelidae* y *coccinellidae*.

En relación a la vegetación, entre las comunidades acuáticas presentes, las de mayor extensión son las de tipo juncoide dominadas por *Scirpus californicus* (SC). Se presentan unos pequeños parches de vegetación de tipo graminoide con predominio neto de enea (*Typha dominguensis*). Adicionalmente, en este humedal se encuentran comunidades de especies de tipo flotante no enraizadas cubriendo grandes sectores, entre éstas cabe destacar, la lenteja de agua (*Lemna* sp.), el helecho de agua (*Azolla filiculoides*) y los buchones de agua (*Limnobiium laevigatum* y *Eichhornia crassipes*). Dentro de las especies herbáceas emergentes destaca por su conspicua presencia el botoncillo (*Bidens laevis*). En algunas áreas se presenta un avanzado dominio del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) (Flora del Humedal Tibanica, 2006). La ronda de este humedal se encuentra con escasa cobertura vegetal arbórea o arbustiva y entre los árboles existen algunos eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) distribuidos a manera de cercas vivas. (RED Bogotá, 2006)

En referencia a su marco normativo, este humedal está taxativamente mencionado en el Acuerdo 06 de 1990, que plantea la existencia del sistema hídrico y la necesidad de conservarlo. Igualmente está incluido dentro del Acuerdo 19 de 1994 que, conjuntamente con los otros humedales del Distrito Capital, lo declara como Reservas Ambientales Naturales. El acotamiento de sus zonas de ronda quedó establecido mediante la Resolución 194 de 1995, expedida por la EAAB. El Humedal de Tibánica está incluido en el Plan de Ordenamiento Físico del Borde Occidental de la ciudad de Bogotá, adoptado mediante el Acuerdo 26 de 1996. Este acuerdo determina que el Sistema Hídrico, está conformado por “los cuerpos de agua, los canales y vallados existentes y proyectados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, sus rondas hidráulicas y zonas de manejo y preservación ambiental. Estas últimas deberán integrarse al sistema de zonas verdes y recreativas, tratadas como áreas arborizadas”, donde solo se permite el uso forestal. El Plan de Ordenamiento Territorial ha establecido, como usos permitidos para este humedal, un uso principal de conservación y otros usos compatibles como los de ecoturismo, forestal protector, productor e institucional educativo.

Como se especificó, con el Decreto 203 de 2003, el Humedal Tibanica fue declarado en estado de prevención o alerta amarilla debido a su nivel de deterioro y debe estar sujeto a un proceso de seguimiento especial. Esta declaratoria fue prorrogada con el Decreto 202 de 2004, siendo prioridad para la autoridad ambiental la elaboración de su Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual fue elaborado por el Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) de la Universidad Nacional de Colombia, y adoptado mediante resolución No. 334 de 2007 de la Secretaria Distrital de Ambiente.

La contaminación descrita anteriormente tanto en el canal como en el humedal, ha traído consecuencias en la salud de los habitantes; para observar esta situación más profundamente es necesario mirar las características hidrológicas de las mencionadas aguas. Lo primero que se puede apuntar sobre el tema, es la reducción del límite del

humedal en un 66% con respecto a su estado original. Adicionalmente sobre los parámetros físico-químicos se puede decir que:

- Acidez / Alcalinidad: el pH se encuentra entre 7.01-7.37, condiciones típicas de humedal.
- Oxígeno Disuelto: los niveles se encuentran entre 0.0 hasta 0.25 mg/l.
- Salinidad / Conductividad: la salinidad es de 0.03 a 0.04 y la conductividad es de 0.84 a 0.965, indicando condiciones de aguas dulces.
- Turbiedad: se encuentra de 212 a 1000 unidades de turbiedad, indicando diferentes niveles de calidad hídrica. La turbiedad más alta se debe a mayores concentraciones de sedimentos y cargas orgánicas.
- La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es de 68 mg/l y la demanda química de oxígeno (DQO) es de 137 mg/l; demostrando un alto nivel de carga orgánica en el humedal. En condiciones normales la DBO se encuentra entre 1 – 15 mg/l, en la peores condiciones es de 30 mg/l, en cuanto a la DQO en sistemas naturales se encuentra en menos de 100 mg/l. Comparando las condiciones normales y las del humedal se puede afirmar que es creciente la demanda de oxígeno debido a que la fuente de abastecimiento principal del ecosistema son aguas residuales no tratadas.
- La calidad bacteriológica, medida por coliformes fecales, es de 330.000 NMP/ml, que comparado con los 500 NMP/ml o menos característicos de aguas relativamente no contaminadas, indica la contaminación excesiva y el estado de vector de enfermedades en que se ha convertido el humedal.

En cuanto a los nutrientes del agua, se tomó la muestra de fósforo y nitrógeno. Los niveles de fósforo hallados fueron de 9.75 mg/l, bastante altos con respecto a humedales saludables donde la cota está entre 0.01 y 0.1 mg/l, es decir, el ecosistema contiene más fósforo del que es capaz de asimilar. El nitrógeno total encontrado fue de 28 mg/l, que comparado con los 20 mg/l en humedales sanos, confirma lo excesivo de este nutriente. Igual suerte corren los nutrientes en los sedimentos; el fósforo, en este caso, es de 0.35% muy por encima del 0.07 a 0.1% en horizontes normales; el nivel de nitrógeno es 0.40% menor al estándar típico de 1.3 a 2.4%. La cantidad de sedimentos por año es 14000 ton., para Tibanica y 51000 ton., para Potrero Grande.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. *Objetivo General*

Realizar una propuesta de diseño curricular para la Educación Media Especializada con énfasis en Ecología Química, orientada hacia la comunicación artrópodo-planta, en la Institución Educativa Distrital Carlos Albán Holguín de la ciudad de Bogotá.

### 1.4.2. *Objetivos Específicos*

- Elaborar el microcurrículo para cuatro semestres de la EME, con énfasis en comunicación química artrópodo – planta, teniendo en cuenta: campo de pensamiento núcleo temático, competencias, estrategias metodológicas, dimensiones del desarrollo humano y desempeños.
- Reconocer integralmente la composición biológica y algunas de sus interacciones en el Humedal Tibanica.
- Elaborar una Unidad Didáctica como modelo para la cartilla, que condense cuatro módulos de trabajo en los cuales se incluyan todas las unidades didácticas del programa, que reúnan los ejes temáticos de cada semestre para la educación media especializada con énfasis en comunicación química artrópodo – planta.

## 1.5. Estado del Arte

La química de los productos naturales terrestres y marinos, es una ciencia multidisciplinar conocida desde tiempos ancestrales por permitirnos conocer las razones químicas y biológicas para la utilización de las plantas y organismos marinos al servicio de la humanidad. El hombre ha utilizado las plantas y sus partes para preparar productos útiles en la alimentación, la salud, vivienda, productos ornamentales, colorantes, tinturas, cosméticos, textiles, bebidas y múltiples aplicaciones más. La química de los productos naturales toma en cuenta la etnobotánica, la herboristería, la fitoterapia y otras áreas relacionadas, las cuales a su vez se ven retroalimentadas con los resultados de la investigación en la composición y propiedades de los productos naturales (D´Arcy, 1991).

El objetivo principal de esta ciencia lo constituye la búsqueda de los metabolitos secundarios presentes en los productos útiles de una región o país. Estas sustancias son útiles como modelos para realizar la síntesis y comercializar los productos, como ha ocurrido con el desarrollo de los medicamentos y agentes farmacológicos (Faulkner, 2002).

### ***1.5.1. Insecticidas Botánicos***

Algunas sustancias derivadas de plantas han sido utilizadas como pesticidas botánicos desde tiempos antiguos. Estas fueron poco utilizadas durante la era de los pesticidas sintéticos, pero ahora el estudio de los productos naturales aporta nuevos enfoques en las estrategias de control de plagas.

Los pesticidas botánicos son productos naturales de plantas que pertenecen al grupo de los denominados metabolitos secundarios, que incluyen miles de alcaloides, terpenoides, derivados fenólicos y otras sustancias menores. Estas sustancias no tienen función conocida en la fotosíntesis, crecimiento, u otros aspectos básicos de la fisiología de las plantas, sin embargo, su actividad biológica con insectos, nematodos y hongos fitopatógenos, entre otros organismos están bien documentada en literatura de química ecológica. La presión selectiva ejercida por las plagas de las plantas, han contribuido a la evolución de los agentes naturales de protección diseñados para interrumpir la fisiología de plagas. Aparentemente, casi todas las especies de plantas han desarrollado un complejo sistema de sustancias químicas propias que las protege de las plagas. Así, el reino de las plantas nos ofrece un grupo diverso de estructuras químicas complejas y casi todas con actividad biológica imaginable (Arnason *et al.* 1989)

La tasa de descubrimiento de nuevos insecticidas de origen sintéticos ha disminuido en los últimos años. Además, estos insecticidas que comparten un modo de acción neurotóxica pueden conducir al desarrollo de resistencia cruzada en las plantas. Por fortuna se han encontrado nuevas alternativas dentro del gran grupo de los productos naturales. Adicionalmente, numerosos pesticidas botánicos, tienen la ventaja de proporcionar nuevos modos de acción que reducen el riesgo de resistencia cruzada. Las mezclas de sustancias de origen natural proporcionan una presión selectiva multifactorial que retardan el desarrollo de resistencia en las plagas. Aún más importante es que los investigadores en este campo de productos naturales han descubierto mecanismos sutiles pero eficaces de control de plagas, tales como los modificadores de la conducta, antialimentarios, repelentes y elementos inhibidores de oviposición (Ruskin, *et al* 1992)

Hasta la segunda guerra mundial, los únicos pesticidas botánicos utilizados sólo en el hemisferio occidental eran el piretro, rotenona, nicotina, sabadilla y quasina. La rotenona se utiliza actualmente sólo en un número limitado de cultivos debido a su alta toxicidad para los peces, y el piretro natural de flores de crisantemo es empleado principalmente como un agente de efecto inmediato para insectos rastreros y voladores que afectan al hombre y a los animales. La nicotina, sabadilla, y quasina rara vez se utilizan como plaguicidas actualmente. Se cree que los productos botánicos más prometedores para su uso en la actualidad y en el futuro son especies de las familias Meliaceae, Asteraceae, Rutaceae, Malvaceae, Labiatae y Canellaceae.

El descubrimiento del DDT, inicialmente considerado como una panacea universal sintética, después de un uso prolongado paso a ser desastroso. Rachel Carson en su libro titulado "La primavera silenciosa" en 1962 señaló la eliminación práctica del DDT debido a su extremada persistencia, toxicidad, bioacumulación y tendencia de causar cáncer. Esto dio lugar a una frenética búsqueda de "más seguros" pesticidas sintéticos, que culminó en los hidrocarburos clorados (Aldrín, Dieldrín, Clordano, y Heptachlor). Estos compuestos también demostraron ser excesivamente tóxicos, ecológicamente desastrosos, y su uso ha sido severamente restringido por la agencia de protección ambiental (EPA). En la búsqueda de alternativas más seguras, la atención ha girado en torno una vez más a los productos naturales.

Las plagas de insectos son responsables de grandes pérdidas anuales en la producción de los cultivos agrícolas y forestales. Como parte de su control, y a pesar del gran impacto de los insecticidas en el avance de la agricultura moderna, el uso irracional de los compuestos orgánicos sintéticos ha provocado serios problemas globales, como la contaminación del medio ambiente, la acumulación de residuos tóxicos en los alimentos con perjuicios para la salud, efectos negativos sobre insectos benéficos y la resistencia a ellos por parte de los organismos nocivos. Por tanto, se hace imprescindible el estudio de nuevas vías para el Manejo Integral de Plagas (MIP).

Las plantas son consideradas las fuentes más importantes de compuestos químicos y durante millones de años de evolución han desarrollado mecanismos defensivos para contrarrestar el ataque de los insectos. Existen más de 2000 plantas con propiedades insecticidas. El aprovechamiento humano de las sustancias de defensa natural de las plantas es muy antiguo, por ejemplo algunos insecticidas como el Neem, se conoce desde hace más de 2000 años, sin embargo, pocos de estos insecticidas naturales han logrado alcanzar el mercado.

De manera general se definen cuatro tipos de sustancias de origen vegetal, según su efecto en el comportamiento de los insectos:

- Repelentes, las cuales alejan a los insectos de la planta;
- Inhibidores de la alimentación o la oviposición del insecto en el hospedante;
- Compuestos disruptores de la metamorfosis de los insectos actuando como análogos de la hormona juvenil, afectando el crecimiento y desarrollo normales; y
- Antialimentarios o deterrentes de la alimentación (anorexigénicos), que producen pérdida del apetito.

### ***1.5.2. El Neem, una alternativa agroecológica***

El árbol de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss) perteneciente a la familia *Meliaceae*, es originario del sudeste de Asia y se cultiva en zonas de baja lluviosidad, áridas y semiáridas, siendo tolerante a determinados niveles de aridez y salinidad del suelo; crece de modo óptimo a altitudes inferiores a los 400 msnm. El uso específico del Neem es como fuente de insecticidas naturales. Los insecticidas naturales del Neem son de fácil degradación por lo que no dejan residuos tóxicos contaminantes y la sustancia activa principal (azadirachtina), posee un marcado efecto antialimentario, repelente y regulador de crecimiento en un amplio grupo de insectos, mostrando también acción acaricida y nematocida (Humboldt, 1998).

El árbol Neem alcanza entre 10 y 20 metros de altura. Las hojas son compuestas con foliolos de color verde claro e intenso, dependiendo de las condiciones agroclimáticas. Las flores son blancas o crema, hermafroditas dispuestas en racimos de hasta 22 cm de largo. Su fecundidad depende de la cantidad de iluminación recibida, así como de la humedad. La fruta en forma de drupa, es de color verde claro durante su desarrollo, tornándose progresivamente hasta amarillo en la madurez. La fruta madura es pulposa y posee una cutícula fina que se desprende fácilmente. La semilla que contiene el fruto es de forma alargada, con tamaño variable y color blanco cuando está seca.

El Neem contienen varios miles de componentes químicos, de especial interés son los terpenoides; la presencia del oxígeno aumenta la solubilidad en agua, metanol o etanol que en hexano, gasolina u otros solventes similares. Actualmente se conoce de la existencia de unos 100 terpenoides, el más activo es la azadiractina. Desde los primeros estudios del Dr. Siddiqui en 1942 (Saxena, 1996), se han identificado de varias partes del árbol más de 100 componentes terpenoides conocidos como limonoides y algunos compuestos no terpenoides. Los limonoides son los más importantes por su actividad y su concentración en las semillas; se clasifican en nueve grupos básicos a saber:

- Azadiractina: es la más abundante en frutos y semillas y la de mayor actividad, selectividad y especificidad.
- Azadirona: Se encuentra en el aceite que se extrae de las semillas.
- Amorastaitina: Aparece en las hojas frescas del Neem.
- Vepinina: En el aceite de las semillas.
- Vilasinina: En las hojas del Neem.
- Geduninina: Se encuentra en el aceite de las semillas y de la corteza.
- Nimbina: En las hojas y las semillas.
- Nimbolina. También presente en las semillas.
- Salanina: En las hojas y semillas.



Hasta ahora, al menos nueve limonoides del Neem han demostrado una habilidad para impedir el crecimiento en los insectos, afectando a un número de especies que incluyen algunas de las plagas más mortíferas para la agricultura (lepidópteros como gusanos trozadores y/o cogolleros) y la salud humana. (Saxena, 1989)

La azadiractina fue probada por primera vez en la Universidad de Keele, por Morgan, el descubridor de tal sustancia. En Kenia, ese mismo año K. Leuschner, trabajando en el Centro de Investigación de café en Upper Kiambu, observó que una solución alcohólica de Neem, controló el crecimiento del chinche del café (*Antestiopsis orbitalis bechuana*). La mayoría de las ninfas tratadas con el extracto, murieron durante los sucesivos estados de crecimiento y las pocas que sobrevivieron hasta forma adulta, tenían alas vestigiales y tórax malformados. Se demostró que la azadiractina era eficaz contra el escarabajo de judía mejicano (*Epilachna viriavestis*) y contra el escarabajo de la patata (*Leptinotarsa decemlineata*); se observó que casi todas las hembras dejaron de ovipositar. Algunas hembras quedaron estériles de modo irreversible. Para muchos autores la mayoría de los efectos antihormonales y antialimentarios del Neem son debidos a la azadiractina. De hecho se considera que del 72 al 90 % de la actividad biológica del Neem es debida al contenido en azadiractina; esta es estructuralmente parecida a las ecdisonas (hormonas que se encuentran en los insectos y que controlan el proceso de metamorfosis del insecto desde el estado de larva hasta que llega a ser adulto). Esta sustancia bioactiva se considera el mejor agente de control de poblaciones de plagas, efecto dependiente de sus propiedades las cuales repelen e inhiben su crecimiento y reproducción. Otros autores como Rembold (1984), sugieren que la azadiractina interviene en el sistema neuroendocrino para controlar la síntesis de las hormonas ecdisona y juvenil. La azadiractina aparece por tanto como una sustancia bioactiva de origen natural que resulta bastante eficaz; de hecho, es tan potente que una simple señal de su presencia previene a algunos insectos de incluso tocar las plantas. No obstante tiene algunas limitaciones debido al efecto de los rayos ultravioleta los cuales aceleran su degradación. El efecto residual dura unos cinco días, aunque los efectos juvenoides, sobre el crecimiento, pierden su actividad normalmente después de uno o dos días bajo condiciones de campo; actualmente se aplica en microencapsulados para mayor efecto residual; también es efectiva contra más de 175 especies a dosis de tan solo 10 ppm.

Otra sustancia activa encontrada en el Neem es el meliantriol, este compuesto actúa también como inhibidor de la alimentación. Hace posible que en concentrados extremadamente bajos, los insectos cesen de comer. Además también actúa sobre el crecimiento de los insectos y afecta también a nematodos. La salannina fue la tercera sustancia bioactiva aislada del Neem. Estudios indican que este compuesto inhibe también, poderosamente la alimentación, pero no influye en los distintos cambios hasta que los insectos no llegan a ser adultos. Se probó su poder en laboratorio contra varios tipos de plagas, (langosta migratoria, trepadora roja de California, el escarabajo rayado del pepino,

el escarabajo japonés y la mosca doméstica), en todos los casos se demostró su alto poder inhibidor de la alimentación. La nimbidina es el componente primario de principios amargos, que se produce cuando las semillas de Neem son sometidas a un proceso de extracción con alcohol. Ciertos ingredientes menores también trabajan como anti-hormonal; algunos de estos componentes químicos menores del Neem, incluso paralizan el mecanismo de deglución y evitan que los insectos coman. Un ejemplo de este tipo de productos es el deacetilazadiractinol ingrediente aislado de frutos frescos, el cual parecía ser tan efectivo como la azadiractina en ensayos contra el gusano del tabaco.

### ***1.5.3. Marco conceptual de la Ecología Química***

Las bases teóricas para el desarrollo de la Ecología Química se han incrementado desde hace 40 años atrás, los estudios se han desarrollado especialmente en el campo de la entomología, en temas como comunicación química, polinización, interacción insecto-planta, defensa química, entre otros. En este trabajo uno de los objetivos es identificar algunas de las relaciones artrópodo planta que podemos encontrar en el Humedal Tibanica, para lo cual es necesario conocer las bases teóricas de las interacciones química insecto-planta.

#### **1.5.3.1. Compuestos aleloquímicos**

Las sustancias químicas de defensa de la planta son frecuentemente relacionadas como compuestos secundarios llamados aleloquímicos. Metabolitos primarios de plantas son aquellos químicos asociados con la fotosíntesis, respiración, y crecimiento. Esto incluye clorofila, aminoácidos y proteínas, azúcares simples, carbohidratos, vitaminas, minerales y hormonas vegetales. Muchas plantas producen otros químicos con no aparente función metabólica. Estas estructuras así llamadas metabolitos secundarios varían ampliamente en el reino vegetal y sus funciones en las plantas son todavía debatidas. Sin embargo, es claro que ellos juegan un papel de defensa importante en las relaciones entre plantas, herbívoras y patógenas. El término secundario tiende a subestimar la importancia de estas sustancias químicas, aleloquímicos es un término neutro que reconoce la función primaria de estos compuestos en la interacción ecológica. Aleloquímicos son sustancias químicas por el cual organismos de una especie afectan el crecimiento, salud, comportamiento o población biológica de otras especies (Primo, 1991)

Las interrelaciones entre artrópodos y plantas son diversas. Algunos artrópodos habitan en bosques, alrededor de hojas, hongos y algas en descomposición. Otros viven dentro de tejidos vegetales, consumiendo órganos de las plantas como tallos, hojas, raíces y flores. Dentro de la división Artrópoda encontramos dos órdenes a saber: Insecta y Aracnida. Los insectos caracterizados por tres pares de patas, se alimentan de néctar como las abejas y las mariposas, algunos de ellos en el ejercicio de su alimentación promueven la polinización al trasladar el polen en su cuerpo mientras se alimentan. La mayoría de los insectos presentan en su cuerpo estructuras bucales adaptadas para lograr una exitosa

alimentación. Algunos poseen mandíbulas o estructuras bucales masticadoras (abejas y ortópteros), en otros, existen partes bucales succionadoras, desgarradoras o cortantes, como es el caso de los Sifonápteros y los Hemípteros; los lepidópteros, Heminópteros y Dípteros tienen estructuras bucales para succionar sin desgarrar y cortar. Todas las adaptaciones en cuanto a estructuras bucales en artrópodos anteriormente mencionadas son el resultado de su interacción milenaria con las plantas hospederas entre el polinizador y la flor, de modo que pueda efectuarse la polinización (Jolivet, 1998).

Las sustancias que emiten los insectos que provocan una respuesta en otros organismos se denominan productos semioquímicos, cuando estas sustancias ejercen su acción sobre individuos de la misma especie se denominan feromonas, pero si ejercen su efecto sobre otras especies se llaman alelomonas o aleloquímicos (Primo, 1991). Las plantas presentan adaptaciones fisiológicas que les permite defenderse de los ataques de otros seres vivos, algunas responden de manera indirecta liberando sustancias volátiles como metanol, acetona, metanaldehído, terpenos, fenilpropanoides, bencenoides y derivados de ácidos grasos, por ejemplo cuando los insectos dañan las hojas de algunas plantas se liberan gran cantidad de sustancias volátiles. La producción de estas sustancias les permite a los vegetales con respecto de sus consumidores, beneficios como: repeler a organismos herbívoros, atraer depredadores de insectos herbívoros y fisiológicamente la planta prepara otras de sus estructuras para dar una respuesta más rápida (Camarena, 2009).

Cuando los semioquímicos ejercen su efecto sobre individuos de otra especie se llaman alelomonas o aleloquímicos (Whittaker, 1970). Si el efecto es beneficioso para la especie emisora, se llaman alomonas; este es el caso de las secreciones defensivas de muchos insectos. Si el efecto es perjudicial para la especie emisora, se llaman kairomonas; es el caso de muchos predadores que son atraídos por alguna secreción propia de la especie atacada, por una adaptación evolutiva favorable al predador.

La respuesta a los agentes semioquímicos es, la mayoría de las veces, la apropiación, por el receptor, de un tipo de comportamiento. Es decir, ante el estímulo de feromonas sexuales, emitidas por una hembra virgen, el macho inicia un vuelo de aproximación y adopta actitud de copulación. En otros casos, la feromona induce, en el individuo receptor, cambios fisiológicos duraderos. Por ejemplo, en una colmena de abejas, la reina emite una sustancia que inhibe el desarrollo de los ovarios de las abejas obreras y, al mismo tiempo, es atrayente sexual para los zánganos. El órgano receptor de las señales es la antena; cada antena posee micro protuberancias receptoras (sensilia) que contienen proteínas receptoras del estímulo odorífero las cuales despolarizan la célula nerviosa y transmiten la señal al cerebro (Roitberg & Isman, 1992). En una antena de *Bombix mori* (gusano de seda), hay más de 15.000 sensilia. En general, ante una feromona atrayente, el insecto vuela de cara al viento y en zig-zag y si pierde el estímulo se detiene o vuela a través del viento. (Primo, 1991).

Las interacciones antagonistas, en las cuales los artrópodos se alimentan de hojas, semillas o savia de las plantas, son probablemente las más conocidas para nosotros. Menos familiares, pero no menos importantes, resultan las alianzas en las cuales tanto el artrópodo como la planta se benefician de la interacción, como ejemplos pueden citarse la dispersión de semillas por las hormigas, la protección de colonias de hormigas en tallos vegetales huecos y las interacciones polinizador-planta. La polinización por insectos y otros artrópodos es un requisito para el 90% de las plantas con flores (las “Angiospermas, subphylum *Magnoliophytina*”), así como para una proporción mucho menor de otras plantas con semillas (las “Gimnospermas, subphylum *Coniferophytina*”). Estas interacciones son, por tanto ubicuas y de gran importancia en las comunidades naturales: sin los artrópodos como polinizadores, muchas plantas no podrían reproducirse ni producir semillas, sin plantas que visitar, muchas poblaciones de artrópodos desaparecerían, con efectos en cadena que se ramifican a todo el ecosistema (Jolivet, 1998).

### **1.5.3.2. Estudio y clasificación de Compuestos Aleloquímicos**

Los compuestos aleloquímicos son aquellos que cumplen funciones de comunicación dentro de un organismo, una especie o un sistema; se conocen también como mensajeros químicos, semioquímicos o sustancias que dirigen el comportamiento celular. Se clasifican según su función en: hormonas, feromonas, alomonas y kairomonas entre otras, dependiendo del tipo de interacción en la cual participan.

Las hormonas pertenecen al grupo de los mensajeros químicos, como los neuro transmisores, auxinas, ácido abscísico, citoquinina, giberelinas y el etileno, los cuales se caracterizan por llevar información entre órganos de un mismo individuo; las hormonas son sustancias secretadas por órganos especializados (glándulas carentes de conductos), o por células epiteliales e intersticiales cuyo objeto es dirigir la función de otras células; hay hormonas que actúan sobre la misma célula que las sintetiza y se denominan autocrinas (Rodríguez & Rodríguez, 2004). Las hormonas vegetales más relevantes son: las auxinas, el etileno, las giberelinas, las citoquininas y el ácido abscísico (ABA); además existen otras sustancias que en menor medida sirven para regular la fisiología vegetal.

Las auxinas tienen un lugar de privilegio en el mundo de las fitohormonas, pues fueron las primeras en ser descubiertas y muchos de los primeros trabajos fisiológicos en el mecanismo de expansión celular en plantas se realizaron basándose en la acción de esta hormona. Las auxinas junto con las citoquininas son indispensables de manera continua para la viabilidad de la planta. Es decir que, mientras otras hormonas parecen funcionar como un interruptor de prendido/apagado que regula algún proceso específico, auxinas (y citoquininas) parecen ser requeridas a un nivel más o menos constante. Su representante

más abundante en la naturaleza y el de mayor relevancia fisiológica es el ácido indolacético (IAA), aunque existen otros. Auxina proviene del griego “auxein” y significa crecer, incrementar. Eso es lo que esencialmente hacen las auxinas, provocan la elongación de las células. Al afectar la división, crecimiento y diferenciación celular, están implicadas en muchos procesos del desarrollo vegetal: estimulan la elongación celular en tallos y coleoptilos (tallos jóvenes), estimulan la diferenciación del xilema y el floema (vasos conductores), intervienen en el retraso de la abscisión de órganos (hojas, flores y frutos), estimulan la formación de raíces laterales o adventicias, inhiben la elongación de la raíz principal, favorecen la floración, son responsables del fototropismo y gravotropismo o geotropismo y promueven la dominancia apical. Esta última es un ejemplo claro del efecto diferencial de la concentración de hormona y su acción según el tejido. La dominancia apical se refiere al crecimiento de las plantas hacia arriba en detrimento de su crecimiento lateral y se produce porque el meristema apical (la zona en crecimiento de la punta) del tallo principal sintetiza una cantidad de auxinas que estimula el crecimiento del tallo principal e inhiben el crecimiento de los tallos secundarios. Esta inhibición del crecimiento de las ramas secundarias, se basa en una sensibilidad diferencial a la concentración de auxinas. Si cortáramos el meristema apical del tallo principal, cortaríamos la fuente de auxina que inhibía el crecimiento de los tallos secundarios y por lo tanto éstos verían estimulado su desarrollo y aparecerían numerosas ramas secundarias (Rodríguez & Rodríguez, 2004).

El etileno es una fitohormona con amplio efecto sobre la planta. Está involucrado en la senescencia de hojas y flores, dormición de semillas y floración. Pero su función más característica es la de ser responsable de la maduración y abscisión de los frutos. Su rasgo más importante es ser la única fitohormona de estado gaseoso. El etileno parece ser producido esencialmente por todas las partes vivas de las plantas superiores, y la tasa de producción varía según el órgano, tejido, y su estado de crecimiento y desarrollo. Como esta fitohormona se produce de manera constante, el mecanismo de prevención de su acumulación dentro de tejido es la difusión pasiva fuera de la planta como principal forma de eliminar la hormona. Un sistema de emanación pasivo de esta naturaleza implicaría que la concentración interna de etileno se controla principalmente por la tasa de síntesis en lugar de la tasa de remoción de la hormona. La producción de etileno puede continuar en algunas especies aun cuando el fruto ya se ha desprendido de la planta (sea por abscisión natural o por recolección manual). Esto ha llevado a una gran clasificación dentro del tipo de fruto: los frutos climatéricos y no climatéricos. Un fruto climatérico es aquel que es capaz de seguir madurando incluso después de haber sido recolectado. Esto es debido fundamentalmente a que este tipo de frutos, independientemente de que ya no estén en la planta, aumentan su tasa de respiración y su producción de etileno, y por lo tanto el fruto sigue madurando. Esto permite un manejo comercial de los mismos, ya que es posible cosecharlos en el estado maduro-verde, mantenerlos en frío e inducirlos a madurar luego

provocando un aumento en su respiración y en la síntesis de etileno por un aumento en la temperatura. Entre los frutos climatéricos se encuentran la banana, la pera, la manzana, el kiwi, el tomate y otros. Los frutos no climatéricos apenas siguen madurando una vez separados de la planta. Ejemplos de estos frutos son naranja, limón, mandarina, uva, cereza, pimienta y pepino, entre otros (Rodríguez & Rodríguez, 2004) (Wagner, 1987).

Las giberelinas (GAs) son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas, coincidiendo con éstas en algunos de sus efectos biológicos. Hasta hoy se han caracterizado unas 125 giberelinas. Una planta puede producir varias giberelinas, aunque no todas ellas sean activas. Se forman en ápices de tallos y raíces, en hojas jóvenes, partes florales, semillas inmaduras, embriones en germinación. En general las partes vegetativas contienen menos GAs que las partes reproductivas, así las semillas inmaduras son ricas en GAs, aunque dichos niveles disminuyen a medida que éstas maduran. El efecto más notable es la estimulación del crecimiento del tallo de las plantas mediante la división y elongación celular (los efectos de auxinas y giberelinas en este proceso son aditivos), regulan la transición de la fase juvenil a la fase adulta, influyen en la iniciación floral, promueven el establecimiento y crecimiento del fruto, estimulan germinación de semillas en numerosas especies (rompen la dormición), y en cereales movilizan reservas para crecimiento inicial de la plántula. También inducen la partenocarpia, que es el proceso por el cual se forma fruto sin fertilización, reemplazan la necesidad de horas frío (vernalización) para inducir la floración en algunas especies (hortícolas en general) y detienen el envejecimiento (senescencia) en hojas y frutos de cítricos (Morales, 2011).

Las citoquininas o citocininas constituyen un grupo de hormonas vegetales que promueven la división y la diferenciación celular. Este último proceso es fundamental en el reino vegetal, ya que sin diferenciación celular probablemente no habría diferenciación de órganos vegetales. Esto no lo realizan de manera exclusiva las citoquininas sino que estas fitohormonas son las encargadas de “dar la orden” para que se inicie la diferenciación, y de dirigir el proceso en el cual intervienen otras sustancias con las que interactúan. Los efectos fisiológicos de las citoquininas incluyen además promover la formación y crecimiento de brotes laterales, es decir que vencen la dominancia apical (de esta forma, las citoquininas contribuyen a determinar la arquitectura de una planta), promover la movilización de nutrientes hacia las hojas, estimular la germinación de las semillas, inducir la maduración de los cloroplastos, participando de la síntesis de pigmentos fotosintéticos, retrasar la senescencia de las hojas, intervenir en la apertura de estomas; al igual que las auxinas, promueven la expansión celular en hojas y cotiledones en respuesta a la luz (Morales, 2011).

El ácido abscísico (ABA) es la última hormona descubierta por los fisiólogos de plantas. Se caracteriza por inhibir muchos fenómenos de crecimiento en las plantas superiores (Escoubas, Lajide, & Mitzutani, 1993), y por estar asociado a la dormición de yemas y semillas (interactuando con giberelinas y citoquininas), así como también por causar la caída (abscisión) de las hojas y frutos. Típicamente la concentración en las plantas es entre 0.01 y 1 ppm; sin embargo, en plantas marchitas la concentración puede incrementarse hasta 40 veces. Su síntesis se ve favorecida por ciertas condiciones ambientales como sequía, frío excesivo y alteraciones patológicas, estableciéndose que su presencia es clave para la respuesta fisiológica de las plantas a situaciones de estrés, al punto de ganarse el nombre de “hormona del estrés”. Una de los mecanismos más significativos que regula en este contexto es la promoción del cierre de estomas en respuesta al estrés. En el caso de estrés hídrico, promueve además el crecimiento de raíces y disminuye el de ápices. Influye en otros aspectos del desarrollo vegetal por interacción, usualmente como antagonista, con auxinas, citoquininas y giberelinas. Su biosíntesis tiene lugar principalmente en hojas, aunque también se produce en frutos, semillas, raíces y tallos (Morales, 2011).

### 1.5.3.3. Estudio y clasificación de feromonas

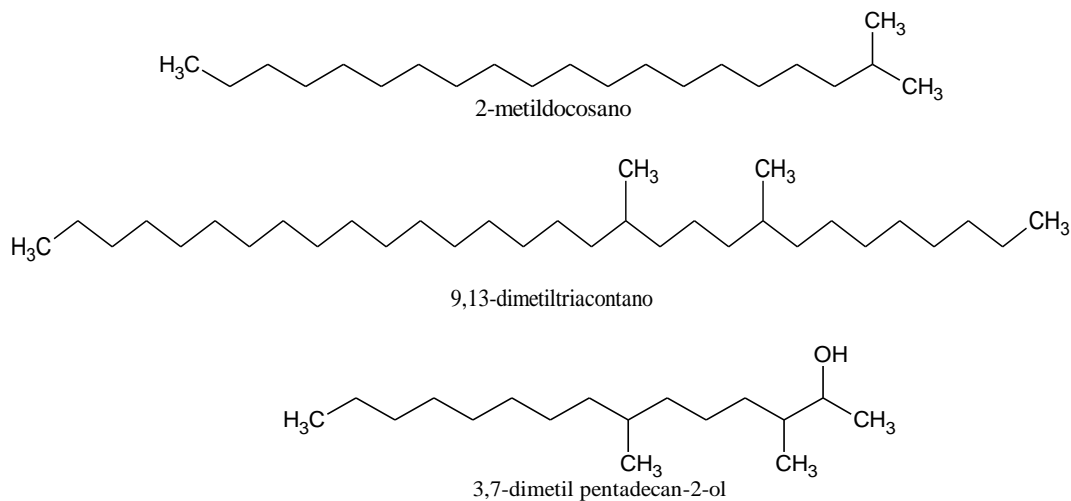
Las feromonas son mensajeros químicos cuya función básica es llevar señales químicas diversas entre individuos de la misma especie. El término feromona es una palabra con raíces griegas que significa “portador de excitación”, y se denominó de esta manera para describir un compuesto químico que un animal segrega o excreta y que provoca una reacción específica, por ejemplo, un comportamiento determinado o un proceso de desarrollo en un miembro de la misma especie (Howse, Stevens, & Jones, 2004). Entre los artrópodos las feromonas más estudiadas son: feromonas de apareamiento, de alarma, trazadoras, de agregación, entre otros.

- Feromonas de apareamiento

Generalmente las hembras adultas vírgenes las producen y emiten cuando están listas para la reproducción; se producen en glándulas situadas en los segmentos ventrales y, salvo excepciones, son mezclas de dos o más compuestos en proporciones específicas. Algunas veces, son mezclas de esteroisómeros (*cis-trans*, *E-Z* y *R-S*) y, en algunos casos, dos especies usan los mismos isómeros en proporciones distintas. Todo ello nos indica que se trata de procesos muy sofisticados, precisos y todavía poco conocidos. Además, en determinadas especies, se sabe que también los machos emiten feromonas. Los componentes de las feromonas en general tienen funciones distintas: unos atraen a distancia, otros atraen en una zona próxima y otros son afrodisíacos e inducen a la copulación. El poder de atracción de las feromonas sexuales es asombroso; el bombycol, el cual se aisló de las hembras adultas del *Bombix mori* (gusano de seda, materia prima de la sericultura), tiene actividad afrodisíaca, en disolución, a la concentración de  $10^{-8}$  g/mL, a

un cm de distancia de los machos y mueve al vuelo cuando el aire transporte unas 10.000 moléculas reales por mL (Primo, 1991). A continuación encontramos algunas estructuras frecuentes en feromonas de Lepidópteros.

Figura 1-5: Algunas feromonas sexuales de lepidópteros (Birch & Haynes, 1990)



- **Feromonas de agregación**  
Las feromonas de agregación orientan, a machos y hembras de una especie, hacia lugares de concentración, alrededor de los individuos emisores; estos lugares son favorables para anidar la colonia o para el ataque a plantas huésped, por abundancia de alimento, como refugio, etc. Este tipo de feromona se encuentra, sobre todo en coleópteros e himenópteros, así por ejemplo, las heces de la *Blattella germánica* (cucarachas) contienen una feromona de agregación; cuando se crían en un insectario, en cajas, sobre papel de filtro, un extracto apolar, atrae machos y hembras; de este extracto se han aislado varios ácidos grasos, aminas y el acetato de metilo, que constituyen una mezcla atrayente hacia un refugio (Primo, 1991).
- **Feromonas trazadoras**  
Varios insectos sociales utilizan feromonas para trazar el camino que conduce a una fuente de alimento o al lugar donde se establecerá una nueva colonia. Son más conocidas las de distintas especies de hormigas (*Atta spp.* cortadoras y arrieras) y termitas (afectan la madera, marabunta) (Primo, 1991).
- **Feromonas de alarma**  
Se liberan cuando un individuo de la especie en consideración, detecta un peligro y sirven para avisar a sus coespecíficos próximos. En el receptor, provocan dos tipos de reacción: la huida o el ataque en masa. Por ejemplo, algunas especies de pulgones emiten sustancias que provocan la huida; cuando una abeja pica a un enemigo, emite acetato de amilo, que también se encuentra en el aroma de los plátanos y que provoca



un ataque masivo por las abejas vecinas. En otras ocasiones, emiten algunas metilcetonas (2-heptanona, 2 octanona, etc.) que provocan la huida; estas cetonas son, también, feromonas de alarma en especies de hormigas. En todos los casos, las feromonas de alarma son sustancias muy volátiles que desaparecen pronto, cuando dejan de emitirse (terpenos sencillos en hormigas y termitas,  $\beta$ -farneseno en pulgones, sulfuro de dimetilo en hormigas, etc.) (Birch & Haynes, 1990)

- Feromonas disuasorias.

Son compuestos que ahuyentan los insectos e inhiben su acercamiento a ciertos objetivos. Las más conocidas son las disuasorias de ovoposición que impiden, por ejemplo, la acumulación de posturas de huevos sobre un mismo fruto y son emitidas por las hembras. En muchas plantas se encuentran feromonas disuasorias, sobre todo de alimentación, que son una estrategia de defensa desarrollada a través de la co-evolución planta-insecto (Primo, 1991). Otro ejemplo puede ser el gorgojo de madera de pino (*Ips* spp), el cual produce ipsenol, ipsadienol y otros derivados monoterpénicos (C<sub>10</sub>), cada uno con diferentes funciones para informar a otros individuos de la misma especie que el tronco al cual se acercan ya está colonizado, de manera similar a lo que ocurre con la broca del café donde una hembra adulta de la broca perfora un grano de café maduro verde y comienza a emitir la señal química que indica que el grano en mención ya está colonizado (Moreno & Fajardo, 2005). Entre otras cabe mencionar las feromonas que inducen cambios fisiológicos permanentes como por ejemplo en los insectos sociales, algunos individuos especializados emiten sustancias que inducen los cambios fisiológicos y morfológicos que dan lugar a la diferenciación de castas, la atrofia de ovarios, etc.

#### 1.5.3.4. Estudio y clasificación de alomonas

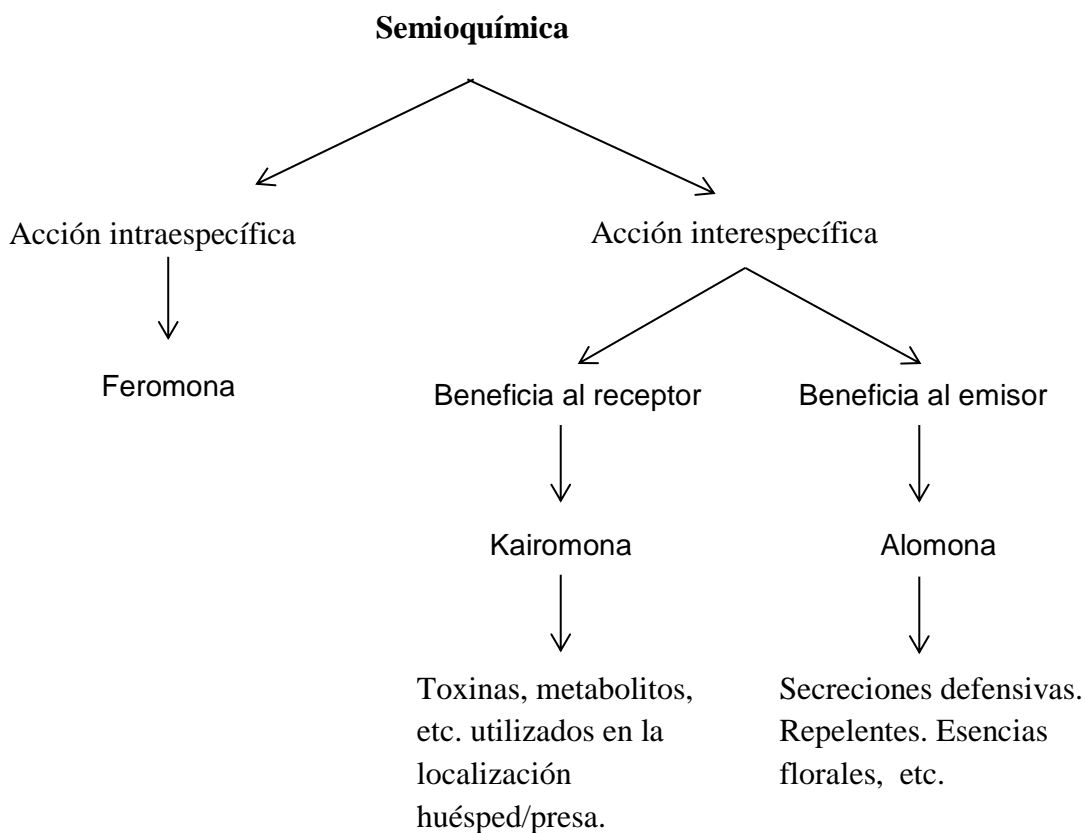
Los compuestos químicos implicados en la comunicación entre organismos se conocen como semioquímicos. Estos a su vez se dividen en feromonas y alelomonas (Whittaker y Feenny, 1971); los últimos actúan **entre especies diferentes** y consisten en tres tipos principales: alomonas, kairomonas y pneumomonas (Brown, 1970).

Alomonas son aquellas señales químicas que dan ventaja ya sea al emisor o al receptor; se producen por un individuo con el fin de provocar un comportamiento determinado en otro individuo de distinta especie. Se producen o adquieren cuando un organismo entra en contacto con individuos de otra especie, y provocan en su receptor, un comportamiento o una reacción fisiológica adoptiva favorable al organismo emisor, caso en el cual se denominan kairomonas (Brorion, Eisner, Whittaker, 1970). En la naturaleza se encuentran por ejemplo en ciertas flores que atraen insectos o aves para favorecer la polinización; otro

ejemplo es la sustancia que la larva de la mosca de los pinos (*Neodiprion sertifer*) toma de los sitios donde vive; Cuando ésta es atacada, se endereza y lanza una sustancia que contiene compuestos repelentes; si el atacante persiste en su intento, recibe suficiente sustancia que, por su naturaleza viscosa, lo inmoviliza. Otro ejemplo son las sustancias producidas por plantas para inhibir la oviposición, alimentación y/o apareamiento de insectos fitófagos. Algunas plantas producen sustancias que son miméticas de feromonas de insectos (atrayentes y disuasorias principalmente). En algunos casos estas, favorecen la polinización, en otros son disuasorios de alimentación; otras veces son favorables para el insecto caso en el cual se denominan kairomonas (Primo, 1991).

El diagrama de la Figura 1-6 resume las categorías de las sustancias semioquímicas (Howse, Stevens, & Jones, 2004)

Figura 1-6: Categorías de Semioquímicos.



### 1.5.3.5. Aplicaciones Principales de los Compuestos Aleloquímicos

Entre las aplicaciones más importantes de los conceptos básicos que rigen la Ecología química esta la búsqueda, reconocimiento, selección y formulación de interacciones

específicas que podamos utilizar en la resolución de los problemas de la vida cotidiana. El empleo de feromonas en la lucha contra plagas ofrece en principio, grandes ventajas, dado que actúan de manera específica y no afectan a los insectos benéficos (predadores de las plagas); los productos con feromonas como ingrediente activo conocidas en la actualidad tienen baja toxicidad para animales superiores y no dejan residuos contaminantes. Sin embargo, hay que tener presente que la comunicación entre insectos, por feromonas, es un proceso natural fino y sofisticado y su aprovechamiento por el hombre, en el campo, exige el desarrollo de métodos de gran precisión y estudios muy extensos y largos. Cabe anotar según Elliot (1977), en respuesta a la era de los agroquímicos sintéticos se desarrolló la denominada tercera generación de insecticidas, la mayoría de los cuales se formularon con base en feromonas conocidas hasta ese momento; sus altos costos debido a su volatilidad y la competencia con otras formulaciones con base en aceites esenciales, crómenos (*Ageratum*, y *Encelia*), dieron origen a una nueva generación de insecticidas (Isman, 1989) sólo unas pocas feromonas han alcanzado un uso extenso, en la lucha contra plagas (Howse, 1998).

Uno de los problemas importantes es que algunas feromonas se alteran con la luz, el calor, la humedad o el oxígeno y que otras son costosas, por eso es importante el desarrollo de métodos de síntesis más económicos o de formulaciones de feromonas estables.

Además, hay que considerar, que en algunos casos, la feromona activa es una mezcla de isómeros con proporciones definidas y que compuestos análogos son, a veces, inhibidores de la actividad.

Las aplicaciones importantes son las siguientes:

- Como avisadoras de la presencia, intensidad y extensión de una plaga, mediante trampas distribuidas estratégicamente y recuento de los insectos atrapados (sistema de vigilancia)
- Capturas en masa, mediante trampas de distintos tipos.  
En ambos casos, la feromona se prepara con alguna formulación o sistema que garantice la emisión lenta y duradera, aunque ella sea muy volátil, y esta formulación se sitúa en el centro de la trampa.
- Atracción de los insectos hacia una superficie donde contamina con un tóxico, un esterilizante sexual o un microorganismo entomopatógeno.
- Confusión sexual (también llamada disrupción de las cópulas o impregnación del aire). Consiste en situar, en el campo, un número de emisores de feromona sexual de modo que sus vapores alcancen, en el aire, una concentración suficiente para que los machos no encuentren el rastro de las hembras o que se saturen las sensilias de sus antenas haciéndolas ineficaces.

Los tres últimos métodos mencionados anteriormente disminuyen la población de insectos y, después de algunas generaciones, la reducen a límites tolerables comercialmente, pero no sirve para atajar rápidamente el daño en una cosecha, ante el ataque de una plaga. Por esto, se usan tratamiento combinados de insecticidas clásicos con los nuevos métodos y uno de los objetivos logrados, en algunos casos, es reducir fuertemente la cantidad de tóxico aplicada (Howse, 1998).

Actualmente, sólo alrededor del 2.5% del mercado total de insecticidas corresponde a métodos naturales de lucha (Moreno & Fajardo, 2005), pero la creciente sensibilidad social ante los problemas ecológicos y los avances de las investigaciones, harán aumentar notablemente esta participación, estamos ante un campo de conocimiento relativamente nuevo que nos aporta para el desarrollo lógico-investigativo, el cual es uno de los propósitos de la Educación Media Especializada.

### **1.5.3.6. Aceites Esenciales: Composición y Propiedades**

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes) y farmacéutica (saborizantes) (Pavia *et al*, 1982). Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser:

Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos.

En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo y la cebolla, los cuales tienen compuestos azufrados.

Los aceites esenciales, según Martínez (2003), se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

- De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización.
- De acuerdo a su origen los aceites se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool.

Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química, por ejemplo esencias de vainilla, limón, fresa, etc.

- Desde el punto de vista químico, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios. Según esto, los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (por ejemplo, hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos, por ejemplo el pino, junípero, etc. Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides, por ejemplo el clavo, canela, el anís, etc. (Martínez, 2003).

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en unas 60 familias de plantas que incluyen las compuestas, labiadas, lauráceas, mirtáceas, pináceas, rosáceas, rutáceas, umbelíferas, etc. Se les puede encontrar en diferentes partes de la planta: en las hojas tales como ajeno, albahaca, cedrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana (Vági *et al*, 2004), menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.; en las raíces tales ásaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana (Moreno *et al*, 1995), en el pericardio del fruto tales limón, mandarina, naranja, etc.; en las semillas tales como anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino, etc.; en el tallo tales como canela, caparrapí, etc.; en las flores de árnica, lavanda, manzanilla, tomillo, clavo de olor, rosa, etc.; y en los frutos del cilantro, laurel, perejil, pimienta, etc.

Los monoterpenoides se encuentran principalmente en plantas de órdenes Ranunculales, Violales y Primulales, mientras que son escasos en Rutales, Cornales, Lamiales y Asterales (Nerio *et al*, 2009)

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante varios métodos como son: hidrodestilación, prensado/raspado, “*enfleurage*” (enfloración) en frío, extracción con grasa en caliente, extracción con disolventes (derivados del petróleo, con fluidos en condiciones supercríticas y con disolventes no derivados del petróleo) (Ortuño, 2006).

El *enfleurage* y la extracción con grasa caliente son métodos muy antiguos, ya que a pesar de obtenerse gran calidad de aceites demandan mucho trabajo, en la actualidad existen métodos más tecnificados y más eficaces. En la hidrodestilación se arrastra el material vegetal con vapor de agua, es un procedimiento sencillo y muy usado con diferentes materiales vegetales. Su mayor inconveniente es la alta temperatura de operación, lo cual lo hace inapropiado para aceites esenciales con componentes sensibles al vapor. Su aplicación incorrecta puede conllevar a producir aceites de baja calidad. Los aceites esenciales de las flores u otras partes de la planta tienen puntos de ebullición superior al

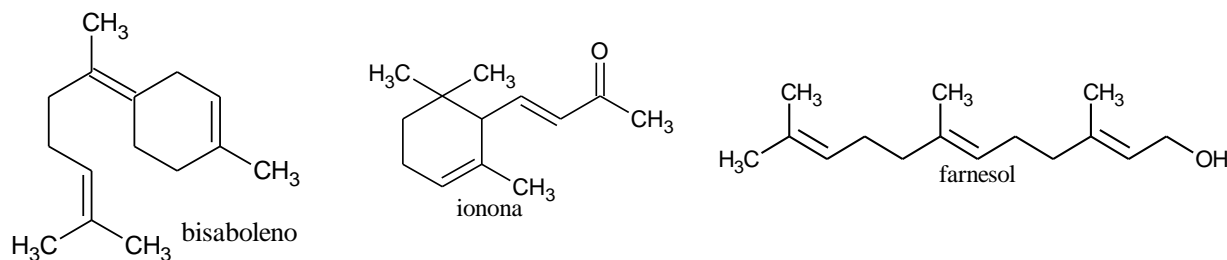
del agua, la mezcla de aceite esencial más agua presenta un punto de ebullición inferior y por eso puede ser destilada, al pasar por el condensador, los vapores se enfrían, se condensan y se transforman en un líquido formado por dos fases inmiscibles: fase orgánica (aceite esencial) y fase acuosa. La fase orgánica siempre es menos densa y flota sobre la fase acuosa (Ortuño, 2006) (Colegate & Molyneux, 1993).

El pelado/raspado se aplica para los cítricos, prensando las cortezas, las cuales contienen los aceites esenciales. La extracción con disolventes es uno de los métodos más usados para la obtención de aceites esenciales. La extracción con derivados del petróleo permite representar mejor el perfume original de las flores. La extracción con fluidos en condiciones supercríticas es compleja, costosa, pero permite la obtención de aceites esenciales de mejor calidad. La extracción con disolventes no derivados del petróleo evita trazas residuales de disolventes tóxicos. La clave de este método reside en utilizar como disolvente un aceite vegetal de calidad alimentaria, poco soluble en alcohol, que sea líquido a temperatura ambiente estándar, económico y con suficiente estabilidad (Ortuño, 2006).

- Monoterpenos y sesquiterpenos

Los monoterpenos y sesquiterpenos son compuestos de 10 y 15 átomos de carbono formados por dos y tres unidades de isopreno, derivados por biosíntesis del pirofosfato de geranilo (GPP) y pirofosfato de farnesilo (FPP) respectivamente. De acuerdo con su estructura, se les clasifica según el número de ciclos como alicíclicos, monocíclicos y bicíclicos, etc. (Pavia *et al*, 1982).

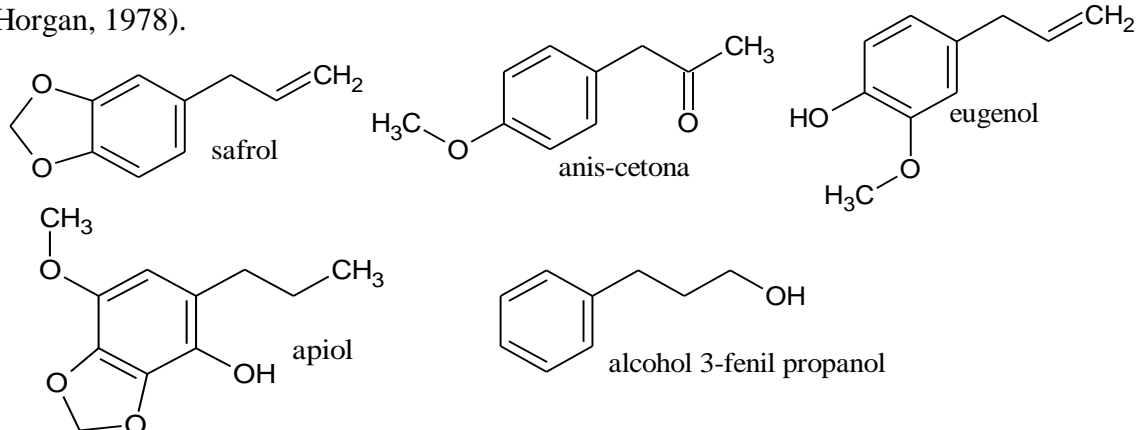
Figura 1-7: Ejemplos de Algunos Sesquiterpenos Naturales. (Pinder, 1960)



- Fenilpropanos

Los fenilpropanos son sustancias naturales ampliamente distribuidas en los vegetales caracterizados por un anillo aromático (Valls, Millan, Martí, & Arola, 2009), unido a una cadena de 3 carbonos y derivados biosintéticamente del ácido shikymico

Figura 1-8: Ejemplos de algunos fenilpropanos naturales presentes en Aceites Esenciales. (Horgan, 1978).



### 1.5.3.7. Aplicaciones de Aceites Esenciales

Las aplicaciones fundamentales de los aceites esenciales pasan por su empleo en la fabricación de perfumes corporales, ambientadores, aromas, saborizantes para condimentos, licores, dulces, golosinas, cosméticos, además por su alta concentración son los productos que mayor actividad terapéutica pueden ejercer. Su composición variada y compleja dificulta la producción artificial de estos aceites, sus propiedades terapéuticas se derivan de la actuación conjunta de sus componentes en diversos sistemas del organismo (Bauer & Garbe, 1981). La dificultad en su síntesis ha ocasionado que muchas empresas farmacéuticas hayan dejado de un lado el uso de aceites esenciales en la producción de fármacos. Sin embargo en la actualidad algunos países avanzados le han dado un impulso a los productos naturales, lo cual favorece el uso de los aceites esenciales. En el comercio los aceites esenciales se comercializan materia prima para la elaboración de todo tipo de esencias, aromas para ambientadores, quemadores, inciensos. En la industria del aseo se usan para elaborar esencias para detergentes y limpiadores. En el sector cosmético se usan los aceites esenciales para la elaboración de jabones de tocador, champús, cremas, lociones y aceites de masajes. Las fábricas de licores consumen aceites esenciales ya sea directamente o en forma de formulaciones de saborizantes, al igual que las fábricas de refrescos y bebidas similares. La amplia industria de la alimentación utiliza una gran gama de esencias y sabores, por ejemplo en productos como bombones, galletas, helados, dulces, golosinas, turrone, pasteles; en ellos se usan aceites esenciales de limón, naranja, mandarina, fresa, menta, anís, vainilla, cola, cacao. También en el sector farmacéutico se usan las esencias para aromatizar y dar sabor a los medicamentos. Actualmente el uso de aceites esenciales está tomando mayor importancia en gran parte de la industria, se ha venido disminuyendo el uso de aceites esenciales sintéticos, pero quizás el factor más relevante de su auge es la biocompatibilidad con los sistemas metabólicos de los seres

vivos y su adecuada biodegradabilidad hasta productos atóxicos para el medio ambiente (Ortuño, 2006).

#### **1.5.4. Bioensayos**

Con el objeto de demostrar la posible interacción entre dos organismos distintos y sus potenciales propiedades se requiere el diseño de diversos experimentos en los cuales sea factible la determinación cualitativa y cuantitativa de una propiedad específica. A tal efecto es necesario trabajar diversos niveles de complejidad, comenzando con el diseño experimental a nivel de laboratorio en el cual se requiere mantener constantes algunos parámetros y medir la propiedad de interés.

Se denomina bioensayo al procedimiento aplicado para determinar la potencial actividad de una sustancia o de un material, a partir de las respuestas producidas en organismos biológicos. Algunos ejemplos de sustancias son por ejemplo infusiones, decocciones de partes de plantas, extractos acuosos, alcohólicos o en otros disolventes (éter, gasolina, cloroformo, etc.), los aceites esenciales en soluciones diluidas a diferentes concentraciones; así como algunas fracciones enriquecidas en algún ingrediente activo como flavonoides o terpenoides o compuestos puros obtenidos de una planta específica bajo estudio. El uso y manipulación de material biológico como larvas, adultos, plántulas, bacterias, hongos, células, etc., requieren la realización de cada experimento con un número de repeticiones suficientes para obtener significancia estadística. Con la mayoría de los bioensayos se busca establecer una correlación funcional entre la dosis y la respuesta.

Los bioensayos son de varias clases a saber:

- De acuerdo a la escala se clasifican en bioensayos de laboratorio, de invernadero y de campo.
- De acuerdo a las propiedades se clasifican en: para atrayentes (trampeo masivo), para repelentes e inhibidores de alimentación y/o crecimiento.
- Otros pueden medir propiedades toxicológicas y se miden de acuerdo a una mortalidad relativa a un control.
- Otra clasificación puede ser de elección y no elección, de acuerdo a la aplicación puede ser de aplicación tópica, ingestión o contacto forzado.
- Pruebas olfatómicas, para estudio de compuestos volátiles como feromonas (misma especie) o señales de alarma (distintas especies)
- Pruebas autobiográficas sobre muestras separadas por cromatografía
- Bioensayos para detectar actividad insecticida, antibacterial, antioxidante, antifúngica, moluscicida, antimalárica, lesmaniasida, entre otros.

Los bioensayos de laboratorio ofrecen una correlación reproducible y significativa entre la sustancia bajo estudio y un organismo previamente seleccionado. Una vez



obtenido este se procede a escalar el experimento a nivel de invernadero o plantas piloto, donde aumenta el número de variables consideradas. Finalmente, si los datos obtenidos en repeticiones sucesivas en este nivel, se procederá a realizar los ensayos denominados de campo, en los cuales se debe considerar la variabilidad de otros parámetros de modo simultáneo (análisis estadístico paramétrico, regresión múltiple, etc.).

En los últimos años los estudios fitoquímicos han evolucionado considerablemente hacia la búsqueda de sustancias bioactivas a través del fraccionamiento de los extractos, guiado por bioensayos, esto significa que debe realizarse el seguimiento minucioso de la propiedad seleccionada, a tal efecto vale la pena mencionar que son múltiples las actividades que se pueden evaluar por medio de bioensayos y en la actualidad es requisito indispensable para la financiación de un proyecto, la inclusión de la evaluación de propiedades bioactivas, entre estas cabe mencionar: actividad antioxidante, actividad antibacterial, insecticidas, repelentes, atrayentes (pruebas olfatométricas), actividad antifúngicas, larvicidas, inhibidores de la germinación, entre otras.

Fig. 1-9. Cámara olfatométrica



Los bioensayos son de dos clases: ensayos generales de y los bioensayos específicos. Entre los ensayos generales encontramos el ensayo con el crustáceo de *Artemia salina* o la actividad antitumoral con varias cepas de cultivos generales. Los bioensayos específicos se diseñan de acuerdo a los objetivos e interés de cada proyecto, entre estos podemos nombrar: ensayos de elección y no elección de contacto forzado, olfatométricos (Potting,

*et al* 1995). A manera de ejemplo se evaluó la bioactividad de 22 aceites esenciales obtenidos de plantas aromáticas y medicinales frente a *Acanthoscelides obtectus* Say (*Coleoptera, Bruchidae*), una plaga del frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.). El efecto insecticida fue evaluado por determinación de  $LC_{50}$  a 24 y 48 horas y  $LC_{50}$  desde 1,50 mg/dm<sup>3</sup> hasta más de 1000 mg/dm<sup>3</sup>). Los isoprenoides y fenilpropanoides fueron identificados por análisis por cromatografía de gases. Los aceites esenciales más eficientes fueron extraídos de plantas pertenecientes a la familia *Labiatae*. Los aceites esenciales de *Origanum marjorana* y *Thymus serpyllum*, fueron los más tóxicos (Regnault, *et al* 1993). Considerando la potencia de la sustancia como la dosis requerida para producir una respuesta determinada en un organismo biológico, el problema que surge a menudo es que tales respuestas pueden ser variables ya que dependen del animal o de la especie en el que han sido ensayadas. La solución a este problema consiste en el cálculo de la potencia con referencia a una sustancia o a una preparación estándar. Tal preparación puede ser una muestra de un Estándar aceptado internacionalmente o una muestra comparada previamente con un estándar internacional respecto del cual haya sido cuidadosamente calculada la potencia. El problema general que se tratará de resolver es la estimación de la potencia relativa de la sustancia ensayada frente a una sustancia estándar, y el cálculo de intervalos confidenciales relativos a tal estimación.

La toxicidad en vivo de un organismo animal puede usarse como método conveniente para el seguimiento y fraccionamiento en la búsqueda de nuevos productos naturales bioactivos; por tal razón, se decide trabajar el bioensayo de letalidad sobre nauplios de *A. Salina*. Este organismo es fácil de cultivar y manipular en laboratorios, es sensible a una gran variedad de tóxicos; y genera resultados confiables, además es una alternativa poco costosa, sencilla y rápida. Puede ser usada de manera rutinaria en la investigación fitoquímica y permite crear una base para adelantar posteriores estudios que brinden aplicaciones (Forero, 2002).

Este bioensayo es aplicable a compuestos con estructuras y modos de actividad diversos, lo que le otorga la característica de ser amplio espectro, de ahí que sea usado como método de análisis para detectar residuos de pesticidas, micotoxinas, anestésicos y compuestos de tipo morfínico entre otros (Gualdrón, 1994).

Dentro de los tipos de bioensayos encontramos los de campo, en la parte experimental propuesta en este trabajo se plantea un bioensayo de campo usando el cultivo de fresa, para lo cual consideramos la siguiente información.

La fresa importante elemento de la dieta humana es conocida como frutilla, madroncillo, mayueta, fragaria, arrega, fraula; como la mayoría de las frutas propias de la zona templada pertenece a la familia Rosaceae, junto con los géneros *Prunus* (ciruelas, melocotones y almendro, albaricoque y cerezos), *Malus* (manzana), *Mespilus* (níspero),

*Rubus* (frambuesa y la mora). Crece espontáneamente en lugares frescos con sombrío, en las montañas húmedas de todo Europa, Asia y Norte de África. Otras especies de fresa se reparten por todo el hemisferio Norte, y se cultiva en toda la región tropical.

Es una planta herbácea con hojas de color verde intenso, ovales y dispuestas de tres en tres (hojas ternadas y aserradas), tiene flores de color blanco con pedúnculo pelosos, con margen denticulado y rastreras. Los frutos, en realidad es un engrosamiento del receptáculo floral, son bayas de color escarlata, cónicas, con aquenios de color pardo por fuera y una fragancia y aroma característicos. El fruto toma el nombre del falso fruto, los verdaderos frutos son los aquenios, impropriamente llamados semillas, por lo que es una infrutescencia

La raíz contiene pigmentos tipo antocianinas derivados del 3,5-diglucósido de cianidol, taninos catéquinas y derivados del pirogalol; también se han reportado alcoholes triterpénicos (fragarol). Las hojas contienen furfural, *n*-octanol, *n*-nonanal, *n*-nonanol, linalool,  $\alpha$ -terpineol, salicilato de metilo, flavonas, flavonoles y vitamina C. Los frutos contienen aceite esencial (aldehídos, alcoholes, ésteres, acetales y cetonas), compuestos azufrados (metilmercaptano y sulfuro de metilo), glucósidos (fragarina), mono y disacáridos, ácidos libres, aminoácidos y pectina.

Se utilizan el rizoma, la raíz, las hojas y los frutos, generalmente en decocción, a razón de 50 g. por litro de agua. La hoja tiene propiedades diuréticas y astringentes, y se usa como sucedáneo del café. Por su contenido en taninos, tiene acción antidiarreica. No se conocen efectos secundarios ni tóxicos.

### **Cultivo de la Fresa**

Como otras frutas la producción de fresa tiene notable importancia económica y su cultivo en regiones templadas y frías está ampliamente distribuido en Cundinamarca y en regiones medias altas, los frutos son climatéricos y requieren especial cuidado en los procedimientos de recolección, clasificación y empaque para su distribución. Es un producto delicado con periodo de vida medio corto: Los cultivos están afectados por diferentes plagas como hongos, bacterias y arácnidos entre esto la más común y la causa mayores perjuicios es la arañita roja de la fresa, la cual es de tipo polífago, por lo que afectan diversos cultivos. La arañita roja (*tetranychus urticae*), afecta el aspecto y calidad de los frutos, para lo cual los cultivadores aplican diferentes productos sintéticos para controlar sus poblaciones; los residuos de los agentes químicos aplicados conllevan notables efectos secundarios en la salud de los consumidores, por lo cual se ha promovido el desarrollo de los cultivos orgánicos. En este orden de ideas es importante promover sistemas de control de plagas amigables con el medio ambiente por el uso de productos de origen natural menos tóxicos y más selectivos y específicos.

### ***1.5.5. Diseño curricular: marco conceptual***

La literatura sobre definiciones y conceptualización de currículo es bien amplia y generosa, la proliferación de análisis, definiciones, concepciones, argumentaciones es una característica en este campo conceptual. El abordar una revisión concienzuda del tema es complejo, pero es necesario hacerlo si se quiere involucrar en el proceso de la elaboración de la propuesta de diseño curricular para la Educación Media Especializada, la cual es base de dicho trabajo.

Según Stenhouse, quien apoyado en la hermenéutica define el currículum como el intento de comunicar los principios esenciales de una propuesta educativa de tal forma, que quede abierta al escrutinio crítico y pueda ser traducida efectivamente a la práctica (Stenhouse, 1987). En esta postura, es bien fundamental la consideración de la importancia de llevar a la práctica lo que se propone. Es a partir de la concepción de este autor, donde el currículo comienza a desarrollar su proceso esencialmente investigativo.

Un currículum, si posee un valor, expresa, en forma de materiales docentes y de criterios para la enseñanza, una visión del conocimiento y un concepto del proceso de educación. Proporciona un marco dentro del cual el profesor puede desarrollar nuevas destrezas y relacionarlas, al tiempo que tiene lugar ese desarrollo, con conceptos del conocimiento y del aprendizaje (Stenhouse, 2010).

A continuación se presenta un esbozo de la visión que sobre el tema tiene la Cibernética, entendida ella como ciencia de la comunicación, el autogobierno, el autocontrol y la retroalimentación en los sistemas, en los organismos y en los seres vivos, especialmente en los humanos y en las organizaciones, antes que en las máquinas. Desde esta perspectiva Carlos Vasco, Hernán Escobedo, Teresa León Pereira y Juan Carlos Negret Paredes desde la Cibernética de lo Humano, por un lado, y Waldemar de Gregory, generador de la Cibernética Social, por el otro, reflexionan sobre las implicaciones que ésta tiene para la problemática educativa y las incidencias de las propuestas curriculares en el tipo de ciudadano que las instituciones quieren formar. Se bosquejará a continuación, la fundamentación teórica del trabajo investigativo desde la perspectiva de la Cibernética social y la metodología Interdisciplinaria desarrollada por Waldemar de Gregory en sus libros *Construcción Familiar – Escolar de los tres cerebros* y *Capital Intelectual*.

La propuesta de De Gregory parte de la concepción del cerebro en tres bloques: izquierdo, derecho y central, y sus funciones en tres conjuntos mayores que conforman el capital mental triádico a saber, las lógico-analíticas, que predominan en el cerebro izquierdo; las intuitivo-sintéticas que prevalecen en el cerebro derecho; y las motoras-operacionales que imperan en el cerebro central (De Gregory, 2002). Estudia sus múltiples procesos bajo un

enfoque triádico, pero integrados en un único bucle o ciclo sinérgico: uno en tres o tres en uno. Esto comprende lo que se ha llamado el capital intelectual: el potencial racional, el potencial emocional y el potencial operacional.

Por lo tanto el paradigma, presenta propuestas para el desarrollo y uso de las tres inteligencias, las que conjuntamente y sinérgicamente constituyen el ciclo cibernético de transformación (CCT). Este ciclo es una unificación del método científico de la función lógica del cerebro izquierdo, el método estratégico del cerebro creativo emocional y el método administrativo de la función operativa del cerebro central (Velandia, 2006).

El aporte de la propuesta de Waldemar de Gregory tiene su valor agregado en la presentación integrada que hace del tema del capital intelectual triádico, en donde recoge las propuestas que otros autores trabajan como separadas e independientes entre sí. Específicamente pone como ejemplos a Vera Asti y Umberto Eco, para metodología de la Investigación; a Alex Osborn y Calvin R Taylor, para la creatividad; George Elgozy y Alvin Toffler para futurización; a Idalberto Chiavenato, Carlos Dávila, Enrique Ogliastri, Carlos Matus y Peter Drucker para planificación y administración (De Gregory, 2002).

De Gregory postula una nueva noología o ciencia de la mente y de las funciones mentales que forman el capital intelectual con actualizadas bases teóricas, enfoques interdisciplinarios, innovadores métodos educacionales y creativos esfuerzos para el desarrollo y utilización del cerebro (De Gregory, 2002).

La Cibernética Social define el currículo como el conjunto de agendas formales e informales para capacitar el cerebro unitriádico de las personas en la autoconducción, auto sostenible y autoeducación, para jugar y ganar proporcionalmente en los juegos de la vida, del cual es un protagonista.

Entonces, relativizando la propuesta de Gregory, el currículo tiene su sentido en la medida en que las instituciones educativas integren a través del CCT, proceso integrado de transformación, la investigación, la docencia y la proyección social.

La acción intencionada tiene que ver con la decisión de modelar los principios mentales de niños, jóvenes y adultos. Los países, las instituciones, plantea de Gregory (2002), invierten más en una función mental que en otra: unos, más en la investigación y el conocimiento, otros en la práctica y en la economía, otros en la espiritualidad y en la creatividad. Para De Gregory, cada una de las funciones mentales, tiene cuatro niveles de actuación, que van de lo más simple a lo más complejo, del nivel de la ejecución al nivel de la conducción. Esto significa, que se reconocen por lo menos las funciones lógicas, operativas y emocionales. Gardner Howard habla de inteligencias múltiples, Goleman habla de la inteligencia emocional y la inteligencia social y el Ministerio de educación habla de lo cognitivo, sicomotriz, y afectivo, en los lineamientos curriculares, y al interior

de ellos se manejan los niveles de complejidad. La propuesta de la cibernética social tiene que ver con el desarrollo proporcional de las funciones mentales del ciudadano, en sus niveles de actuación. Es en este sentido que Waldemar de Gregory, en su libro “La Construcción Familiar-escolar de los 3 Cerebros”, plantea que cada cultura invierte a su manera, diferentes cantidades de tiempo, esfuerzos y recursos para cada una de los cuatro niveles de las tres funciones mentales, el currículo, define en qué proporción. En ese sentido habrá currículos decididamente de conocimientos y de información, habrá otros de práctica y ejecución y habrá otros de emocionalidad y creatividad. La clave es formar personas íntegras, pero proporcionales. La matriz curricular es la herramienta, que puede ser utilizada para contribuir a la capacitación de las tres funciones mentales, en sus cuatro niveles de actuación, que para este trabajo está conformado por un primer nivel base llamado contextualización, seguido de la fundamentación, profundización y el más complejo la proyección. Es conveniente la representación de las competencias según este modelo el cual tendrá su aplicación concreta en la propuesta de diseño curricular para la Educación Media Especializada de la Institución educativa Distrital Carlos Albán Holguín.

Según la Ley General de la Educación (Ley 115 de 1994): Currículo es el conjunto de criterios, planes de estudios, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad nacional, regional y local, incluyendo también los recursos humanos, académicos y físicos para poner en práctica las políticas y llevar a cabo el proyecto educativo institucional (Artículo 76 de la Ley 115).

El concepto de currículo no solo se reduce a los contenidos, este abarca otros componentes propios del proceso formativo de nuestros estudiantes, como aspectos pedagógicos y didácticos (Gallego *et al*, 2007). La formación integral del estudiante es el principal objetivo de toda elaboración curricular, es decir, al concebir el currículo en la institución, es necesario tener en cuenta su flexibilidad y considerarlo como un proceso educativo que conecta el contexto local con el global, la parte teórica con la práctica, considerando las expectativas, el proyecto de vida, dificultades y oportunidades, el desarrollo de pensamiento lógico, práctico y creativo en el proceso de enseñanza aprendizaje que la institución educativa puede ofrecer a sus estudiantes.

El currículo debe estar contextualizado, pero nunca desarticulado de una realidad global, de tal manera que nuestros estudiantes sean agentes activos dentro de su aprendizaje y que cuando empiecen a conformar su proyecto de vida no sean ajenos a un ambiente profesional y/o laboral (Gimeno, 1988). El currículo se debe centrar en la calidad, en el diagnóstico generado por las neurociencias, que para nuestro caso se basa en revelador de cociente mental tríadico (RCMT), la flexibilidad, el contexto, la multiculturalidad y en fin toda la problemática planteada para la formación integral de los estudiantes (Villarini, 2000). Este debe ser por lo tanto dinámico y debe obedecer al momento de su concepción.

“El currículo es todo lo que se hace, o que se ofrece para la formación; es construcción cultural y que crea cultura, pues selecciona, interpreta, organiza, articula, distribuye y proyecta; teniendo en cuenta el conjunto de criterios, planes de estudio, programas, metodologías y procesos que contribuyen a la formación integral y a la construcción de la identidad cultural” (Ortíz, 2009).

La localidad de Bosa, lugar donde se ubica la institución educativa Distrital Carlos Albán Holguín, es un sitio pluriétnico y multicultural, por lo tanto es necesario tener en cuenta esta condición dentro de la elaboración del currículo, estos proyectos formativos deben dar respuesta a necesidades del contexto y realidades locales.

“Ningún fenómeno es indiferente al contexto en el que se produce y el currículo se imbrica en contextos que se solapan e integran unos en otros, que son los que dan significado a las experiencias curriculares que obtienen los que participan en ellas” (King, citado por López., 2003).

Por lo tanto el currículo se debe abordar desde la transversalidad, superando paradigmas tradicionales atomistas, para dar paso a un paradigma más formativo, integrador y holístico.

La propuesta de un currículo para el desarrollo de las habilidades del pensamiento abandona los contenidos convencionales y se enfoca en el diseño de proyectos centrados en operaciones lógicas, prácticas y creativas, seleccionando e interpretando situaciones problemáticas las cuales los estudiantes deben solucionar, Para que el aprendizaje sea significativo. El diseño curricular por campos de pensamiento y para el desarrollo de habilidades inferenciales, se puede matricular dentro de un modelo progresivo (Ortíz, 2009) cuyo propósito primordial es el progreso de los estudiantes a través de la experiencia de su contexto, de su entorno, es decir, vivencial, estimulándolos a potenciar estructuras cognitivas cada vez más complejas, partiendo de su caracterización y de sus conocimientos previos o experiencias. Así, Dewey, Bruner, Ausubel, Stenhouse, Perkins y Gardner comparten la convicción que lo importante en educación es propiciar que el estudiante piense y comprenda significativamente el mundo en vez de repetirlo.

La propuesta de diseño curricular en el Colegio Carlos Albán Holguín I.E.D. puede ser inscrito en un modelo Integral y contextualizado. El concepto de integralidad se concibe en primer lugar como la actitud participativa del estudiante bajo la orientación del docente siguiendo procesos de aprendizaje tanto teórico, como práctico, en segundo lugar donde prime el respeto por el compañero, hacia la institución y hacia sí mismo; donde haya articulación con el contexto social en pro de su proyecto de vida, y de igual manera donde prime la formación en valores que conlleven a una identidad personal, institucional y social; esta identidad debe apuntar hacia el desarrollo de pensamientos lógicos, prácticos y

creativos de tal manera que el estudiante busque solución a problemas cotidianos y aproveche todas las experiencias de la comunidad educativa.

El carácter contextual en el diseño de la propuesta curricular se concibe como la utilización de su realidad local y social, como una fuente de información de las necesidades de la comunidad la cual generará transformaciones evolutivas con el paso del tiempo y el impacto de la educación planteada acorde a esta (Col, 1997).

La propuesta de diseño curricular en la educación Media especializada tiene carácter de proyecto, el cual no se concibe como un resultado final, ni estático si no que va a estar en continua evolución. Surge como producto de necesidades; aspira a superar una realidad actual del contexto; se aplica para probar que las vías son factibles y contribuyen al mejoramiento de la educación, y por ende de la sociedad; y se evalúa para comprobar el ideal propuesto. El diseño curricular es en realidad el ideal de currículo pensado para el contexto caracterizado, es la meta que se concibe y en el que queda reflejado el enfoque educativo deseado. Cabe anotar que durante los primeros años de ejecución de la propuesta curricular en la Educación Media Especializada se van a presentar diferencias entre el currículo pensado y el currículo vivido. Lo ideal es que cuando el currículo pensado y el vivido sean coherentes podemos decir que tenemos una educación de calidad ideal para el contexto local y para nuestra sociedad.

De igual manera la evaluación es “la dimensión curricular que posee el sentido de retroalimentar el propio proyecto; y si entendemos el currículo como dinámico, resulta que su evaluación no es un acto final, sino que va ocurriendo a lo largo del desarrollo del propio proyecto, en sus diversas fases” (Ortíz, 2009).



## **2. Metodología**

### ***Introducción***

La propuesta de diseño curricular para la Educación Media especializada comprenderá cinco fases, que van desde el análisis del macrocurrículo, hasta el diseño del microcurrículo.

### ***2.1. Fases del proyecto***

#### ***2.1.1. Primera fase***

Esta fase ha sido realizada por la institución, se define como un estado preliminar o inventario, la cual se interpreta como la acción de ubicar el colegio en una realidad concreta que dé cuenta de la vinculación de la institución con su entorno inmediato, que en su orden de proximidad es la localidad y el distrito. Es la visión sistémica del proceso curricular y determina las necesidades a la que responde el colegio, garantizando así su pertinencia social y académica. Con el desarrollo de estos referentes, se obtiene una visión de las diferentes expresiones del campo general. En el año 2012 se iniciaron procesos de diseño curricular con miras en la implementación del programa de Educación Media Especializada con énfasis en Filosofía, siendo necesaria la renovación del Proyecto Educativo Institucional.

El planteamiento de estructuras macro, meso y microcurriculares permite identificar la necesidad de fortalecer el enfoque y modelo educativo institucional esto a través de la creación e implementación de proyectos transversales, disciplinares e interdisciplinares, ejecutados desde cada una de las áreas del conocimiento, cuya finalidad es fortalecer los procesos de enseñanza – aprendizaje y brindar herramientas sólidas para la formación del proyecto de vida que permita a nuestros estudiantes dar soluciones efectivas a las problemáticas de su contexto. Cabe mencionar que dentro del nivel macro se establecen las áreas de profundización, según diagnóstico producido a través de un estudio con base en encuestas conocidas como análisis de revelador de cociente mental tríadico (cerebro tríadico). Del nivel macro, el proceso deriva a un nivel meso, el cual corresponde al

estudio de los objetivos y principios expresados en el horizonte institucional los cuales sustentan el modelo pedagógico, didáctico y metodológico.

### ***2.1.2. Segunda fase***

Esta fase se relaciona con la determinación del perfil del estudiante de la EME que queremos formar y más que un requisito debe propiciar las condiciones básicas para su logro; así mismo debería hablarse del propósito de formación y ni sólo de un perfil académico. En esta fase se diseñaron las competencias que deberían desarrollar los egresados de nuestra institución.

### ***2.1.3. Tercera fase***

Esta fase corresponde al establecimiento de un diagnóstico general de la zona o entorno inmediato de estudio, que para nuestro caso es el Humedal Tibánica, ubicado en la localidad de Bosa. Esta actividad se desarrolló con la colaboración de la profesora Bárbara Moreno, docente del Departamento de química de la Universidad Nacional y con el apoyo de otros docentes especializados en Botánica para proponer un análisis general del humedal en relación con la interacción química ecológica *planta-artrópodo*, para posterior implementación de la actividad en la institución educativa, dentro del microcurrículo de Química Ecológica.

### ***2.1.4. Cuarta fase***

Una vez definidas las competencias que caracterizan al egresado y el análisis general del humedal, se desarrolló la cuarta fase, que corresponde a la elaboración del microcurrículo o Plan de estudios de Química Ecológica. Este incluye la elaboración de la cartilla con 4 módulos denominados de contextualización, fundamentación, profundización y proyección; cada módulo debe contener núcleos temáticos, proyectos disciplinares, interdisciplinares y transversales, que garanticen la formación integral de los estudiantes. Las bases disciplinares y epistemológicas de la ecología química se concretaron durante esta fase y fueron la base para la elaboración de los módulos.

En esta fase se dio la oportunidad de ejercer la autonomía pedagógica y se alcanzaron acuerdos en relación a la elaboración de los módulos bajo criterios de calidad e innovación.

### 2.1.5. Quinta fase

La quinta fase corresponde a la socialización y ejecución del proyecto de Educación Media Especializada con énfasis en la interacción planta-artrópodo a partir del año 2013. Como actividad preliminar de esta etapa se realizaron visitas académicas: la primera de ellas fue un reconocimiento espacial del Humedal Tibanica con la autorización de la División de Gestión Ambiental de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá; la segunda de ellas se realizó al laboratorio de productos naturales vegetales bioactivos y química ecológica ubicado en el Departamento de química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional; durante la cual se realizaron prácticas de laboratorio orientadas a la extracción de aceites esenciales de plantas como hojas de limonaria, cáscaras de mandarina y semillas de eucalipto. Además se realizó un reconocimiento del espacio mencionado en cuanto a instrumentos y equipos menores y sus aplicaciones. Esta actividad forma parte de la unidad didáctica que acompaña este trabajo de grado. Así mismo cabe mencionar que a la fecha, la Institución Educativa aprobó la adquisición de los equipos básicos de vidrio para la extracción de aceites esenciales. Finalmente se implementó el programa ACDLABS (Chemsketch 12.1), para el dibujo correcto de las fórmulas estructurales de los compuestos orgánicos, actividad que formará parte de la respectiva agenda.

## 2.2. Variables

Para este trabajo se pueden considerar como variables las siguientes:

En primer lugar la comunidad educativa conformada por los estudiantes, docentes, padres de familia, personal administrativo entre otros.

En segundo lugar cabe mencionar que en los estudios de interacciones artrópodo-planta se requiere definir o seleccionar agentes con las propiedades de emisores y/o receptores; en nuestro caso y como parte de la unidad didáctica se establece como modelo el sistema específico aceite esencial- artrópodo. Como emisores se utilizarán aceites esenciales de diversas plantas tales como: hierbabuena, limonaria, eucalipto, cáscaras de naranja, mandarina, limón, clavo de olor y otras de acuerdo a su disponibilidad en el Humedal Tibanica. Como receptores se medirán los efectos de los constituyentes químicos volátiles de los emisores sobre algunos artrópodos recolectados dentro del espacio del humedal (áfidos, hormigas, coleópteros, larvas de mosquitos “*Culex spp*”), o provenientes de colonias de artrópodos debidamente establecidas y estandarizadas. Lo anterior define las características y variables a considerar en el diseño experimental de los bioensayos (A x B x C x D) expresado en su forma más general, donde A puede ser el número de plantas seleccionadas; B las partes seleccionadas; C las diversas concentraciones y D las repeticiones, al menos tres para cada experimento.

### **2.3. Diseño Curricular**

Para la planeación curricular de la Química Ecológica se tuvo en cuenta la semestralización del año académico (2 semestres por dos años), dispuesta así:

I Semestre: Contextualización

II Semestre: Fundamentación

III Semestre: Profundización

IV Semestre: Proyección

El primero y el segundo semestre se desarrollarán en grado décimo y el tercero y el cuarto en grado once. Para cada semestre se desarrollarán 16 sesiones que son complementarias a la clase de química que se tiene planeada en el Núcleo Común. Cada sesión corresponde a 120 minutos de clase, para las cuales están planeadas en forma de agendas. Los módulos, contienen las sesiones de cada semestre, cada una ellas con el marco referencial y las actividades a desarrollar.

### **2.4. Parte Experimental**

Durante la implementación de la EME se desarrollarán los 4 módulos propuestos, en ellos están establecidas actividades experimentales en el Laboratorio de Química y salidas de Campo al Humedal Tibanica. Durante las primeras unidades se realizaran diversos experimentos tales como:

- Recolección y clasificación de muestras
- Preparación de muestras: las plantas se separarán en tallos, raíces, flores, hojas o en algunos casos se utilizara la parte aérea.
- Secado al aire de cada muestra en el laboratorio o en una estufa con control de temperatura a máximo 50<sup>0</sup>C, también se podrán utilizar muestras frescas según el caso.
- Extracción: en este proyecto se utilizaran tres tipos de extracción: extracción por percolación a temperatura ambiente (TA) en etanol-agua al 70% (v/v); extracción de aceites esenciales por hidrodestilación, ya sea con generador interno o externo, de los cuales ya se adquirieron los equipos; extracción acuosa por infusión y decocción (cocinar un tiempo en caliente). Una infusión es un preparado en forma líquida que resulta de la extracción de los principios activos por la acción del agua hirviendo (como se debe preparar un té). Decocción es la acción de sumergir un producto en un líquido en ebullición por un tiempo definido; producto obtenido con esta operación.

- Bioensayos: con los productos obtenidos en las operaciones anteriores se propondrán diferentes diseños experimentales, orientados a determinar y evaluar las diferentes interacciones potenciales o posibles entre algunas especies de artrópodos y los componentes obtenidos previamente.

En las unidades propuestas para el cuarto semestre de Química Ecológica se implementarán algunos bioensayos entre los cuales mencionar:

- Bioensayo General de Letalidad con larvas de *Artemia Salina* (**BGL- As**)
- Bioensayo de Actividad Antialimentaria (**BAA-Sf**)
- Pruebas olfatómicas con aceites esenciales (**POAE**)
- Bioensayo de invernadero o campo con un cultivo de fresa (*Fragaria vesca*), con diversos tratamientos que al menos deben incluir: un control positivo (piretroide sintético), un control absoluto (sin ninguna aplicación), un insecticida botánico reconocido (extracto de neem) y muestras a ensayar provenientes de aceites esenciales de al menos dos o tres plantas recolectados en el humedal Tibanica y de extractos crudos provenientes de la extracción por percolación.

Para las salidas de campo se gestionó el permiso con la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, sección Gestión Ambiental, quienes brindan a los expedicionarios seguridad y apoyo técnico. En la identificación de la flora local se usará una prensa de madera en donde se mantendrán en buen estado las muestras para su posterior clasificación taxonómica. En la recolección de los artrópodos se utilizarán jamas, en la cual se separan los insectos; estos se almacenarán en frascos plásticos blancos con tapas modificadas en las cuales se ha colocado una red entomológica para permitir la entrada de aire. En caso de larvas como la *spodoptera frugiperda* (*Sf*) o similar se utilizarán cajas plásticas de 10 x 15 x 5 cm con tapa modificadas y con una servilleta blanca húmeda para evitar su deshidratación. En general en cada experimento se investigará las mejores condiciones para su manejo y conservación.

El Humedal Tibanica entonces funcionará como un aula abierta en donde los estudiantes de la EME podrán estar en contacto con su contexto, allí realizarán investigación sobre la flora y la fauna (haciendo énfasis en el grupo taxonómico de los artrópodos) nativa del lugar y la relación artrópodo-planta. Además de las salidas de campo al Humedal se realizarán visitas a instituciones como Corpoica y viveros aledaños a la institución. Todo el trabajo experimental será apoyado con charlas especializadas en Química Ecológica con la colaboración de la docente Bárbara Moreno del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional, sede Bogotá. A continuación se describe el proceso para llevar a cabo cada bioensayo.

### 2.4.1. Bioensayo General de Letalidad con Larvas de *Artemia Salina*. (BGL-As)

Uno de los biomodelos más utilizados en las etapas preliminares de la investigación fitoquímica, es el bioensayo general de letalidad frente a los nauplios del crustáceo *Artemia salina* (Leach). Este procedimiento fue desarrollado y publicado en 1982 por Meyer y Col. El método consiste en exponer un número de larvas (nauplios) del crustáceo *A. salina* a soluciones acuosas en agua de mar, de extractos, fracciones o compuestos puros, para determinar valores de concentración efectiva sobre el 50% de una población ( $CE_{50}$ ), expresada en  $\mu\text{g/mL}$  o ppm. (Martínez, 1999). Los valores obtenidos de  $CE_{50}$ , no advierten una actividad fisiológica o biológica en particular, son indicadores de toxicidad a nivel celular que pueden orientar investigaciones más específicas. Los nauplios de *Artemia salina* filtran en sus agallas los componentes de las mezclas a prueba durante 24 horas, tiempo suficiente para determinar una acción citotóxica promisorio preliminar (Alkofahi, 1989).

Para el bioensayo se requiere un recipiente que haga las veces de cámara de incubación para el desarrollo (eclosión) de los huevos de *Artemia salina*. Ésta debe de constar de una zona oscura y una zona iluminada permanentemente. Como fuente de luz se colocan dos lámparas con bombillas de 110 vatios a 40cm de distancia de las cámaras. Encendidas desde el momento de cultivo hasta la culminación del bioensayo, permitiendo así mantener una temperatura de 20°C. A las 24 horas se observa la eclosión de los nauplios, los cuales se dejan madurar durante 24 horas, tiempo establecido para la utilización en el bioensayo. Luego se preparan las muestras junto con los controles. Debe utilizarse por lo menos tres concentraciones en tres replicaciones. Las muestras se preparan en frascos de 10 mL con boca ancha, colocando en cada uno de ellos por triplicado los  $\mu\text{L}$  suficientes para que al llevar al volumen final de 5mL con agua de mar las concentraciones finales sean de 1000, 100 y 10 ppm. Después de 24 horas se cuentan los nauplios vivos y muertos y se calcula la concentración  $EC_{50}$  por el método Probit. Este método muestra la existencia de una correlación entre la dosis aplicada y la respuesta observada.

### 2.4.2. Bioensayo de actividad antialimentaria

Existen diferentes modos de determinar la actividad antialimentaria; para este caso se seleccionaron dos modalidades conocidos como bioensayo de elección y bioensayo de no elección, los cuales se describirán a continuación. Se recurrirá a una crianza establecida de *Spodoptera frugiperda* (*lepidoptera Noctuidae*), cuyas larvas son herbívoros muy voraces de habito nocturno conocidos como trozadores o cogolleros de los cereales. Para estas larvas la mejor dieta natural son las hojas frescas de la higuera (*Ricinus comunis*, *Euforbiacea*). Para los experimentos se utilizaran cajas de Petri de vidrio de 11 cm de  $\phi$ .

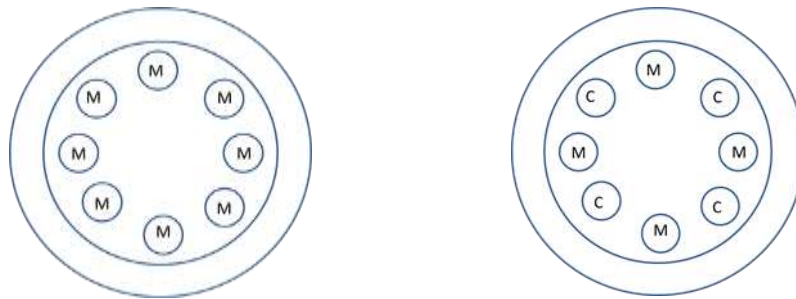
**Bioensayo de No Elección:**

En una caja de Petri, se dispone un papel de filtro humedecido. Aparte se recortan círculos de lámina foliar de higuera fresca, con un sacabocado de un cm de  $\phi$ , estas se sumergen en soluciones de los aceites esenciales o extractos previamente preparados en diferentes concentraciones; para cada experimento se requiere al menos 8 recortes de hojas los cuales deben permanecer sumergidos en las muestras un tiempo definido (de 3 a 10 minutos), luego con la ayuda de una pinza se colocan sobre el papel del filtro en forma circular, de manera inmediata se coloca un numero definido de larvas de segundo o tercer estadio (de 4 a 10 de acuerdo a la disponibilidad); el sistema se deja en incubación a 20<sup>0</sup>C y humedad relativa controlada durante 24 horas, tiempo en el cual se hacen observaciones cada dos horas del comportamiento de las larvas; los parámetros son observar si la larva come o no la hoja o si prueba y se retira; además se debe comparar el aspecto y cantidad de las fecas con respecto a los experimento control. El uso de al menos tres concentraciones diferentes de la misma muestra permite determinar la existencia de correlación dosis respuesta.

**Bioensayo de Elección:**

Al igual que en el anterior se toma una caja de Petri, se coloca un papel filtro humedecido, se colocan con pinzas los círculos de muestra foliar de higuera (4) previamente sumergidos en soluciones de aceites esenciales o extractos previamente preparados de diferentes concentraciones y muestras foliares de higuera (4) sin haber sido sumergidas en ninguna solución, es decir, muestras control. Las 8 muestras de higuera se deben poner de manera alterna. Al igual que en el ensayo anterior se deben colocar larvas (*S. frugiperda*). De igual forma se observa su comportamiento durante 24 horas, en este caso se debe diferenciar la cantidad de muestra consumida en los controles y muestras.

Figura 2-1. Bioensayo de No Elección y Bioensayo de Elección



M: Muestra      C: Control

### 2.4.3. Bioensayo de pruebas olfatométricas

Para este experimento se necesitan al menos 5 cámaras de olfatométricas de acrílico instaladas en serie y protegidas con el tubo de cartulina (fig. 1-9) para evitar los efectos de la luz. Inicialmente se colocan los insectos adultos tales como áfidos, pulgas, hormigas, brocas entre otros. La cámara se distribuyen en cinco zonas en la cual se distribuyen 10 insectos de manera aleatoria y se expresa en porcentaje (20% en cada área), luego se colocan 5- 10 micro- litros de muestra en cada tubo de ensayo (cinco repeticiones), seguido se colocan en la cámara un tubo como control absoluto, un tubo con un patrón de referencia, un tubo con la muestra y un tubo con el disolvente apropiado, se abre la llave para hacer vacío en el sistema lo cual permite que los volátiles sean llevados hacia la cámara. Posteriormente cada 10 minutos durante 100 minutos se registra la posición de cada insecto, al final se hace el sumatorio y se realiza el porcentaje total, evaluando el comportamiento de los insectos.

### 2.4.4. Bioensayo de Actividad Aracnicida en Cultivos de Fresa (*Fragaria vesca*)

En un cultivo de fresa realizado por los estudiantes se aplicaran distintos tratamientos de manera comparativa para evaluar los resultados. En este caso al menos se deben incluir los siguientes tratamientos: un control positivo, un control absoluto, un producto de origen natural y al menos tres muestras (pueden ser tres plantas o tres partes de una misma planta)

Para el diseño experimental y con la colaboración del docente preparar un terreno de 10m de largo y 3m de ancho, el cual se va a destinar a la siembra de fresa. El terreno se debe dividir a lo ancho en 6 secciones, en cada una de ellas se debe realizar una era de 70 a 80 cm de ancho y a 20 cm de altura. En cada era se siembran dos hileras de plantas de tres semanas de edad procedentes de un almácigo previamente establecido; las plantas deben estar separadas por un espacio de 25 cm entre sí a lo ancho y 30 cm a lo largo. La separación entre las eras debe ser por lo menos de 40 cm. Cada plántula debe sembrarse a una profundidad tal que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo, de manera que no queden raíces expuestas ni la corona enterrada. Las eras deben quedar divididas con polisombra de 1m de altura. Esto con el objetivo de separar los diferentes tratamientos del diseño experimental y lograr independencia en cada uno de ellos; en el diseño experimental se debe plasmar el orden de aplicación de los seis tratamientos incluidos en el presente experimento. Al menos se debe incluir un control absoluto (no se aplica nada), un control positivo (en el cual se aplica un producto sintético comercial); el tercer tratamiento corresponde al extracto de Neem comercial al 5% o polvos de semillas molido y seco. A continuación se adicionan los tratamientos correspondientes a los extractos a



---

evaluar o las soluciones de los aceites esenciales previamente extraídos por hidrodestilación, por los mismos estudiantes, utilizando de tres a cinco concentraciones diferentes (se sugiere utilizar potencias de diez a saber, 1000, 100, 10 ppm). Para este experimento se sugiere evaluar los aceites esenciales de la limonaria, agérato, tomillo, semillas de guanábana.

## Resultados y discusión

### *Introducción*

En este capítulo se presentan los resultados de este proyecto, expresados a través del Diseño Curricular para la EME y su discusión así como la correspondiente Unidad Didáctica de la cual se solo se incluye una muestra ilustrativa.

### *3.1. Diseño Curricular*

El currículo en si tiene dos dimensiones: una estática y una dinámica. La dimensión estática tiene dos niveles y la dinámica posee solo un nivel curricular. El nivel de la dimensión dinámica es el microcurrículo. Los niveles de la dimensión estática son el macro currículo y el meso currículo. El macro currículo es el nivel más alto, el meso currículo es el nivel medio, mientras que el microcurrículo es el nivel más bajo. Los términos macro currículo, meso currículo y micro currículo, son términos de la didáctica como ciencia de la educación y del currículo. Todos los niveles tienen en cierta medida las dos dimensiones porque están interrelacionados, es decir, son un sistema. No se pueden separar en la realidad (Magendzo, 2003).

Cada nivel cuenta con ciertos materiales de evidencia. El macro currículo contiene documentos tales como el plan de estudios (donde se relacionan todas las áreas), PEI, modelo pedagógico, el plan de mejoramiento, el sistema institucional de evaluación, el manual de convivencia o reglamento estudiantil. El micro currículo contiene los planes de clase o aula y los proyectos de aula. El meso currículo tiene los programas de área y asignatura.

Durante el proceso de elaboración del currículo de la EME, se debe elaborar el programa de cada asignatura en cada campo de pensamiento; para nuestro caso es el campo de pensamiento lógico- investigativo, el cual está conformado por las asignaturas de química ecológica y matemáticas. Este programa a su vez contiene el programa temático, organizado en agendas, las competencias a desarrollar, desempeños, estrategias metodológicas, núcleo problémico o preguntas problémicas y estrategias evaluativas.

---

La evaluación identifica el proceso en el cual se comparan los resultados valorados con respecto al núcleo problémico. La evaluación debe comprender el grado de respuesta que el resultado da en correspondencia al problema, al objeto, al contenido y al método; de esta manera se evalúa el proceso en todas sus dimensiones. Hay que tener en cuenta que la evaluación debe estar presente a lo largo de todo el proceso, al igual que la retroalimentación, la cual nos permite reorientar y reajustar el proceso evaluativo.

La evaluación es un proceso participativo y generador de capacidades dentro de nuestra metodología de trabajo denominada MICEA (Metodología Interdisciplinaria Centrada en Equipos de Aprendizaje), siempre debe ser dinámica, es decir que cada sesión programada debe tener unos momentos que ayudan a desarrollar los procesos de pensamiento lógico, práctico y creativo, lo cual permite interactuar a todos los estudiantes en un proceso de inclusión dentro del aula. Si la evaluación es participativa y dinámica, hace que se produzca en la medida que el estudiante desarrolla su aprendizaje, producto de un proceso de actividades en equipo. De esta manera, estamos dando cumplimiento al modelo pedagógico constructivismo social, planteado por la institución.

En las sesiones programadas habrá un momento para la evaluación lo cual permite al estudiante desarrollar procesos de metacognición, proceso que propicia que ellos hagan su propia evaluación en relación con: el proceso de la actividad de aprendizaje significativo, el cumplimiento de los compromisos para esta sesión, el grado de participación, el desarrollo de los desempeños, los conceptos y actitudes aprendidas, así como el identificar las principales dificultades, sugiriendo estrategias de mejoramiento para las siguientes sesiones.

Para este momento se programan estrategias de auto evaluación, coevaluación (evaluación entre equipos) y heteroevaluación. El docente debe dar apoyo oportuno a los estudiantes, reforzar la autoestima y dar la oportunidad para reflexionar sobre las alternativas para superación de problemas y toma de decisiones apropiadas, por lo tanto la evaluación se torna formativa.

A continuación se muestra los microcurrículos respectivos para cada semestre:

## SECRETARIA DE EDUCACION DE BOGOTA D.C.

## COLEGIO CARLOS ALBAN HOLGUIN I.E.D.

## PROGRAMACIÓN CURRICULAR



<b>CAMPO DE PENSAMIENTO:</b> Lógico Investigativo	<b>ASIGNATURA:</b> Ecología Química	<b>SEMESTRE I: CONTEXTUALIZACIÓN</b> El Universo es Pura M... y Energía
Núcleo problémico: ¿Cómo me relaciono con el Humedal Tibanica? ¿Qué importancia tiene el Humedal Tibanica en la vida de la comunidad educativa? ¿Entender la composición y las propiedades de la materia ayuda a mejorar la relación con los recursos naturales y los demás seres vivos? ¿Acercar al estudiante a la ciencia a través de prácticas de laboratorio y salidas de campo potencia el desarrollo del pensamiento lógico?		

CONTENIDOS GENERALES	DESEMPEÑOS	COMPETENCIAS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS
1. FUNDAMENTOS DE ECOLOGÍA  *Este desempeño es válido para cada una de las diferentes sesiones durante el semestre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar conceptos fundamentales de la ecología mediante lecturas pertinentes como: Primavera Silenciosa de Rachel Carson y su análisis.</li> <li>Reconocer aspectos relevantes medioambientales de su entorno (Humedal Tibanica) y cómo influye en la vida cotidiana.</li> <li>Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de dar y recibir críticas constructivas, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo, planteando posibles soluciones a la problemática detectada. *</li> </ul>	<p><b>COMPETENCIAS LÓGICAS</b></p> <p>Reconocer y analizar aspectos históricos- epistemológicos relacionados con la naturaleza de relación planta- insecto, proponiendo soluciones a situaciones reales teniendo en cuenta que la ciencia no es estática y verificando que está hecha a base de ensayo- error</p>	<p><b>COMUNICATIVA</b></p> <p>Explicación de los temas por parte del docente. Solución de ejercicios y talleres Comprensión de textos científicos Participación en foros acerca de temas medioambientales Elaboración de informes de laboratorio y salidas de campo Elaboración de informe final I semestre</p>
2. ARTRÓPODOS: GENERALIDADES Y CLASIFICACIÓN.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las características generales de los artrópodos y su clasificación.</li> <li>Realizar un muestreo de artrópodos en el Humedal Tibanica y observar sus rasgos característicos en el laboratorio.</li> </ul>	<p><b>COMPETENCIA PRACTICA</b></p> <p>Proporcionar al estudiante herramientas que le permita desarrollar comportamientos coherentes con su proyecto de vida, es decir, asumir una actitud positiva hacia el aprendizaje de los contenidos conceptuales planteados en el núcleo problémico, permitiendo así lograr una mejor formación general e integral del futuro profesional albanista.</p>	<p><b>ORGANIZACIONAL</b></p> <p>Organización del trabajo en equipo para lograr la aplicación de saberes como práctica de aprendizajes adquiridos, a través de orientaciones del docente y</p>
3. VEGETALES: GENERALIDADES Y SU CLASIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las características generales de los vegetales y su clasificación.</li> <li>Realizar un muestreo de vegetales en el Humedal Tiránica y observar algunos rasgos característicos en el laboratorio.</li> </ul>		
4. MATERIA Y ENERGÍA: CLASIFICACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar las propiedades de la materia, su clasificación y comparar los cambios que en ella se presenta.</li> <li>Comprobar de manera sencilla mediante prácticas de</li> </ul>		

<p>GENERAL DE LA MATERIA-SUSTANCIAS PURAS Y MEZCLAS</p>	<p>laboratorio algunas propiedades de la materia, cambios que se presentan en ella y métodos de separación de mezclas.</p>	<p><b>COMPETENCIA CREATIVA</b> La ejecución de las actividades propuestas, promoverá el desarrollo de capacidades transversales para su propio currículo, despertando la sensibilidad hacia temas medioambientales y formación en valores entre otros.</p>	<p>tutorías de unos estudiantes a otros. <b>MOTIVACIONAL</b> Prácticas de laboratorio. Salidas de campo. Conferencias a cargo de especialistas</p>
<p>5. FUNDAMENTOS: MEDICIONES- ESCRITURA DE FACTORES DE CONVERSIÓN.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar las diferentes unidades de medida del sistema métrico o SI, con sus prefijos y equivalencias, utilizando factores de conversión para cambiar de una unidad a otra.</li> <li>• Realizar prácticas de campo en el humedal, donde se lleve a cabo cálculos de conversión de unidades.</li> </ul>		
<p>6. ÁTOMOS Y ELEMENTOS. TABLA PERIÓDICA: GENERALIDADES, TOXICIDAD DE METALES.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar las propiedades de los elementos con su ubicación en la tabla periódica.</li> <li>• Consultar la toxicidad de algunos metales o compuestos químicos sobre el medio ambiente e identificación de algunos de ellos en su entorno (trabajo con el Buchón de Agua).</li> </ul>		
<p>7. ENLACES: IONES, COMPUESTOS IÓNICOS, IONES POLIATÓMICOS.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formular de manera correcta compuestos iónicos y covalentes inorgánicos, teniendo como base el balance de cargas.</li> <li>• Consultar e identificar algunos iones mono y poliatómicos importantes presentes en vegetales y en algunos otros organismos.</li> </ul>		



**SECRETARIA DE EDUCACION DE BOGOTA D.C.  
COLEGIO CARLOS ALBAN HOLGUIN I.E.D.  
PROGRAMACIÓN CURRICULAR**



<b>CAMPO DE PENSAMIENTO: Lógico Investigativo</b>	<b>ASIGNATURA: Ecología Química</b>	<b>SEMESTRE II: FUNDAMENTACIÓN</b> <b>Cuando hay estrés-quiometría, en Química siempre hay una “solución”</b>
Núcleo problemático: ¿Cómo relaciono los cálculos químicos con la ecología química? ¿Entender y comprender los compuestos orgánicos me permite explicar el funcionamiento de los seres vivos? ¿Desarrollar salidas de campo al humedal permite reconocer y explicar mi entorno?		

CONTENIDOS GENERALES	DESEMPEÑOS	COMPETENCIAS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS
CANTIDADES QUÍMICAS: CÁLCULOS CON EL USO DE MASA MOLAR- COMPOSICIÓN PORCENTUAL- FORMULAS EMPIRICAS. *Este desempeño es válido para cada una de las diferentes sesiones durante el semestre.	Comprender conceptos básicos de masa molar, composición porcentual y tipos de fórmulas, para la solución de problemas cotidianos. Aplicar los conceptos de masa molar, composición porcentual y determinación de fórmulas empíricas a la química de fertilizantes, pesticidas y feromonas. Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de asumir responsabilidades en la elaboración de informes, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo y el del grupo, planteando posibles soluciones a situaciones problemas. *	<b>COMPETENCIAS LÓGICAS</b>  Formación de estudiantes capaces de reconocer y diferenciar explicaciones científicas y empíricas acerca del funcionamiento del mundo y de los acontecimientos que en él suceden.  <b>COMPETENCIA PRACTICA</b> Formación de estudiantes que tengan la capacidad de resolver problemas interdisciplinarios, teniendo como eje articulador los diversos campos de la química, aplicando habilidades y destrezas y conocimientos científicos a investigaciones reales.	<b>COMUNICATIVA</b> Explicación de los temas por parte del docente Solución de ejercicios y talleres Comprensión de textos científicos Participación en foros acerca de temas medioambientales Elaboración de informes de laboratorio y salidas de campo Elaboración de avances informe final II semestre  <b>ORGANIZACIONAL</b> Organización del trabajo en equipo para lograr la aplicación de saberes como práctica de aprendizajes adquiridos, a través de orientaciones del docente y tutorías de unos estudiantes a otros.  <b>MOTIVACIONAL</b> Prácticas de laboratorio Salidas de campo Conferencias a cargo de especialistas.
CANTIDADES QUÍMICAS EN REACCIONES	Interpretar la información que puede proporcionar una ecuación química. Aplicar los conceptos estequiométricos, en reacciones modelos de neutralización de ácidos mono y polipróticos en el laboratorio.	<b>COMPETENCIA CREATIVA</b> Desarrollar en los estudiantes la capacidad para establecer relaciones entre nociones y conceptos propios de la ciencia y de otras áreas del conocimiento, poniendo en ejercicio su creatividad, esto es, su capacidad para hacer innovaciones y porque no producir nuevas explicaciones.	
SOLUCIONES: SOLUBILIDAD- CONCENTRACIONES Y SOLUCIONES EN REACCIONES QUÍMICAS	Comprender las unidades físicas y químicas de concentración para la solución de problemas. Preparar soluciones de diferentes concentraciones.		
QUIMICA ORGÁNICA: FUNDAMENTOS COMPUESTOS ORGANICOS- GRUPOS FUNCIONALES	Identificar los grupos funcionales de los compuestos orgánicos y escribir correctamente compuestos orgánicos. Reconocer los grupos funcionales orgánicos en pesticidas, feromonas, sustancias aleloquímicas		



**SECRETARIA DE EDUCACION DE BOGOTA D.C.**  
**COLEGIO CARLOS ALBAN HOLGUIN I.E.D.**  
 PROGRAMACIÓN CURRICULAR



<b>CAMPO DE PENSAMIENTO:</b> <b>Lógico Investigativo</b>	<b>ASIGNATURA:</b> <b>Ecología Química</b>	<b>SEMESTRE III: PROFUNDIZACIÓN</b> <b>Las sustancias semioquímicas erizan mi cutícula y mis antenas</b>
Núcleo problemático: ¿Relacionar los fundamentos de la química orgánica con el humedal permite entender su dinámica como ecosistema? ¿Cómo determino la presencia de los metabolitos en vegetales propios del Humedal? ¿Cómo se comunican los artrópodos y las plantas en el Humedal Tibanica? ¿Qué aportes puede hacer el estudio de la química ecológica en el cuidado del Humedal Tibanica?		

CONTENIDOS GENERALES	DESEMPEÑOS	COMPETENCIAS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS
REACCIONES DE COMPUESTOS ORGÁNICOS.  *Este desempeño es válido para cada una de las diferentes sesiones durante el semestre.	Reconocer las principales propiedades físicas y químicas de las diferentes funciones orgánicas. Identificar, escribir y explicar las principales reacciones químicas que se pueden llevar en química ecológica.  Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de dar y recibir críticas constructivas, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo, planteando posibles soluciones a la problemática detectada. *	<b>COMPETENCIAS LÓGICAS</b> Fomentar una postura crítica en cuanto al reconocimiento de sus propias limitaciones, a partir de un juicio crítico y razonado, que favorezca la identificación de problemas y la correspondiente búsqueda de alternativas de solución en cuanto al núcleo problemático.  <b>COMPETENCIA PRACTICA</b> Lograr la familiarización con el trabajo científico, para el tratamiento de situaciones de interés con carácter creativo, realizando una planeación desde la discusión acerca del interés de las situaciones propuestas y el análisis cualitativo, además del carácter significativo del núcleo problemático, que ayude a comprender y a delimitar las situaciones planteadas, pasando por el planteamiento de conjeturas e inferencias fundamentadas y la elaboración de estrategias para obtener conclusiones, incluyendo, en su caso, diseños experimentales, hasta el análisis de los resultados y su socialización.	<b>COMUNICATIVA</b> Explicación de los temas por parte del docente Solución de ejercicios y talleres Comprensión de textos científicos Participación en foros acerca de temas medioambientales Elaboración de informes de laboratorio y salidas de campo Elaboración de avances informe final III semestre  <b>ORGANIZACIONAL</b> Organización del trabajo en equipo para lograr la aplicación de saberes como práctica de aprendizajes adquiridos, a través de orientaciones del docente y tutorías de unos estudiantes a otros.  <b>MOTIVACIONAL</b> Prácticas de laboratorio Salidas de campo Conferencias a cargo de especialistas.
ISOMERÍA	Comprender el concepto de isomería en química orgánica.  Consultar las fórmulas químicas de diferentes isómeros presentes en sustancias semioquímicas.		
TERPENOIDES	Comprender la estructura de los principales funciones orgánicas y de diferentes compuestos terpenoides y heterocíclicos presentes en feromonas, aceites esenciales, sustancias aleloquímicas.		
FUNDAMENTOS DE BIOQUIMICA	Reconocer los metabolitos primarios y secundarios que conforman la célula y las principales reacciones que se dan en ellas.  Reconocer en el laboratorio moléculas orgánicas complejas (metabolitos primarios) como carbohidratos, proteínas y lípidos.		
FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ECOLÓGICA (RELACIÓN ARTRÓPODO-PLANTA) POLINIZACIÓN. HERBIVORÍA	Identificar las relaciones que se dan entre los seres vivos que conforman un ecosistema.  Reconocimiento en terreno (Humedal Tibanica) de relaciones artrópodo-planta	<b>COMPETENCIA CREATIVA</b> Promover la formación de jóvenes líderes, con conciencia ambiental, que les permitan convivir con el entorno, preservarlo y transformarlo en función de las necesidades de sus pares.	



**SECRETARIA DE EDUCACION DE BOGOTA D.C.  
COLEGIO CARLOS ALBAN HOLGUIN I.E.D.  
PROGRAMACIÓN CURRICULAR**



<b>CAMPO DE PENSAMIENTO: Lógico Investigativo</b>	<b>ASIGNATURA: Ecología Química</b>	<b>SEMESTRE IV: PROYECCIÓN Los Aceites son esenciales</b>
<p>Núcleo problemático: ¿La química ecológica potencia el desarrollo del pensamiento lógico-matemático? ¿Comprender la incidencia de los plaguicidas y demás sustancias químicas usadas en la agricultura permite desarrollar conciencia sobre el cuidado del ambiente? ¿Entender el concepto de sustancias semioquímicas ayuda a valorar las relaciones que se dan entre los seres vivos y su importancia en la naturaleza? ¿La química ecológica es un tema interdisciplinar que me permite el desarrollo de proyectos de investigación en el aula?</p>		

CONTENIDOS GENERALES	DESEMPEÑOS	COMPETENCIAS	ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS
1. DAÑOS ECOLÓGICOS DE LOS PLAGUICIDAS  *Este desempeño es válido para cada una de las diferentes sesiones durante el semestre.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilizar a los estudiantes sobre el cuidado del medio ambiente y el efecto que produce biocidas, como pesticidas, herbicidas, fungicidas, etc.</li> <li>Leer el Libro Primavera Silenciosa e identificar los principales biocidas producidos por el hombre y sus efectos en la naturaleza</li> <li>Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de dar y recibir críticas constructivas, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo, planteando posibles soluciones a la problemática detectada. *</li> </ul>	<p><b>COMPETENCIAS LÓGICAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de estudiantes capaces de reconocer y diferenciar explicaciones científicas y empíricas acerca del funcionamiento del mundo y de los acontecimientos que en él suceden.</li> </ul> <p><b>COMPETENCIA PRACTICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Formación de estudiantes que tengan la capacidad de resolver problemas interdisciplinarios, teniendo como eje articulador los diversos campos de la química, aplicando habilidades y destrezas y conocimientos científicos a investigaciones reales.</li> </ul> <p><b>COMPETENCIA CREATIVA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desarrollar en los estudiantes la capacidad para establecer relaciones entre nociones y conceptos propios de la ciencia y de otras áreas del</li> </ul>	<p><b>COMUNICATIVA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explicación de los temas por parte del docente</li> <li>Solución de ejercicios y talleres</li> <li>Comprensión de textos científicos</li> <li>Participación en foros acerca de temas medioambientales</li> <li>Elaboración de informes de laboratorio y salidas de campo</li> <li>Presentación y socialización del proyecto final IV semestre</li> </ul> <p><b>ORGANIZACIONAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organización del trabajo en equipo para lograr la aplicación de saberes como práctica de aprendizajes adquiridos, a través de orientaciones del docente y tutorías de unos estudiantes a otros.</li> </ul> <p><b>MOTIVACIONAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prácticas de laboratorio</li> </ul>
2. SEMIOQUÍMICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender el concepto de semioquímica, y su aplicación en la química ecológica.</li> </ul>		
3. ALELOPATIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender el concepto de alelopatía y su aplicación en la química ecológica.</li> <li>Indagar sobre plantas que se utilizan como control biológico en cultivos y aplicarlo en la huerta escolar.</li> </ul>		
4. FEROMONAS DE INSECTOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender el concepto de feromona, su función y su aplicación en la química ecológica.</li> </ul>		



<p>5. INVESTIGACIÓN DE NUEVOS MÉTODOS DE LUCHA CONTRA PLAGAS- ACEITES ESENCIALES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar destrezas para la elaborar un proyecto de investigación.</li> <li>• Desarrollar destrezas para la obtención de aceites esenciales y determinar su funcionalidad.</li> </ul>	<p>conocimiento, poniendo en ejercicio su creatividad, esto es, su capacidad para hacer innovaciones y porque no producir nuevas explicaciones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Salidas de campo</li> <li>• Conferencias a cargo de especialistas.</li> </ul>
--	--	---	--



### ***3.2. Unidades Didácticas***

Se elaboraron 4 módulos de trabajo, cada uno contiene la referencia conceptual y las actividades a desarrollar, todas ellas contextualizadas en el Humedal Tibanica. Sin embargo, por causa del tamaño de cada módulo, sólo fue posible dejar como anexo una parte, correspondientes a algunas unidades didácticas, en donde se muestra la metodología en el aula. Los 4 módulos completos fueron revisados por la docente Bárbara Moreno de la Facultad de Ciencias del Departamento de Química de la Universidad Nacional.

La muestra de las unidades didácticas se adiciona al proyecto como Anexo 2.

### ***3.3. Reconocimiento de la composición biológica en el Humedal Tibanica***

Para el alcance de este objetivo, se llevaron a cabo cuatro visitas al Humedal Tibanica, en compañía de docentes de la EME, la docente Bárbara Moreno y representantes de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. Durante estas salidas se observó la flora típica del lugar y las especies de artrópodos más significativas. Se colectaron muestras de 10 especies mayoritarias de vegetales a través de prensado, las cuales fueron enviadas al Herbario Nacional Colombiano del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia para clasificación taxonómica. En cuanto a las especies de artrópodos, se hizo reconocimiento de algunos insectos de acuerdo a la información de la literatura disponible en el Capítulo I, Localización del Proyecto.



## 3. Conclusiones y recomendaciones

### 4.1 Conclusiones

- Se realizó la selección de la Ecología Química como parte del énfasis de la Educación Media Especializada (EME), por ser una rama de la química moderna, la cual permite trabajar de manera interdisciplinaria y desarrollar en los estudiantes procesos lógicos, cuya evaluación preliminar indica carencias notables, según el diagnóstico realizado en la institución.
- Por otra parte conocer los conceptos elementales de la ecología Química genera en los estudiantes conciencia por el cuidado, manejo y conservación del medio ambiente y de manera específica crea conciencia por conocer y cuidar su contexto ambiental inmediato, como es el Humedal Tibanica, el cual permite a los estudiantes entender la dinámica del medio ambiente y proponer estrategias para su manejo y conservación.
- Los bioensayos propuestos como actividad experimental en las unidades didácticas permiten medir, evaluar y determinar el grado de interacción entre planta y artrópodo, además de despertar el asombro y la curiosidad de los estudiantes y acercarlos a su entorno más cercano, el humedal Tibanica y su problemática ambiental.
- Se elaboró el microcurrículo de Química Ecológica, a través de unidades que contienen al menos las siguientes partes: el campo de pensamiento, el núcleo problémico, las unidades temáticas, el desarrollo de competencias, las estrategias metodológicas y didácticas y los desempeños a los cuales deben llegar los estudiantes de la EME.
- Las unidades didácticas elaboradas, permiten la planeación de las sesiones en cada uno de los semestres (contextualización, fundamentación, profundización y proyección), el suministro de material didáctico a los estudiantes y la potenciación del trabajo de aula con actividades lúdicas, contextualizadas y acordes a las temáticas propuestas.
- Esta propuesta curricular en Educación Media Especializada (EME) incluye la revisión a fondo del macro, meso y micro currículos, con consideración de los aspectos pedagógico, administrativo y axiológico, entre otros, en pro de la formación de

estudiantes integrales, que se puedan incorporar a la sociedad de manera positiva y desarrollar diversos aspectos del pensamiento lógico, práctico y creativo.

- La metodología MICEA queda evidenciada en cada unidad didáctica, ya que permite desarrollar en el estudiante trabajo autónomo, en equipo, prácticas de laboratorio y de campo, potencializa la habilidad comunicativa por medio de la socialización de muchas de las actividades planteadas, se evidencia el trabajo interdisciplinar con áreas como tecnología, humanidades, matemáticas, ética entre otras, siendo el docente un asesor constante de todo el proceso de enseñanza aprendizaje.

## 4.2 Recomendaciones

Para la aplicación y desarrollo de esta propuesta es necesario considerar las siguientes sugerencias o recomendaciones:

- La implementación del proyecto de la EME en química ecológica, debe ser objeto de seguimiento y de ajuste continuo durante el primer año de ejecución, se recomienda realizar planes de mejoramiento que conlleven a un proceso de calidad en la institución educativa.
- Para poner en marcha un proceso de educación media especializada en una institución educativa, es prioritario realizar una sensibilización sobre los beneficios que puede ofrecer este tipo de proyecto, de manera que toda la comunidad educativa: docentes, estudiantes y padres de familia, lo asuman con entusiasmo y se apropien de él.
- Para poner en práctica la EME, se recomienda adecuar y optimizar la infraestructura de la institución, se debe disponer de espacios, tiempos, docentes, recursos y demás insumos para atender a los estudiantes del Ciclo V en ambas jornadas.
- A partir de la implementación de la EME, se debe volver a aplicar el Revelador de Cociente Mental Triádico a la primera promoción de estudiantes producto de este proceso, para evaluar el impacto del proyecto en el desarrollo del pensamiento lógico.

## Referencias

- Flora del Humedal Tibanica*. (2006). Recuperado el 12 de Octubre de 2012, de <http://www.redbogota.com/endatos/0100/0110/0112-hidro/0112149-1.htm>.
- Alkofahi, A., Rupprecht, J., Anderson, J., McLaughlin, J., Mikolajczak, K., & Scott, B. (1989). Search For New Pesticides From Higher Plants. En J. Arnason , B. Philogene, & P. Moran , *Insecticides Of Plant Origin* (págs. Chapter 3 pp 25-43). Washington D.C.: ACS SYMPOSIUM SERIES 387.
- Bauer, K., & Garbe, D. (1981). *Common Fragrance and Flavor Materials. Essential oils*. Weinmhein (Federal Republic of Germany): Verlagchemie GmbH .
- Birch, M., & Haynes, K. (1990). *Feromonas de Insectos*. Barcelona, España: Oikos-tau, s. a.
- Camarena, G. (2009). Señales en la Interacción Planta Insecto. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 81-85.
- Carson, R. (2001). *Primavera Silenciosa*. Barcelona: Editorial Crítica.
- Col, C. (1997). *El marco curricular de una escuela renovada*. España: Editorial Popular.
- Colegate, S., & Molyneux, R. (1993). *Bioactive Natural products*. Boca Raton: CRC Press.
- De Gregory, W. (2002). *Construcción Familiar- Escolar de los Tres Cerebros*. Bogotá, D.C.: Editorial Kimpres Ltda.
- Escoubas, P., Lajide, L., & Mitzutani, J. (1993). An improved leaf-disk antifeedant arbioassay and its application for the screening of Hokkaido plants. *Entomol. exp. appl.* , 99-101.
- Gallego, R., Pérez, R., & Torres, L. (2007). *Didáctica de las ciencias*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gimeno, J. (1988). *El currículum*. Madrid: Ediciones Morata.
- Horgan, R. (1978). *The Biochemical Functions of Terpenoids in Plants*. London: The Royal Society of London, University Press.

- Howse, P., Stevens, I., & Jones, O. (2004). *Feromonas de insectos y su uso en el control de plagas*. Barcelona, España: Editorial Davinci.
- Humboldt, I. d. (1998). *El Nim y sus bioinsecticidas, una alternativa agroecológica*. La Habana, Cuba: Ministerio de Agricultura.
- Jolivet, P. (1998). *Interrelationship Between Insects and Plants*. New York: CRC Press.
- Magendzo, A. (2003). *Transversalidad y currículo*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Martínez, A. (Febrero de 2003). *Aceites Esenciales*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Morales, J. (23 de Noviembre de 2011). Recuperado el 2 de Noviembre de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/73547126/HORMONAS-VEGETALES>
- Moreno, B., & Fajardo, V. (2005). Los insecticidas Botánicos: Una alternativa en el control de plagas. *Química e Industria*, 14-21.
- Moreno, B., Fajardo, V., Latorre, V., Salmerón, M. L., Tapia, P., Cárdenas, A., y otros. (1995). Investigación Química en plantas de la Patagonia Chilena. *Austrouniversitaria*, 14-16.
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2009). Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 372-378.
- Ortíz, A. (2009). *Currículo y Evaluación*. Santa Marta: Editorial Unimagdalena.
- Ortuño Sánchez, M. F. (2006). *Manual práctico de Aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Aiyana Ediciones.
- Pavia, D., Lampman, G., & Kriz, G. (1982). *Introduction Organic Laboratory Techniques*. Washington: Saunders College Publishing.
- Pinder, A. (1960). *The Chemistry of the Terpenes*. Belfast: Universities Press.
- Potting, R., Vet, L., & Dicke, M. (1995). Host Microhabitat Location By stem-Borer Parasitoid *Cotesia Flavipes*: The Role of Herbivore Volatiles And Locally And Sistemically Induced Plant Volatiles. *Journal Of Chemical ecology*, 21 (5) 525-538.
- Primo Yufera , E. (1991). *Ecología Química*. Madrid: Ediciones Mundiprensa.
- Primo Yufera, E. (1995). *Química Orgánica Básica y Aplicada*. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.



- Regnault- Roger, C., Hamraoui, A., Joleman , M., Theron, E., & Pinel , R. (1993). Insecticidal Effect Of Essential From Mediterranean Plants Upon *Acanthoscelides Obtectus* Say (Coleoptera Bruchidae) A Pest Of Kidney Bean (*Phaseolus Vulgaris*). *Journal Of Chemical Ecology*, 19 (6) 1233-1244.
- Rodríguez , M. D., & Rodríguez, C. N. (2004). *Metabolismo y Modo de Acción de Fitohormonas*. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Roitberg, B., & Isman, M. (1992). *Insect Chemical Ecology*. New York: Chapman and Hall.
- Silva G., Lagunes A., & Rodríguez J. (2002). *Insecticidas Vegetales: Una Vieja y Nueva Alternativa Para el Manejo de Plagas*. Costa Rica: Manejo Integrado de Plagas y Agroecología .
- Stenhouse, L. (1987). *La Investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Ediciones Morata.
- Stenhouse, L. (2010). *Investigación y Desarrollo del Curriculum*. Madrid: Ediciones Morata.
- Universidad Nacional de Colombia- IDEA. (2006). *Plan de Manejo Ambiental Humedal Tibanica*. Bogotá, D.C.: Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá.
- Valls , J., Millan, S., Martí, M., & Arola, L. (2009). Advanced separation methods of food anthocyanins, isoflavones and flavanols. *Journal of Chromatography A* , 7144-7147.
- Vági, E., Simándi, B., Suhajda, Á., & Héthelyi, .. (2004). Essential oil composition and antimicrobial activity of *Origanum majorana* L. extracts obtained with ethyl alcohol and supercritical carbon dioxide. *Food Research International*, 51-57.
- Velandia Mora, C. (2006). *Metodología Interdisciplinaria*. Bogotá: Asic-pro.
- Villarini, A. (2000). *El currículo orientado al desarrollo humano integral y al aprendizaje auténtico*. Puerto Rico: Organización para el fomento del desarrollo del pensamiento.
- Wagner, H. (1987). Immunostimulants from higher plants. In K. Hostettmann, & P. Lea, *Biologically Active Natural Products* (p. 127). Oxford: Clarendon Press.



## Anexos:

### ENCUESTA DIAGNÓSTICA EME

La presente encuesta busca identificar el grado de interés de los estudiantes de grado noveno y décimo, hacia los diferentes campos del pensamiento que abarcan el proyecto de Educación Media Especializada; así como determinar las variables temporales y tecnológicas con las que cuentan los estudiantes.

#### PREGUNTA 1.

1. Considera que estudiar fortalece su proyecto de vida?

Pregunta 1 Noveno					Pregunta 1 Décimo				
	M	F	TOTAL	TOTAL%		M	F	TOTAL	TOTAL%
si	81	85	166	96,51	si	81	98	179	98,9
no	2	4	6	3,49	no	1	1	2	1,1
total	83	89	172	100	total	82	99	181	100,0

Tabla 1. Fortalecer el proyecto de vida, grado noveno-Décimo

#### Comparativo Noveno-Décimo

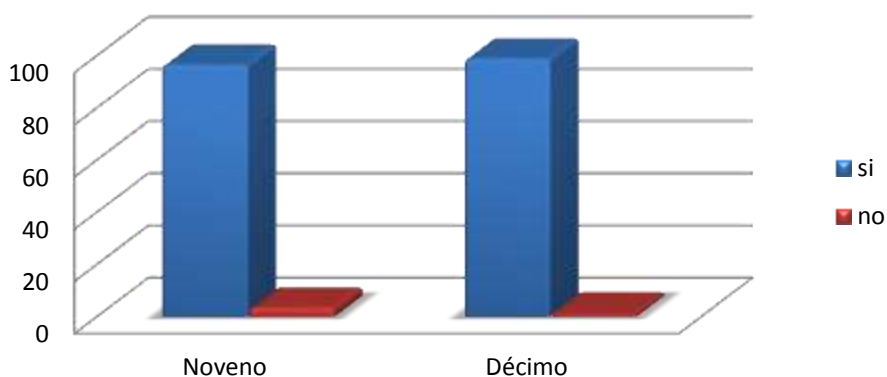


Figura 1. Comparativo grado noveno-Décimo Pregunta 1

Los estudiantes de grado noveno en un 96,51% consideran que estudiar fortalece su proyecto de vida, ya que les permite aprender más, mejorar las oportunidades laborales, mejores aportes a la sociedad y se aprende para la vida.

Los estudiante de grado décimo en un 98,9% consideran que estudiar si fortalece su proyecto de vida, ya que les permite aprender más, mejorar las oportunidades laborales, mejores aportes a la sociedad y se aprende para la vida.

## **PREGUNTA 2**

2. Escriba el grado de importancia de 1 a 5, que le da usted a cada asignatura de acuerdo a su proyecto de vida, siendo 1 el menor y 5 el mayor.

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Noveno:

Eliminando el sesgo de especificación generado por la respuestas referentes a las asignaturas de Filosofía y Ciencias Políticas y Económicas, ya que son cátedras no impartidas en dicho grado, se puede determinar que las asignaturas de mayor grado de importancia para los estudiantes son: Tecnología e Informática (80,4%), Ciencias Sociales (76,5%) y Educación Física (74,4%); de la misma manera se determina que las asignaturas de menor grado de importancia son: Física (59,7%), Química (61%), Ética y Educación Religiosa (62%) y Biología(66%), se puede analizar que las asignaturas de menor importancia pertenecen al campo Lógico Investigativo, excepto Ética y Educación Religiosa que corresponde al campo Axiológico el cual de permear los demás campos de pensamiento. Los resultados anteriores son consistentes con los obtenidos en RCMT (Revelador de Cociente Mental Tríadico), en el cual solo el 2,86% de los estudiantes se encuentra en el pensamiento Lógico (Desarrollado desde el campo lógico Científico), mientras que el 40% de los estudiantes son creativos y el 57,14% son prácticos

Décimo:

Eliminando el sesgo de especificación generado por la respuestas referentes a la asignatura de Biología, ya que es una cátedra no impartida en dicho grado, se puede determinar que las asignaturas de mayor grado de importancia para los estudiantes son: Inglés (81%), Lengua Castellana (79%) y Tecnología e Informática (78,2); de la misma manera se determina que las asignaturas de menor grado de importancia son: Física (59%), Filosofía (62,9%) y Ciencias Sociales (64,5%). Se puede analizar que las asignaturas de mayor grado de importancia pertenecen al campo práctico. Los resultados anteriores son consistentes con los obtenidos en RCMT (Revelador de Cociente Mental Tríadico), en el cual solo el 3,7% de los estudiantes se encuentra en el pensamiento Lógico (Desarrollado desde el campo lógico Científico), mientras que el 37,04% de los estudiantes son creativos y el 59,26% son prácticos

Porcentaje de Preferencia	
TOTAL NOVENOS (%)	
Biología	66,0
Física	59,7
Química	61,0
Matemáticas	71,7
Sociales	76,5
Artes	73,6
Castellano	71,7
Inglés	71,8
Ciencias Políticas y económicas	58,8
Tecnología e Informática	80,4
Ed. Física	74,4
Ética y religión	62,0
Gestión Empresarial	68,6
Filosofía	49,7

Porcentaje de Preferencia	
TOTAL DÉCIMOS (%)	
Biología	69,3
Física	59,0
Química	73,2
Matemáticas	75,6
Sociales	64,5
Artes	64,7
Castellano	79,0
Inglés	81,0
Ciencias Políticas y económicas	66,9
Tecnología e Informática	78,2
Ed. Física	76,2
Ética y religión	67,1
Gestión Empresarial	68,8
Filosofía	62,9

Tabla 2. Porcentaje total grado de importancia de asignaturas grados Noveno-Décimo

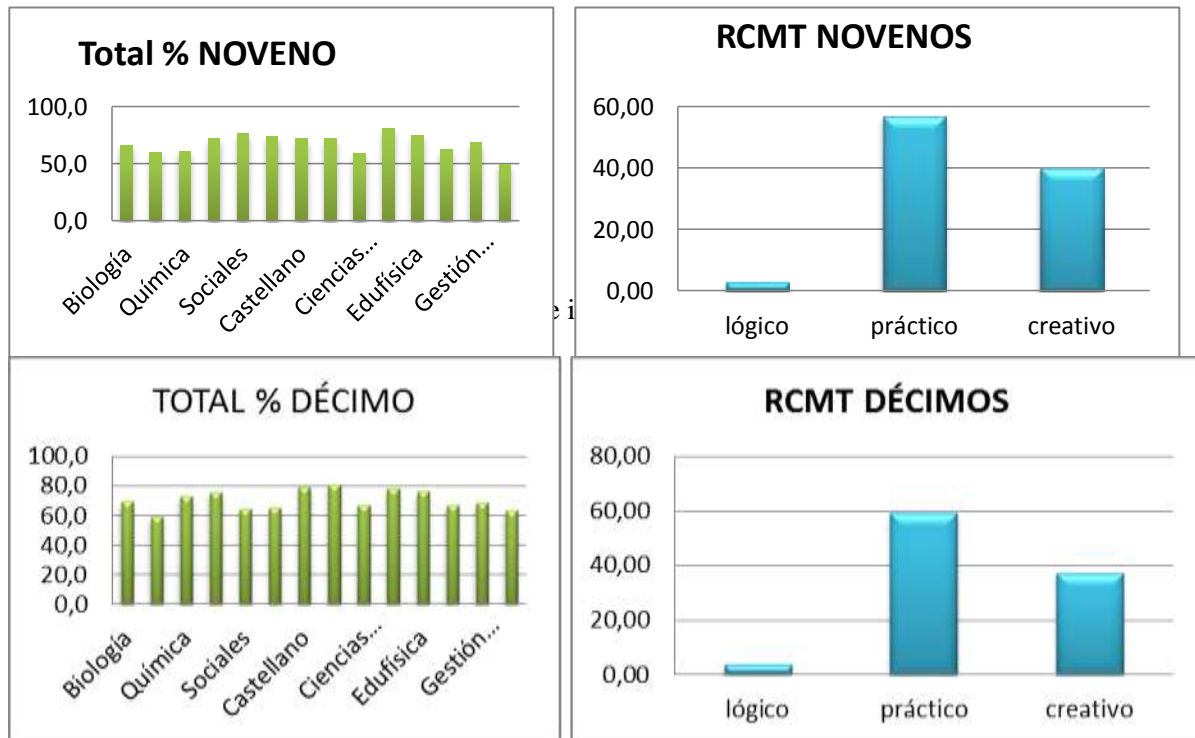


Figura 3. Porcentaje total grado de importancia vs. RCMT grados décimos

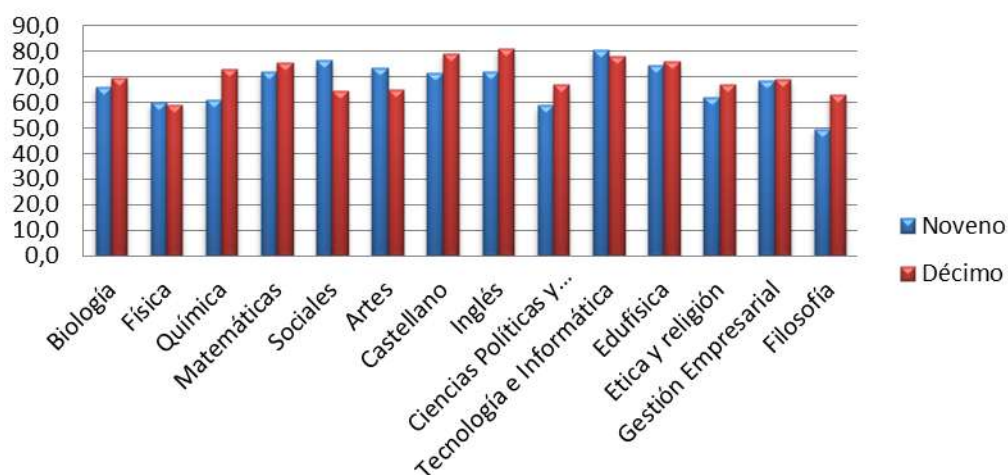
**Comparativo General Grado Noveno v Décimo****Noveno Vs. Décimo**

Figura 4. Pregunta 2. Comparativo general grado Noveno y Décimo

**PREGUNTA 3**

Si pudiera vincularse a un campo de estudio escogería algo que tuviera que ver con:

Comparativo General pregunta 3 grado noveno y décimo

<b>Comparativo Noveno y Décimo</b>				
<b>Campo</b>	<b>NOVENO</b>	<b>DÉCIMO</b>	<b>TOTAL % 9°</b>	<b>TOTAL % 10°</b>
<b>Ciencias, Química, Biología, Matemáticas</b>	34	37	16,91	19,07
<b>Tecnología, informática</b>	68	71	33,83	36,59
<b>Sociales, Filosofía, Política Economía</b>	24	25	11,94	12,88
<b>Arte, Cultura, Música, Dibujo, Teatro</b>	75	61	37,31	31,44
<b>TOTAL</b>	201	194	100	100

Tabla 3. Comparativo pregunta 3 grado noveno y décimo

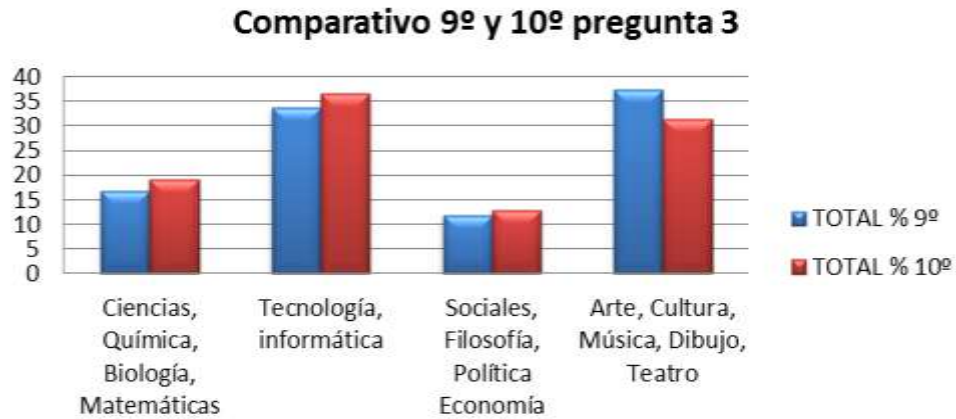


Figura 5. Comparativo pregunta 3 grado noveno y décimo

Se puede concluir de la pregunta 3 que los estudiantes de grado noveno y décimo se vincularían a un campo del conocimiento en un mayor porcentaje en aquellos campos del pensamiento práctico y creativo.

#### PREGUNTA 4

¿En qué campo del conocimiento le gustaría que se invirtieran recursos en la institución?

A continuación se presentan los resultados obtenidos:

Comparativo pregunta 4 grado noveno y décimo

La siguiente tabla permite comparar los resultados obtenidos en el grado noveno y décimo

Comparativo Pregunta 4						
	NOVENOS	DECIMOS	TOTAL	NOVENO %	DÉCIMO %	TOTAL %
<b>Ciencias Exactas y naturales</b>	30	47	77	17,24	25,97	21,69
<b>Tecnología e Informática</b>	35	45	80	20,11	24,86	22,54
<b>Humanidades y Ciencias Sociales</b>	48	47	95	27,59	25,97	26,76
<b>Arte, recreación y Cultura</b>	37	32	69	21,26	17,68	19,44
<b>No responde</b>	24	10	34	13,79	5,52	9,58
<b>TOTAL</b>	174	181				

Tabla 4. Comparativo Nivel de preferencia de inversión grado noveno- décimo

De acuerdo a los resultados anteriores se puede determinar que existe una tendencia mayor a que se realice inversión en recursos en el campo de las humanidades con un 26,76% de preferencia de los estudiantes de noveno y décimo, lo cual se puede ver con mayor claridad en el siguiente gráfico:

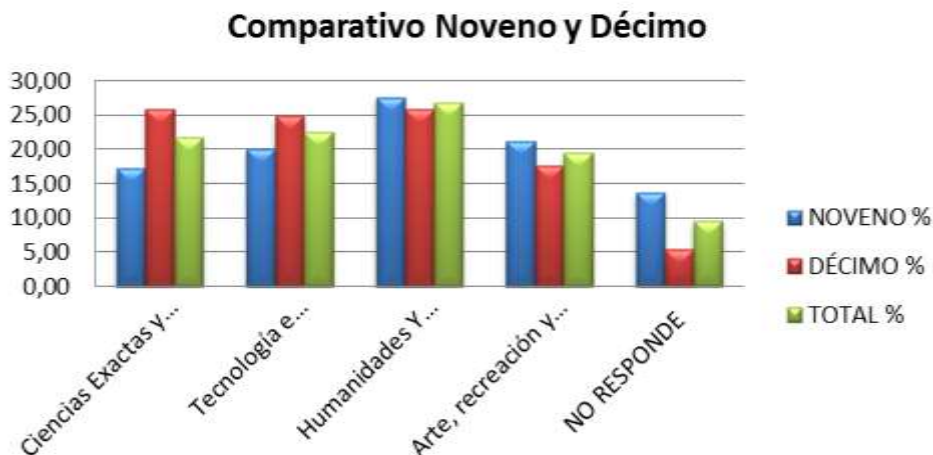


Figura 6. Comparativo Nivel de preferencia de inversión grado noveno- décimo

### PREGUNTA 5

Al campo seleccionado por usted le dedicaría tiempo extra para realizar su profundización.

A continuación se presentan los resultados obtenidos para esta pregunta

Pregunta 5 grado Noveno					Pregunta 5 grado Décimo				
Noveno	Masculino	Femenino	Total	TOTAL %	Décimo	Masculino	Femenino	Total	TOTAL %
Si	79	87	166	97	si	74	96	170	95
No	4	1	5	3	no	6	3	9	5
<b>TOTAL</b>	83	88	171	100	<b>TOTAL</b>	80	99	179	100

Tabla 5. Dedicación tiempo a la profundización

#### Noveno

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que el 97% de los estudiantes de grado noveno le dedicarían tiempo extra al campo de estudio seleccionado, de acuerdo a los anexos, los estudiantes consideran que la profundización les permitirá aprender más y será importante para su proyecto de vida.

#### Décimo

De acuerdo a los resultados obtenidos se observa que el 95% de los estudiantes de grado noveno le dedicarían tiempo extra al campo de estudio seleccionado, de acuerdo a los anexos, los estudiantes consideran que la profundización les permitirá aprender más, tendrán mayor calidad educativa y será importante para su proyecto de vida.



### Dedicación Tiempo de Profundización Comparativo

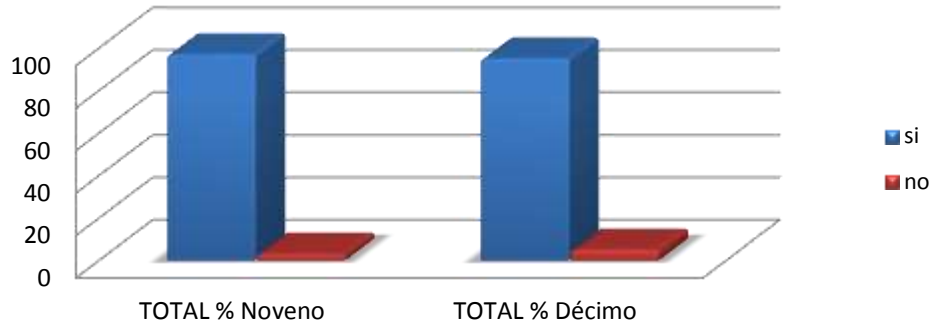


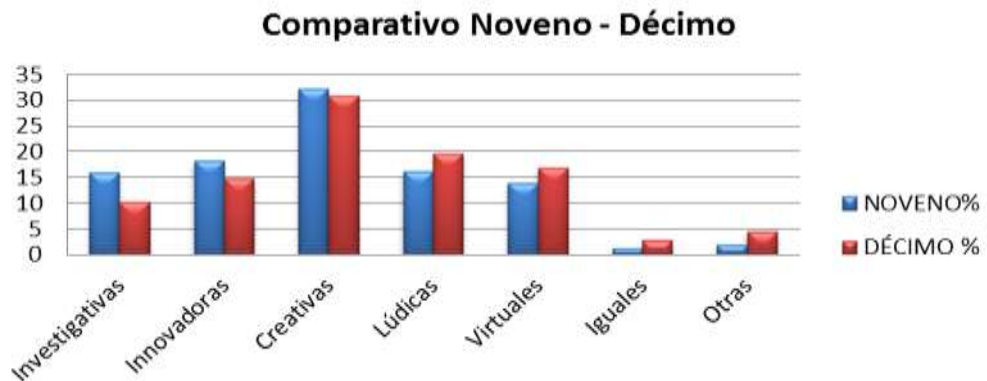
Figura 7. Comparativo dedicación de profundización

### PREGUNTA 6

¿Cómo le gustaría que fueran las clases de profundización?

comparativo Noveno- Décimo		
Elección	NOVENO%	DÉCIMO %
Investigativas	15,96	10,21
Innovadoras	18,24	14,78
Creativas	32,24	30,98
Lúdicas	16,28	19,71
Virtuales	14,00	16,90
Iguales	1,30	2,81
Otras	1,95	4,57
TOTAL	100	100

Tabla 6. Comparativo pregunta 6, noveno- Décimo



Se puede concluir que en mayor porcentaje los estudiantes de grado noveno y décimo les gustaría que la profundización sea más creativa.

### PREGUNTA 7

Su tiempo libre, fuera de la institución, lo utiliza en:

A continuación se presentan los resultados obtenidos para la pregunta 7

UTILIZACIÓN TIEMPO LIBRE	NOVENO	DÉCIMO
Ocio	49.78	50.40
Deporte, Esc. de Formación	7.86	8.47
Académico	31.88	31.05
Laboral	9.61	8.06
No Responde	0.87	2.02

Tabla 7 Comparativo utilización del tiempo libre, grado Noveno- Décimo

### UTILIZACIÓN TIEMPO LIBRE COMPARATIVO NOVENO- DÉCIMO

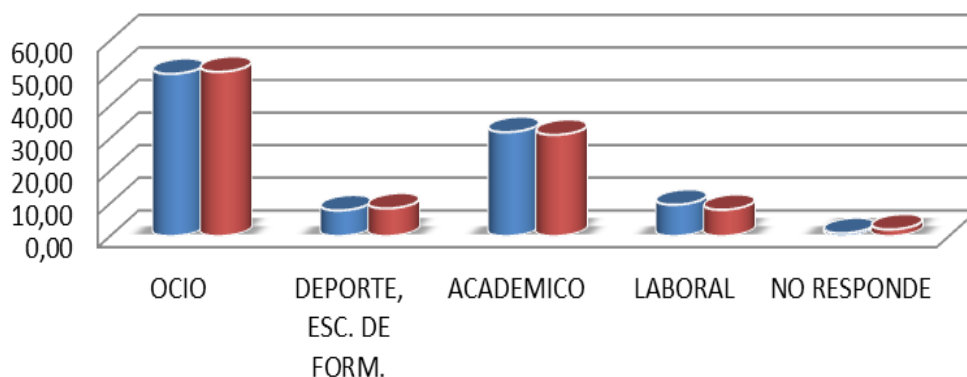


Figura 9. Comparativo utilización del tiempo libre, grado Noveno- Décimo

Podemos decir que los estudiantes de grado noveno y décimo presentan resultados muy similares, con lo se llega a la conclusión que no hay realmente un aprovechamiento de su tiempo libre.

### PREGUNTA 8

¿Qué facilidad posee para el acceso a internet?

Comparativo pregunta 8 grado noveno y décimo

Acceso a Internet 10º		
Acceso Internet	Total noveno %	Total Décimo %
<b>Bueno</b>	62,43	71,02
<b>Regular</b>	30,06	24,43
<b>Bajo</b>	6,36	2,27
<b>Nulo</b>	1,16	2,27

Tabla 8. Comparativo acceso a internet 9º- 10º

El siguiente gráfico presenta el comparativo correspondiente al acceso a Internet por parte de los estudiantes de Noveno y Décimo:

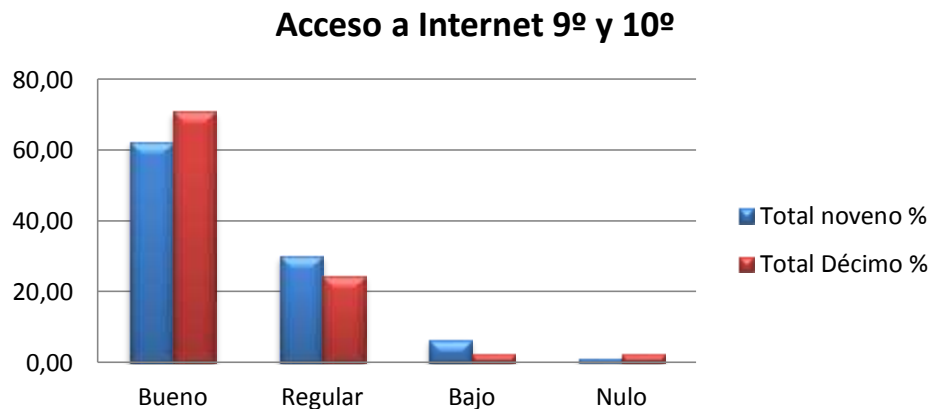


Figura 10. Comparativo acceso a internet 9º- 10º

Se puede concluir que los estudiantes de noveno y décimo grado poseen buen acceso a la Internet, lo cual favorece todos los procesos que requieren acceso a la Internet para el desarrollo de los proyectos transversales e interdisciplinarios. Es importante tener en cuenta que los estudiantes también pueden tener acceso a la red a través de las salas de informática y el aula digital que tiene la Institución

### PREGUNTA 9

¿Considera usted que con los conocimientos adquiridos en el colegio puede desenvolverse laboralmente?

De acuerdo a la pregunta se obtuvieron los siguientes resultados:

Expectativas laborales NOVENO					Expectativas laborales DÉCIMO				
Noveno	Masculino	Femenino	Total	TOTAL %	DECIMO	Masculino	Femenino	Total	TOTAL %
<b>si</b>	59	56	115	67,3	<b>si</b>	50	51	101	59,41
<b>no</b>	28	28	56	32,7	<b>no</b>	32	37	69	40,59
<b>TOTAL</b>	87	84	171	100	<b>TOTAL</b>	82	88	170	100

Tabla 9. Expectativas laborales, noveno- Décimo

## Noveno

De acuerdo a los anteriores resultados se puede evidenciar que el 67,3% de los estudiantes consideran que los conocimientos adquiridos pueden desenvolverse laboralmente, mientras que el 32,7 consideran que no.

## Décimo

De acuerdo a los anteriores resultados se puede evidenciar que el 59%,41 de los estudiantes consideran que los conocimientos adquiridos pueden desenvolverse laboralmente, mientras que el 40,59% consideran que no.

**PREGUNTA 10**

De acuerdo a lo expuesto ¿qué espera que le aporte la EME Albanista a su proyecto de vida?

Comparativo nivel de expectativas EME Albanista grado Noveno y Décimo

<b>Expectativa EME</b>	<b>NOVENO%</b>	<b>DÉCIMO %</b>
Oportunidades laborales	11,05	13,02
Acceso a la universidad	5,81	11,97
Aprender a tomar decisiones	8,14	14,06
Formar en valores	2,33	1,04
No espero nada	1,74	0,52
Mayor profundización en el conocimiento	58,72	50,52
No responde	12,21	8,85
Total	100	100

Tabla 10. Comparativo nivel de expectativas, Noveno Vs. Décimo

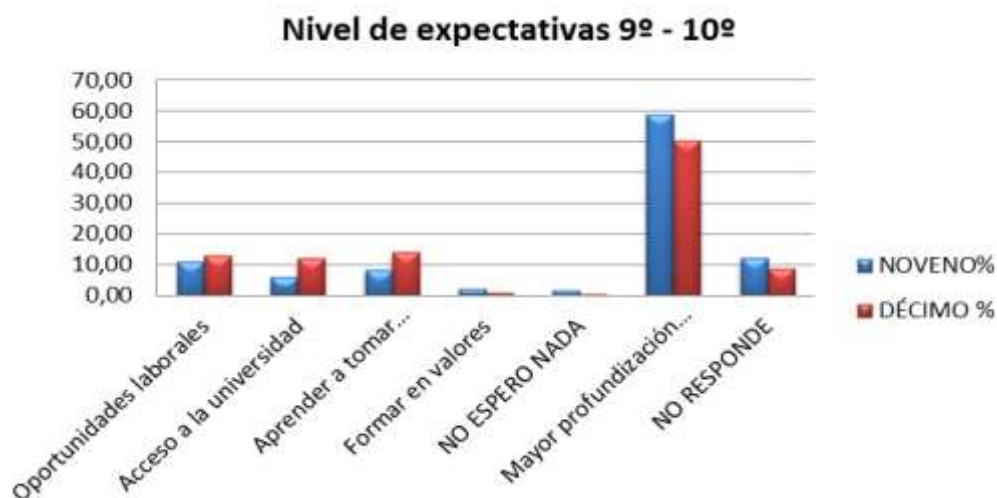


Figura 11. Comparativo Nivel de expectativa EME 9º- 10º

Se puede concluir que tanto los estudiantes de grado noveno y décimo tienen una alta expectativa de profundizar sus conocimientos a través de la Educación Media Especializada, se observa que en grado décimo a diferencia de grado noveno existe por parte de los estudiantes una mayor conciencia en cuanto al acceso a la Universidad, aprender a tomar decisiones y mejores oportunidades laborales, mientras que el grado de profundización disminuyó.

## **ANEXO 2. Muestra de Unidad Didáctica**

La siguiente unidad didáctica pertenece al módulo III (tercer semestre), en la cual se hace referencia a los terpenoides, correspondiente a las sesiones 8 y 9.



**MÓDULO III: PROFUNDIZACIÓN**  
**LAS SUSTANCIAS**  
**SEMIOQUÍMICAS ERIZAN MIS**  
**ANTENAS O MI CUTÍCULA**

**Colegio Carlos Albán Holguín I.E.D.**  
**Módulo: ECOLOGÍA QUÍMICA**  
**Mauricio Espitia Triana**



## INTRODUCCIÓN A LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

### OBJETIVO GENERAL DE LAS UNIDADES DIDÁCTICAS

Conocer y analizar los conocimientos básicos propios de la química ecológica necesarios para comprender e interpretar el comportamiento macroscópico de los organismos en general y de los artrópodos en particular, a través del estudio y aplicación oportuna de estos conocimientos, y contribuir al acercamiento de la materia objeto de estudio hacia una realidad social, profesional y/o laboral en la cual se desarrolla la vida del estudiante y en su proyecto de vida, lo cual se logra si la adquisición de estos conocimientos se aborda a través de casos cotidianos, relacionados con su contexto como es el Humedal Tibánica y su problemática ambiental.



### COMPETENCIAS

#### COMPETENCIA LÓGICA

- Reconocimiento y análisis de sus propias limitaciones, a partir de un juicio crítico y razonable, que favorezca la identificación de problemas y la correspondiente búsqueda de alternativas de solución en cuanto al núcleo problémico.

#### COMPETENCIA PRÁCTICA

- Lograr la familiarización con el trabajo científico, para el tratamiento de situaciones de interés, realizando una planeación para el desarrollo del núcleo problémico que ayude a comprender y a delimitar las situaciones planteadas, pasando por el planteamiento de conjeturas e inferencias fundamentales y la elaboración de estrategias para obtener conclusiones, incluyendo diseños experimentales, hasta el análisis de los resultados y su socialización.

#### COMPETENCIA CREATIVA

- Desarrollar en los estudiantes la capacidad para establecer relaciones entre nociones y conceptos propios de la ciencia y de otras áreas del conocimiento, poniendo en ejercicio su creatividad, esto es, su capacidad de hacer innovaciones y por qué no producir nuevas explicaciones a los fenómenos de la naturaleza.

### METODOLOGÍA

Las unidades didácticas propuestas estarán centradas en la metodología MICEA, la cual está centrada en equipos de aprendizaje y consiste en la construcción del conocimiento en equipo a través de la práctica. Esta se basa en tres aspectos básicos:

- Construcción del conocimiento, es decir, es un planteamiento de tipo constructivista, en el proceso formativo, se busca ir más allá de la sola

transmisión actualizada del conocimiento, al estudiante se le facilitan las condiciones para el análisis de la información, la búsqueda creativa de alternativas y el desarrollo de experiencias autónomas.

- En equipo: La obtención de informaciones divergentes, la confrontación de ideas, la atención de alternativas, generan la posibilidad de informaciones, puntos de vista y diversidad de experiencias de verificación.
- A través de la práctica, se propone al estudiante que el conocimiento transmitido en el aula, sea confrontado en la práctica y debatido en el equipo.

## **ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS**

### **COMUNICATIVA**

- Exposición y explicación de los temas por parte del docente.
- Resolución de ejercicios y talleres
- Lectura y comprensión de textos científicos
- Participación en foros acerca de temas medioambientales
- Elaboración de informes de laboratorio y salidas de campo
- Trabajo en equipo en aula
- Asesoría y retroalimentación por parte del docente en los trabajos en equipo e individual.

### **ORGANIZACIONAL**

- Organización del trabajo en equipo para lograr la aplicación de saberes como práctica de aprendizajes adquiridos, a través de orientaciones del docente y tutorías de unos estudiantes a otros. Trabajo individual que desarrolle autonomía, el estudiante lee, consulta, practica y elige estrategias individuales para aprender.

### **MOTIVACIONAL**

- Prácticas de laboratorio.
- Salidas de campo.
- Foros sobre lecturas de problemáticas actuales
- Conferencias a cargo de especialistas.



## UNIDAD DIDÁCTICA I

### DESEMPEÑOS

- Identificar conceptos fundamentales de la ecología mediante lecturas pertinentes y salida de campo al entorno inmediato.
- Reconocer aspectos relevantes medioambientales de su entorno (humedal Tibanica) y cómo influye en la vida cotidiana.
- Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de dar y recibir críticas constructivas, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo, planteando posibles soluciones a la problemática detectada.

### MARCO REFERENCIAL

### CONCEPTOS Y PRINCIPIOS BÁSICOS DE ECOLOGÍA

#### Introducción

La palabra “ecología” deriva del vocablo griego “*oikos*”, que significa “casa” o “lugar donde se vive”. En sentido literal, la ecología es la ciencia o el estudio de los organismos “en su casa, esto es, en su entorno. Por lo general, la ecología se define como el estudio de las relaciones de los organismos o grupos de organismos con su medio, o la ciencia de las relaciones que ligan los organismos vivos a su ambiente.

Para comprender el objeto de la ecología, hay que considerarla en relación con otras ciencias en general, es decir es interdisciplinaria. El estudio de la ecología no se limita a un organismo específico aislado, si no se ocupa de las interacciones generales inter y entre todas las formas de vida.

#### 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

##### 1.1 Factores Abióticos

En un ecosistema los factores abióticos son aquellos parámetros físicos o químicos que afectan a los organismos, los factores abióticos se relacionan con las interacciones que se dan entre los seres vivos. Dentro de los ecosistemas se generan una serie de interrelaciones en las cuales es necesario tener un hábitat, o espacio que ocupan los seres vivos en un ecosistema específico; éste debe tener temperatura y humedad idóneas, disponibilidad de oxígeno adecuada radiación solar, flujos de aire, entre otros. Para que un organismo pueda sobrevivir en el ecosistema debe asumir un rol o función (nicho) que le permita sobrevivir. El nicho de cada organismo en el ecosistema puede afectarse por la disponibilidad de alimento, los cambios climáticos, las horas de luz, etc.

Los factores abióticos se pueden clasificar en dos grupos: factores físicos y factores químicos.

### *1.1.1 Factores Abióticos Físicos*

Entre estos se pueden mencionar:

#### *1.1.1.1. Luz solar*

La luz solar es la fuente principal de energía de un ecosistema. La radiación solar que se recibe sobre la superficie terrestre varía según el ángulo de incidencia. La radiación solar en los polos se distribuye en un área mayor que en el Ecuador, este fenómeno causa efectos notables en las temperaturas ambientales de las zonas irradiadas, por ejemplo la diferencia de temperaturas entre el Ecuador y los polos sur y norte. También existen diferencias en la irradiación, condicionadas en los hemisferios norte y sur por la inclinación de la tierra sobre su eje en relación con la trayectoria alrededor del sol. En invierno, el hemisferio norte se inclina en dirección contraria al sol, de modo que el ángulo de incidencia de los rayos solares sobre su territorio disminuye, lo cual ocasiona un menor número de horas de luz diurna y un marcado descenso en la temperatura ambiental. Si la energía solar que alcanza la capa externa de la atmósfera se distribuye de manera uniforme durante un año, fundiría una capa de hielo de 25 m de espesor. Además del efecto térmico que produce, la luz solar es la materia prima energética para el proceso de la fotosíntesis, fenómeno de trascendental importancia para iniciar el flujo de materia y de energía en un ecosistema.

#### *1.1.1.2. Temperatura*

La temperatura es una de las formas de expresión de la luz solar, considerada como la intensidad de la energía expresada en grados ( $^{\circ}\text{F}$ ,  $^{\circ}\text{C}$ ,  $\text{K}$ ) y la cantidad de calor, medido en calorías, que está contenido en un cuerpo. Las zonas de menor temperatura son aquellas donde se recibe menor irradiación solar anual, es el caso del polo norte y sur y las de mayor temperatura son las que reciben mayor irradiación solar anual.

Existen organismos que pueden vivir en ecosistemas de tundra, taiga, en los polos, que son capaces de resistir temperaturas inferiores al punto de congelación del agua. Otros organismos pueden habitar en aguas termales, géiseres o incluso en lugares con temperaturas mayores a  $45^{\circ}\text{C}$ . Para resistir temperaturas extremas los organismos desarrollan adaptaciones morfológicas y fisiológicas. En general podríamos decir que la mayor actividad metabólica en la naturaleza se presenta en temperaturas entre  $0^{\circ}\text{C}$  y  $45^{\circ}\text{C}$

#### *1.1.1.3. Clima*

El clima se refiere a los patrones generales del estado del tiempo que prevalecen año con año e incluso por más tiempo en una región particular. La cantidad de energía solar, el agua, la temperatura, la latitud, la altitud, las corrientes de aire determinan el clima de una región determinada.

#### *1.1.1.4. Corrientes de aire*

Las corrientes de aire son generadas por la rotación de la tierra y por las diferencias de temperatura entre las distintas masas de aire. La cantidad de energía solar y la forma como ésta incide sobre la biosfera influye en la temperatura de cada zona, mientras que las variaciones de temperatura en la superficie del planeta y el movimiento de rotación de éste condicionan el patrón de corrientes de

aire (vientos) y en consecuencia de las precipitaciones pluviales. Es así como los vientos que ascienden en el Ecuador pierden humedad en forma de precipitación pluvial y los que descienden a los 30° de latitud norte y sur, ocasionan los grandes desiertos de esta zona. La dinámica de los vientos, las precipitaciones, los efectos de la altitud y la latitud y los efectos geológicos ocasionan en el planeta la diversidad de climas y biomas.

#### *1.1.1.5. Altitud*

La altitud respecto al nivel del mar influye en el mayor o menor calentamiento de las masas de aire. Es más cálido el que está más próximo a la superficie terrestre, disminuyendo su temperatura progresivamente a medida que nos elevamos, unos 6.4°C cada 1000 metros de altitud. La diversidad de paisajes que se encuentra en Los Andes está muy ligada a la altitud. Mientras que los picos están cubiertos de nieve, los valles interiores son semitropicales.

Los aumentos progresivos de altitud causan efectos térmicos similares, ya por cada 100m de elevación en la altura, es decir, 100m de altitud equivalen a al aumento de un grado de latitud. Las variaciones de latitud y altitud causan cambios térmicos y por consiguiente modifican la distribución de los seres vivos en la superficie terrestre.

#### *1.1.1.6. Latitud y longitud*

La **Latitud** describe la distancia del ecuador de la Tierra. El polo norte está a +90 grados y el polo sur está a -90 grados. La latitud también se describe como “del norte” o “del sur”, dependiendo de la posición en relación con el ecuador. El ecuador divide a la Tierra en hemisferios norte y sur. Una línea que conecta todos los puntos con el mismo valor de la latitud se llama, línea de latitud.

La **Longitud** es la medida del primer meridiano, una línea de longitud va entre los polos y a través de Greenwich, Inglaterra. La longitud aumenta a medida que se aleja del primer meridiano (0 grados) en dirección al este (0 a 180 grados) y disminuye a medida que se va hacia el oeste (0 a -180), hasta que se encuentra en 180 grados. El primer meridiano divide a la tierra en hemisferios este (orientales) y oeste (occidentales).

Según la latitud se determinan las grandes franjas climáticas, en ello interviene la forma de la tierra, ya que su mayor extensión en el Ecuador permite un mayor calentamiento de las masas de aire en estas zonas permanentemente; disminuyendo progresivamente desde los trópicos hacia los polos, que quedan sometidos a las variaciones estacionales según la posición de la tierra en su movimiento de traslación alrededor del sol. Las zonas climáticas varían de acuerdo a la latitud en que se encuentra el lugar o la región, localizándose zonas frías en los extremos, que se van transformando en templadas, hasta llegar a cálidas en la zona media del planeta.

#### *1.1.1.7. Atmósfera y presión atmosférica*

El agua y el aire son los medios fundamentales donde se desarrollan los seres vivos. El aire es una mezcla gaseosa que contiene 78% de nitrógeno, 21% de oxígeno y 0.03% de bióxido de carbono, vapor de agua y otros gases. El vapor de agua y su condensado (H<sub>2</sub>O) tiene una densidad de 1g/cm<sup>3</sup> a 4°C; el agua de mar tiene una densidad de 1.028g/cm<sup>3</sup>. La presión atmosférica presenta diversos efectos: en el aire, cada vez que se asciende 300 m la presión baja 24 mm de Hg;. En el mar, por cada 10 m de descenso, la presión acuática aumenta en 760 mm de Hg (1 at.); a 900m de profundidad la presión alcanza valores de varios miles de toneladas fuerza/m<sup>2</sup> (90 o más at.). Estas

variaciones en la presión también condicionan los patrones de distribución y las características de los seres vivos en ambos medios.

### **1.1.2. Factores Abióticos Químicos**

Entre los factores abióticos químicos encontramos:

#### **1.1.2.1. Suelo:**

Se deriva de la erosión de las rocas causada por factores físicos, químicos y biológicos. El suelo posee todas las reservas de materiales orgánicos, minerales, agua y oxígeno que se requieren para el buen funcionamiento tanto de los organismos productores como de los consumidores. La materia orgánica del suelo proviene de la fotosíntesis que realizan los productores, de las secreciones de los organismos fotosintéticos, de las excretas y los cadáveres de los organismos, formando una capa de suelo fértil llamada humus.

#### **1.1.2.2. Agua:**

El agua es el solvente universal, dado que la mayor parte de los materiales son solubles en ella; transporta una gran cantidad de los nutrientes necesarios para los seres vivos, aproximadamente el 90% de cualquier célula está constituida por materiales acuosos. Las propiedades específicas del agua, la vuelven una sustancia muy especial en la naturaleza: punto de fusión 0°C, punto de ebullición 100°C, calor de vaporización 540cal/gramo, calor de fusión 80 cal/gramo. La polarización de la molécula del agua se debe a la definida mayor electro-negatividad del átomo de oxígeno, lo cual genera una red de carga positiva sobre el protón H<sup>+</sup>, lo anterior causa también la presencia de dipolos permanentes, dado que las cargas positiva y negativa están perfectamente localizadas, lo cual beneficia la propiedad característica del agua, como disolvente. El enlace por puente de hidrógeno favorece los altos valores de punto de ebullición, punto de fusión y calor de vaporización. Su elevada capacidad calorífica (número de calorías requerido para elevar la temperatura de agua de 15-16°C), permite mantener constante la temperatura de los organismos vivientes. El agua presenta su mayor densidad a los 4°C; como el hielo se forma a los 0°C es menos denso que el agua líquida y por lo tanto flota en ella; si esto no fuera así los océanos se congelarían de abajo hacia arriba

Ciclo del agua:

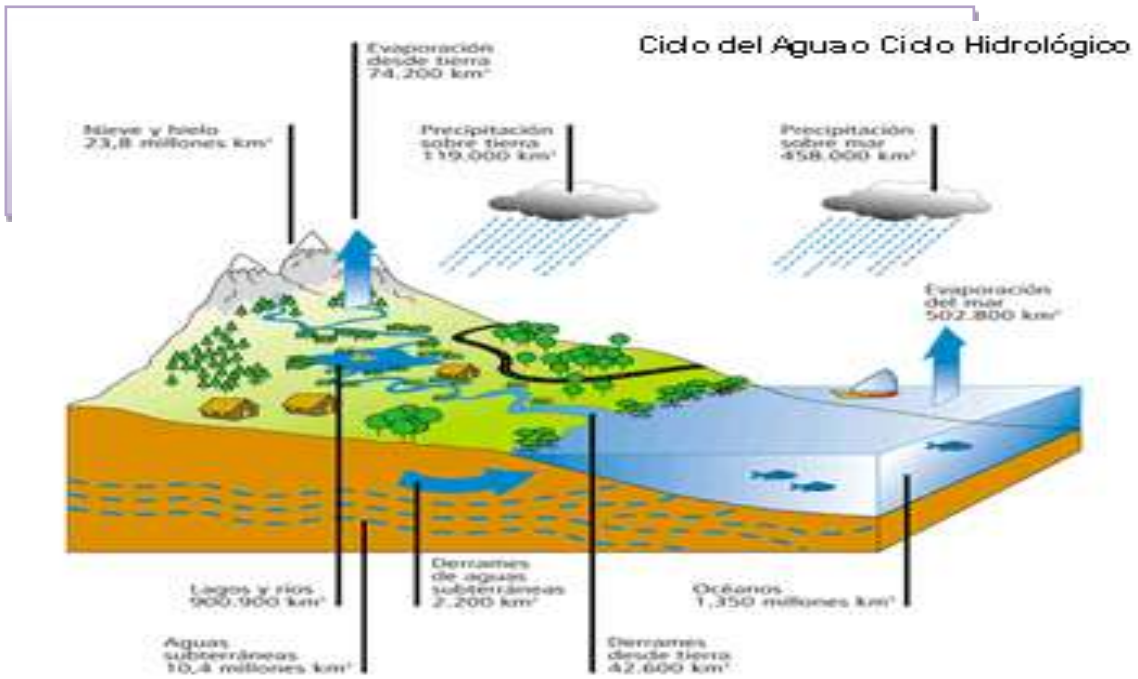
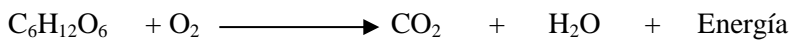


Figura 1. Ciclo del agua. Fuente: <http://fotosdibujosimagenesvideos.blogspot.com>

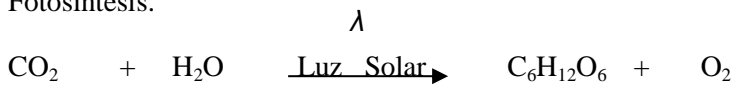
1.1.2.3. Oxígeno y anhídrido carbónico:

El oxígeno y el anhídrido carbónico son dos sustancias que tienen una importancia fundamental en el intercambio de los organismos con su ambiente, pues son básicas para el proceso de la fotosíntesis y la respiración:

Respiración



Fotosíntesis.



Estos dos gases además de participar activamente en la respiración y la fotosíntesis, juegan un papel importante en los procesos de quimiosíntesis de carbohidratos, en los procesos de



Figura 2. Fotosíntesis. Fuente: <http://ceibal.elpais.com.uy/wp-content/uploads/2012/04/fotosintesis.jpg>

mineralización de materia orgánica por vía microbiológica.

## 1.2. Factores Bióticos

En los ecosistemas se establecen interacciones entre los organismos que lo forman, entablando relaciones de alimentación entre los diferentes niveles alimenticios o niveles tróficos. En el primer nivel encontramos a los organismos productores o autótrofos, responsables de la producción de alimentos a partir de CO<sub>2</sub>, agua y sales minerales, en este nivel la fuente de energía es la luz solar. En el segundo nivel encontramos a los consumidores primarios o herbívoros, los cuales se alimentan de todas las partes verdes de los vegetales, de sus semillas, de sus frutos, sus tallos, hojas, etc. En el tercer nivel están presentes los consumidores secundarios o carnívoros, también encontramos a los consumidores terciarios, que son organismos que se alimentan de los carnívoros o de algunas de sus partes; aquellos organismos que se alimentan de los restos en descomposición ocupan el cuarto nivel, por ejemplo los carroñeros. Sobre todos los organismos antes mencionados se encuentran los desintegradores o reductores, como los hongos y las bacterias, pues ellos usan como fuentes de nutrición las excreciones y cadáveres de los demás organismos, permitiendo la liberación de sales minerales de la materia orgánica al suelo.

En el siguiente enlace encontrará información de los fundamentos de la ecología tomado de la Universidad Nacional de Colombia: <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000024/lecciones/cap04/capitulo4.htm>

## 1.3. Otras Relaciones Entre Los Seres Vivos

1.3.1. **Competencia:** Interacción entre dos o más organismos que tratan de obtener el mismo recurso, la misma pareja, el mismo alimento y todo aquello que necesiten para poder sobrevivir.

1.3.2. **Depredación:** Tipo de interacción en la que un individuo caza a otro de otra especie para poder sobrevivir, en esta relación uno es depredador y el otro es la víctima.

1.3.3. **Simbiosis:** Es una asociación formada por dos o más individuos de especies diferentes con el fin de recibir provecho mutuo o para alguno de ellos. Dentro de estas relaciones encontramos:

1.3.3.1 **Parasitismo:** Relación entre dos organismos de diferentes especies, el parásito vive total o parcialmente a expensas del otro organismo, al primero se le denomina parásito y al segundo hospedero.

1.3.3.2. **Mutualismo:** Dos especies conviven aportándose beneficios mutuos.

1.3.3.3. **Comensalismo:** Dos organismos de especies diferentes viven estrechamente ligados, pero sólo uno de ellos resulta beneficiado

### 1.4. Niveles de organización en los ecosistemas

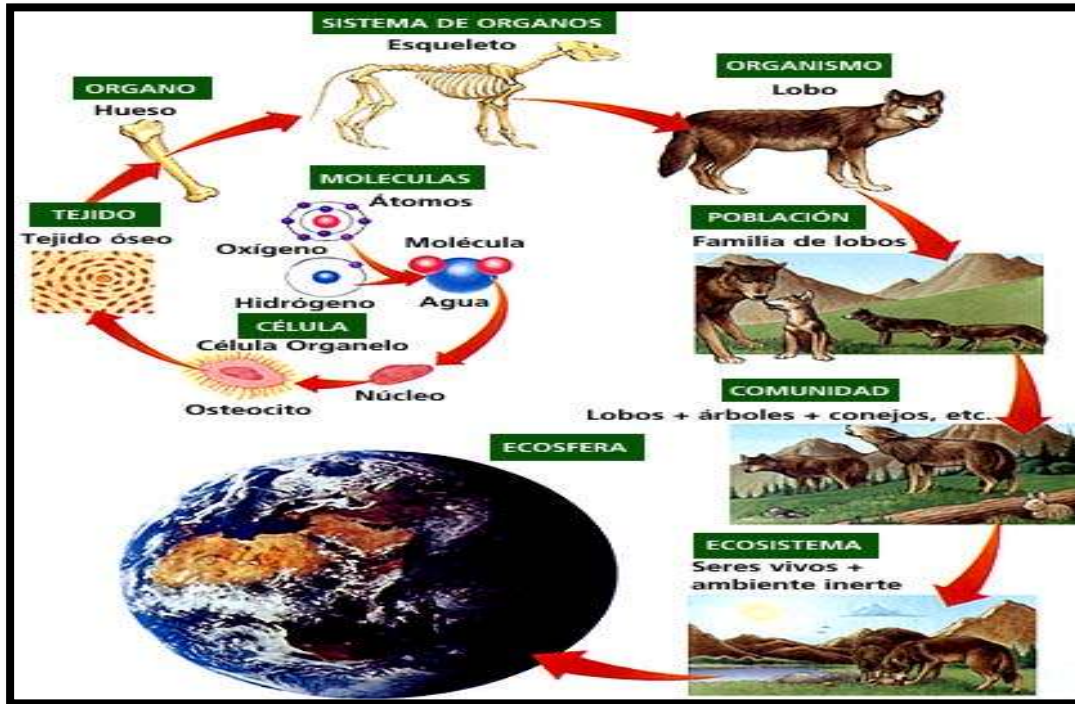


Figura 3. Fuente: [globedia.com/biologia-niveles-organizacion-ramas](http://globedia.com/biologia-niveles-organizacion-ramas)

Quizás la mejor manera de estudiar a los diversos sistemas en los seres vivos es conocer su organización, desde la forma más sencilla a la más compleja. Los genes conforman la partícula más sencilla capaz de replicarse, continuando con las células, los tejidos, los órganos, los sistemas, los organismos, las poblaciones, las comunidades, los ecosistemas y la biosfera. Pero antes de los genes encontramos a las moléculas y antes a los átomos y a las subpartículas que los forman. Todas las integrantes de este espectro, interaccionan con la materia y energía propias de su ambiente físico-químico, originando los sistemas funcionales. En ecología los sistemas más trascendentes son las poblaciones, las cuales están conformadas por organismos de una misma especie que comparten un mismo hábitat, las comunidades son un conjunto de poblaciones que habitan un área determinada. Las poblaciones y las comunidades interactúan con un ambiente abiótico formando un ecosistema.

### 1.5. Ecosistemas.

El ecosistema es considerado la unidad fundamental de la biosfera, el ecosistema representa un nivel de organización que funciona como un sistema abierto, en él existe una integración y autorregulación entre los elementos abióticos del ecosistema y los factores bióticos del mismo (seres vivos). El flujo de energía en los ecosistemas se mantiene por la radiación constante de energía solar, la materia se transforma desde los productores hasta los descomponedores reciclándola para iniciar nuevos ciclos. Los ecosistemas están conformados por una serie de poblaciones que interactúan entre sí y con el ambiente abiótico, los ecosistemas están regulados

por mecanismos que le permiten alcanzar una condición de equilibrio dinámico, lo que le confiere estabilidad.

#### 1.5.1. Tipos de ecosistemas

Los ecosistemas en la biosfera pueden ser de dos tipos:

1.5.1.1. Ecosistemas acuáticos: Los ecosistemas acuáticos pueden ser de agua dulce o de agua salada. Dentro de los ecosistemas de agua dulce existen los de agua corriente y agua quieta. Todos los ecosistemas acuáticos están influenciados por la profundidad, la temperatura, la densidad del agua, la disponibilidad de luz y los factores químicos del tipo del contenido salino, cantidad de oxígeno disuelto y disponibilidad de nitrógeno y fósforo en forma de sales.

1.5.1.2. Ecosistemas terrestres: Existen condiciones físicas que condicionan los ecosistemas como la temperatura media, la lluvia anual y el nivel de humedad en el ambiente, como también la latitud y la altura sobre el nivel del mar. Dentro de los ecosistemas terrestres encontramos: la tundra, la taiga, los bosques de coníferas, los bosques subalpinos, el bosque caduco y lluvioso, la sabana, el desierto, la selva, el chaparral, los humedales, entre otros.

#### 1.5.2. Ecosistemas de Humedales

El énfasis se va a realizar en los ecosistemas de humedales, específicamente al humedal Tibanica, puesto que se encuentra en el contexto del Colegio Carlos Albán Holguín I.E.D.

El término humedales se refiere a una amplia variedad de hábitats interiores, costeros y marinos que comparten ciertas características. Generalmente se los identifica como áreas que se inundan temporalmente, donde el nivel freático aflora en la superficie o en suelos de baja permeabilidad cubiertos por agua poco profunda. Todos los humedales comparten una propiedad primordial: el agua juega un rol fundamental en el ecosistema, en la determinación de la estructura y las funciones ecológicas del humedal.

Existen muchas definiciones del término humedales, algunas con base en criterios principalmente ecológicos y otras más orientadas a su manejo. La **Convención sobre los Humedales** los define en forma amplia como: "las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de agua, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros".



### 1.5.3. Humedal Tibánica

El documento “Ecosistemas Estratégicos” elaborado por el Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente del Distrito Capital (DAMA, 2006), establece en el aparte dedicado al Humedal Tibánica, que este ecosistema se encuentra en jurisdicción de la Localidad de Bosa, al

Figura 4. Mapa de Localización Geográfica Humedal Tibánica. Localidad de Bosa, Bogotá D.C., Colombia



Figura 4. Fuente: EABB- Google Earth

Suroccidente de Bogotá D.C, en el límite con el municipio de Soacha (ver figura 4. Mapa Localización geográfica de Humedal Tibánica). Adyacente al humedal pasa la Quebrada Tibánica, su principal fuente de abastecimiento de agua, hoy convertida en un canal de drenaje severamente contaminado por desechos domésticos e industriales del municipio de Soacha y de la misma comunidad aledaña a este. Uno de los dos fragmentos en que se divide este humedal se conoce también con el nombre de Humedal Potrero Grande y pertenece al Municipio de Soacha, siendo sólo el fragmento occidental el que pertenece a Bogotá, aunque usualmente el nombre de Potrero Grande es aplicado al conjunto de las dos fracciones. En la zona que colinda con la localidad de Bosa se encuentran asentados barrios La Esperanza y Manzanares en el sector norte; Júpiter, los

Barlovento, los Barrios Los Olivos 2° Sector en su sector nororiental; y predios aún sin construir como El Junco, La Tingua y El Erial. En el sector sur, en límites con el municipio de Soacha, se presentan taludes de relleno donde se asientan algunos barrios ilegales que aún continúan en expansión a merced de áreas del humedal. En este mismo sector se encuentran ya consolidados los Barrios La Despensa, León XIII, Pablo VI, Juan Pablo I, La María, y Rincón de Santa Fe entre otros. En su sector suroccidental existen predios rurales con cultivos de flores y algunos potreros, siendo este sector por donde atraviesa la Quebrada Tibánica. Al occidente se encuentra la Hacienda Potrero Grande (Figura 4).

Actualmente este humedal se encuentra fraccionado en dos cuerpos divididos por un terraplén sobre el que se construyó un carretable que conduce hacia algunas fincas ganaderas, y actualmente ingresan camiones con material para la construcción de la urbanización Ciudad Verde. El área acotada comprende una extensión legal de 24 ha. y sus terrenos son vigilados por la EAAB.

Respecto a la hidrografía de la zona, en sectores al sur de la localidad de Bosa la precipitación alcanza valores anuales entre 550 a 660 mm. anuales, conformando una de las zonas más secas de la ciudad y de toda la cuenca alta del Río Bogotá. La cuenca que aporta agua al Humedal Tibánica, está completamente urbanizada; sin embargo, no posee una infraestructura apropiada de desagüe para aguas lluvias y aguas servidas. (DAMA, 2006)

Los niveles de fósforo y nitrógeno en el agua también son excesivos, contribuyendo a la eutroficación del humedal y en consecuencia a que la comunidad ecológica sea menos diversa. (DAMA, 2006)

El Plan de Manejo Ambiental del humedal señala que de las 20 especies de mamíferos observados en los humedales del Distrito Capital, en Tibánica se han reportado los siguientes mamíferos silvestres: *Didelphys albiventris* (chucha de oreja blanca) *Anoura geoffroyi* (murciélago trompudo de Gray), *Mustela frenata* (comadreja común) y *Cavia porcellus anolaime*(curí) según DAMA y EAAB, a estas se suma mamíferos domésticos como *Rattus rattus* (rata doméstica), *Rattus norvegicus* (rata), *Mus musculus* (ratón) *Canis familiares* (perro), *Equus caballus* (Caballo), *Bos taurus* (vaca) y *Felis catus* (gato). (DAMA, 2006)



Figura 5. Fotografías en el interior del Humedal Tibánica.



Figura 6. *Chironomidae*.  
Fuente: [www. díptera.info](http://www.diptera.info)



Figura 7. *Muscidae*. Fuente: [www. díptera.info](http://www.diptera.info)

Tibánica, como la mayoría de humedales de Bogotá, posee una franja con gran cobertura de juncuales, que en este humedal se ubica en el extremo noroccidental, sector de Bosa, donde se registra la presencia permanente de monjitas (*Agelaius icterocephalus bogotensis*), caicas (*Gallinago nobilis*), tingua piquirroja (*Gallinula chloropus*) y chorlos playeros (*Tringa sp.*). Un segundo sector del humedal posee espejos de agua, donde se destaca la presencia abundante del cucarachero de pantano (*Cistothorus apolinari*) y una buena población de tinguas de pico amarillo (*Fulica americana*), chorlos playeros (*Tringa sp.*), chamonos (*Molothrus bonariensis*) y tinguas piquirrojas (*Gallinula chloropus*). El tercer sector, colindante con el municipio de Soacha, conserva buena cantidad de las especies ya nombradas más otras especies no registradas en el primer sector, como son el atrapamoscas (*Tyrannus tyrannus*), gavilán maromero (*Elanus caeruleus*) y al parecer zambullidores (*Podilymbus podiceps*). Sobre la escasa vegetación arbustiva existente, en sus zonas de ronda es posible observar especies migratorias no acuáticas como: cerrojillos (*Dendroica fusca*), atrapamoscas (*Contopus virens*), vireos (*Vireo sp.*) y bobitos (*Coccyzus americanus*). (DAMA, 2006)

Por otra parte, un muestreo muy rápido de macroinvertebrados acuáticos (Eei/Hidromecánicas 1998), realizado en una zona inundada por aguas residuales de Tibánica, registró tres especies, de las cuales la de mayor abundancia es el molusco (*Physa sp.*) y el coleóptero (*Anchytarsus sp.*). La especie reptil representativa es la culebra sabanera *Atractus crasicaudatus*, los anfibios están representados por la rana verde *Hyla labialis* y en cuanto a peces, no hay registros puesto que aparentemente no residen en este humedal, debido principalmente a la contaminación del agua. Algunos invertebrados registrados son artrópodos de los órdenes *Araneidae*, *Salticidae*, *Culicidae*, *Apidae*, *Asellidae*, entre los más abundantes. . (EEI Hidromecánicas, 1998; Ecology and Enviroment Inc / Hidromecánicas, 1998. UTEEH-EAAB 1996-98; EAAB & CIC, 2000). Dentro del orden díptero se encuentra familias como *Ephydriidae*, *Chironomidae*, *muscidae*, *syrphidae*, *tipulidae*, *sciaridae*, *Tephritidae*, *chrysomelidae* y *coccinellidae*.

En relación a la vegetación, entre las comunidades acuáticas presentes, las de mayor extensión son las de tipo juncoide dominadas por *Scirpus californicus* (SC). Se presentan unos pequeños parches de vegetación de tipo graminoide con predominio neto de enea (*Typha dominguensis*). Adicionalmente, en este humedal se encuentran comunidades de especies de tipo flotante no enraizadas cubriendo grandes sectores, entre éstas cabe destacar, la lenteja de agua (*Lemna sp.*), el helecho de agua (*Azolla filiculoides*) y los buchones de agua (*Limnobium laevigatum* y *Eichhornia crassipes*). Dentro de las especies herbáceas



Figura 8. *Ephydriidae*. Fuente: [www. díptera.info](http://www.diptera.info)



Figura 9. *Syrphidae*. Fuente: [www. díptera.info](http://www.diptera.info)



Figura 10. *Tephritidae*. Fuente: [www. díptera.info](http://www.diptera.info)



Figura 11. *Tipulidae*. Fuente: [www. díptera.info](http://www.diptera.info)



Figura 12. *Sciridae*. Fuente: [www. díptera.info](http://www.diptera.info)



emergentes destaca por su conspicua presencia el botoncillo (*Bidens laevis*). En algunas áreas se presenta un avanzado dominio del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*). La ronda de este humedal se encuentra con escasa cobertura vegetal arbórea o arbustiva y entre los árboles existen algunos eucaliptos (*Eucalyptus* spp.) distribuidos a manera de cercas vivas. (RED Bogotá, 2006)

En referencia a su marco normativo, este humedal está taxativamente mencionado en el Acuerdo 06 de 1990, que plantea la existencia del sistema hídrico y la necesidad de conservarlo. Igualmente está incluido dentro del Acuerdo 19 de 1994 que, conjuntamente con los otros humedales del Distrito Capital, lo declara como Reservas Ambientales Naturales. El acotamiento de sus zonas de ronda quedó establecido mediante la Resolución 194 de 1995, expedida por la EAAB. El Humedal de Tibánica está incluido en el Plan de Ordenamiento Físico del Borde Occidental de la ciudad de Bogotá, adoptado mediante el Acuerdo 26 de 1996. Este acuerdo determina que el Sistema Hídrico, está conformado por “los cuerpos de agua, los canales y vallados existentes y proyectados por la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, sus rondas hidráulicas y zonas de manejo y preservación ambiental. Estas últimas deberán integrarse al sistema de zonas verdes y recreativas, tratadas como áreas arborizadas”, donde solo se permite el uso forestal.

El Plan de Ordenamiento Territorial ha establecido, como usos permitidos para este humedal, un uso principal de conservación y otros usos compatibles como los de ecoturismo, forestal protector, productor e institucional educativo.

Como se especificó, con el Decreto 203 de 2003, el Humedal Tibánica fue declarado en estado de prevención o alerta amarilla debido a su nivel de deterioro y debe estar sujeto a un proceso de seguimiento especial. Esta declaratoria fue prorrogada con el Decreto 202 de 2004, siendo prioridad para la autoridad ambiental la elaboración de su Plan de Manejo Ambiental – PMA, el cual fue elaborado por el Instituto de Estudios Ambientales - IDEA de la Universidad Nacional de Colombia, y adoptada mediante resolución No. 334 de 2007 de la Secretaria Distrital de Ambiente.

La contaminación descrita anteriormente tanto en el canal como en el humedal, ha traído consecuencias en la salud de los habitantes; para observar esta situación más profundamente es necesario mirar las características hidrológicas de las mencionadas aguas. Lo primero que se puede apuntar sobre el tema, es la reducción del límite del humedal en un 66% con respecto a su estado original. Adicionalmente sobre los parámetros físico-químicos se puede decir que:

- Acidez / Alcalinidad: el pH se encuentra entre 7.01-7.37, condiciones típicas de humedal.
- Oxígeno Disuelto: los niveles se encuentran entre 0.0 hasta 0.25 mg/l.
- Salinidad / Conductividad: la salinidad es de 0.03 a 0.04 y la conductividad es de 0.84 a 0.965, indicando condiciones de aguas dulces.



Figura 13. Inconvenientes ambientales del Humedal Tibánica.

- Turbiedad: se encuentra de 212 a 1000 unidades de turbiedad, indicando diferentes niveles de calidad hídrica. La turbiedad más alta se debe a mayores concentraciones de sedimentos y cargas orgánicas.
- La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es de 68 mg/l y la demanda química de oxígeno (DQO) es de 137 mg/l; demostrando un alto nivel de carga orgánica en el humedal. En condiciones normales la DBO se encuentra entre 1 – 15 mg/l, en la peores condiciones es de 30 mg/l, en cuanto a la DQO en sistemas naturales se encuentra en menos de 100 mg/l. Comparando las condiciones normales y las del humedal se puede afirmar que es creciente la demanda de oxígeno debido a que la fuente de abastecimiento principal del ecosistema son aguas residuales no tratadas.
- La calidad bacteriológica, medida por coliformes fecales, es de 330.000 NMP/ml, que comparado con los 500 NMP/ml o menos característicos de aguas relativamente no contaminadas, indica la contaminación excesiva y el estado de vector de enfermedades en que se ha convertido el humedal.

En cuanto a los nutrientes del agua, se tomó la muestra de fósforo y nitrógeno. Los niveles de fósforo hallados fueron de 9.75 mg/l, bastante altos con respecto a humedales saludables donde la cota está entre 0.01 y 0.1 mg/l, es decir, el ecosistema contiene más fósforo del que es capaz de asimilar. El nitrógeno total encontrado fue de 28 mg/l, que comparado con los 20 mg/l en humedales sanos, confirma lo excesivo de este nutriente. Igual suerte corren los nutrientes en los sedimentos; el fósforo, en este caso, es de 0.35% muy por encima del 0.07 a 0.1% en horizontes normales; el nivel de nitrógeno es 0.40% menor al estándar típico de 1.3 a 2.4%. La cantidad de sedimentos por año es 14000 ton. para Tibánica y 51000 ton. para Potrero Grande.

Toda la contaminación hallada en el humedal La Tibánica y Potrero Grande, ha afectado la salud de las personas, y en especial la de los niños, en lo referente a enfermedades respiratorias y gastrointestinales.

#### AGENDA DE TRABAJO

1. Introducción al tema a cargo del docente y lectura del marco referencial por parte de los estudiantes. Se les debe invitar a que subrayen los conceptos desconocidos y a anotar todas las inquietudes que la lectura les produzca, para luego presentárselas al docente.
2. El docente realiza una presentación básica de las temáticas expuestas en el marco referencial, haciendo uso de ejemplos y mapas mentales, respondiendo a la vez las inquietudes que presenten los estudiantes.
3. TRABAJO EN EQUIPO: Proponer a los estudiantes realizar equipos de 5 estudiantes máximo, para trabajar el tema: clases de ecosistemas. Cada equipo escoge un ecosistema diferente y lo presentará a sus compañeros en forma de exposición, teniendo en cuenta los siguientes criterios: En el contenido se debe incluir clima, características generales del ecosistema, localización, seres vivos característicos e impacto ambiental. Todos los integrantes del equipo deben participar, teniendo en cuenta las condiciones de una exposición y deben incluir ayudas tecnológicas. Las exposiciones deben ser preparadas en el aula con la correspondiente asesoría del docente.

4. ACTIVIDAD DE CAMPO: En los mismos equipos organizados para las exposiciones realizar la actividad de campo propuesta a continuación. De ésta se debe presentar un informe en grupo que debe enviarse a la plataforma virtual de acuerdo a las condiciones que el docente plantee.

**Actividades en campo.**

- Teniendo en cuenta los presupuestos conceptuales sobre ecosistemas, se le solicita caracterizar el ecosistema del humedal Tibánica, en consideración a: factores bióticos y abióticos, tipos de seres vivos allí presentes, relaciones *intra* e *interespecíficas*, niveles de organización de individuos, entre otras. Una vez terminada la caracterización de este ecosistema, compararlo con otros ecosistemas diferentes que conozca o que consulte. Considere todos los criterios antes mencionados.
- Durante el recorrido identificar la problemática ambiental asociada al Humedal Tibánica.

5. Teniendo en cuenta el trabajo desarrollado en la salida de campo presentar la socialización ante el grupo y el docente de la experiencia vivida en el humedal, lo aprendido y las expectativas frente al trabajo planteado.
6. EVALUACIÓN:

En cada parte del desarrollo metodológico se debe realizar evaluación:

Lectura del marco referencial: Evaluación de la participación en clase. Evalúa el docente.

Exposición: Coevaluación y heteroevaluación con la participación del docente y los compañeros.

Informe salida de campo: Evaluación del docente.

Socialización salida: Coevaluación de los compañeros.

## UNIDAD DIDÁCTICA II

### DESEMPEÑOS

- Identificar las características generales de los artrópodos y su clasificación.
- Realizar un muestreo de artrópodos en el Humedal Tibánica y observar sus rasgos característicos en el laboratorio.
- Identificar las características generales de los vegetales y su clasificación.
- Realizar un muestreo de vegetales en el Humedal Tibánica y observar algunos rasgos característicos en el laboratorio.
- Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de dar y recibir críticas constructivas, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo, planteando posibles soluciones a la problemática detectada.

## ARTRÓPODOS

### 1. Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica consiste en la identificación, denominación y agrupamiento de los diferentes individuos en un sistema establecido, es decir, es la unificación de criterios de los científicos para referirse de la misma manera a un organismo en particular.

#### 1.1. Niveles Jerárquicos

- *Especie variedad*: es el mínimo nivel jerárquico y es donde se ubican los organismos en forma individual.
- *Género*: Está compuesto por un gran número de especies que tienen algunas características en común.
- *Subfamilia- Tribu* agrupa a una gran cantidad de géneros.
- *Familia*: agrupa a una determinada cantidad de subfamilias con características comunes.
- *Sub-orden*: agrupación de varias familias.
- *Orden*: conjunto de varios subórdenes o familias con características comunes, agrupa a un conjunto de subórdenes
- *Sub-clase*: agrupa a un conjunto de órdenes.
- *Clase*: agrupa a un conjunto de subclases.
- *Sub-phylum*: agrupa a un conjunto de clases.
- *Phylum*: agrupa a un conjunto de *subphylum*.
- *Reino*: agrupa a un grupo de *phylum* con características comunes.

**Superreino:** Eukaryota  
**Reino:** Animalia  
**Subreino:** Eumetazoa  
**Superfilo:** Deuterostomia  
**Filo:** Chordata  
**Subfilo:** Vertebrata  
**Infracilo:** Gnathostomata  
**Superclase:** Tetrapoda  
**Clase:** Mammalia  
**Subclase:** Theria  
**Infraclase:** Placentalia  
**Orden:** Carnivora  
**Suborden:** Caniformia  
**Familia:** Canidae  
**Género:** Canis  
**Especie:** C. lupus  
**Subespecie:** C. l. familiaris

### 1.2. Reinos.

Hoy en día los organismos existentes en el planeta pueden ser clasificados dentro de cinco reinos:

#### 1.2.1. Clasificación de los seres vivos

REINO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLO
Mónera	Organismos procariontes unicelulares	Bacterias
Protista	Organismos eucariontes unicelulares y algunos pluricelulares	Protozoos
Fungí	Heterótrofos, poseen células eucariotas con pared celular	Levaduras, mohos
Vegetal	Realizan fotosíntesis (autótrofos), células con pared celular.	Plantas
Animal	Móviles, poseen células eucariotas sin pared celular.	Hombre



Figura 14. Clasificación.  
 Fuente: <http://perros.anipedia.net/>

Tabla. Reinos. [http://mundo-pecuario.com/tema12/parasitologia\\_veterinaria/clasificacion-61.html](http://mundo-pecuario.com/tema12/parasitologia_veterinaria/clasificacion-61.html)

### 1.2.2 Generalidades de los artrópodos.

Todos los grupos de organismos pluricelulares los artrópodos forman el grupo biológico que ha tenido más éxito biológico en nuestro planeta, tanto en cuanto a número de especies como en número de individuos, como en número de ecosistemas conquistados. Tienen más de un millón de especies, lo cual significa que el 80% de todas las especies animales conocidas son artrópodos y habitan tanto en el mar (crustáceos), como en el agua dulce (crustáceos y larvas de insectos), como el medio terrestre (insectos, arácnidos y miriápodos). La razón de su éxito básicamente se debe a su esqueleto de quitina, una sustancia impermeable, dura y muy ligera, que los permite vivir fuera del agua sin peligro de desecación. En este aspecto son mucho más eficaces que los vertebrados terrestres, sólo hace falta comparar la facilidad del vuelo de un insecto con el de un pájaro o de un murciélago. Ellos son los auténticos animales voladores. Pero no todo son ventajas, el esqueleto

Clase	Órganos bucales	Nº Partes del cuerpo	Nº de Patas	Nº de antenas	Respiración
Arácnidos	Quelíceros	2	8	0	Traqueal y Pulmonar
Miriápodos	Mandíbulas	2	10 a 200	2	Traqueal
Crustáceos	Mandíbulas	2	Variable	4	Branquial
Insectos	Mandíbulas	3	6	2	Traqueal

externo comporta que no puedan lograr un gran tamaño, porque el transporte del aire desde el exterior hasta las células más profundas por los tubos traqueales requeriría un esfuerzo excesivo.

Los artrópodos. Son los invertebrados que tienen un esqueleto externo de quitina con apéndices articulados móviles. Tienen el cuerpo segmentado, para crecer experimentan mudas y, en ocasiones, cambios de forma (metamorfosis). Presentan circulación abierta, es decir su medio interno (hemolinfa) es impulsado por el corazón hacia un vaso de los cuales sale a unas grandes lagunas internas y de esta pasa de nuevo al corazón a través de sus orificios laterales. Los artrópodos se clasifican en: Arácnidos, Miriápodos, Crustáceos e Insectos.

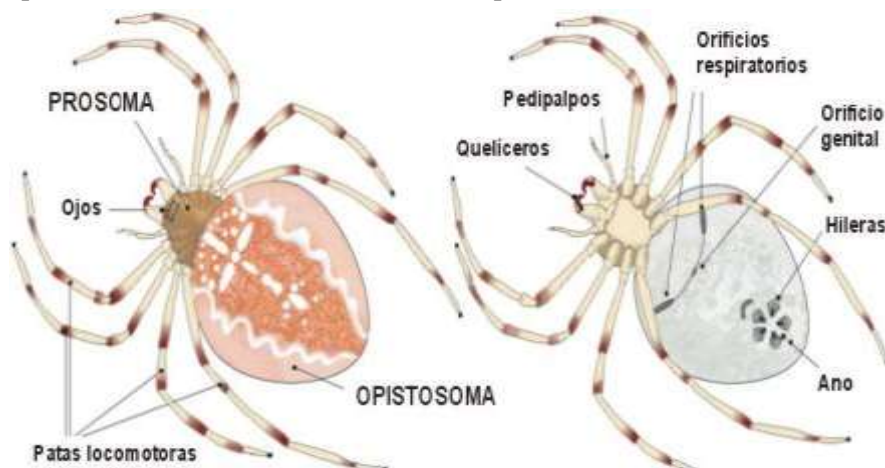


Figura 15. Arácnidos. Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)



### 1.2.2.1. Los arácnidos.

Son artrópodos que en lugar de tener dos mandíbulas en la boca, una encima de la otra, presentan dos apéndices, uno al lado del otro, denominados quelíceros, que tienen el cuerpo dividido en dos partes (prosoma y opistosoma), carecen de antenas y tienen 8 patas en el prosoma. Respiran mediante unos conductos ramificados (tráqueas) que llevan el aire desde el exterior a cada una de las células (respiración traqueal). Algunos, además, presentan unas tráqueas que confluyen en cavidades que actúan como pulmones puesto que en ellas el oxígeno pasa a un líquido interno que lo distribuye (respiración pulmonar).

Se distinguen cuatro grupos de arácnidos que son:



**Arañas.** Presentan una cintura entre prosoma y opistosoma. Los quelíceros son uñas venenosas. Segregan un líquido que da lugar a un hilo con el que forman las telarañas.

Figura 16. Arácnidos.

Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)



**Opiliones.** Sin cintura entre prosoma y opistosoma. La mayoría presentan patas muy largas

Figura 17. Opiliones. Fuente:

[www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)



**Escorpiones.** El opistosoma presenta dos partes, la segunda es delgada y acaba en un aguijón venenoso

Figura 18. Escorpiones

Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)



**Ácaros.** El prosoma está muy reducido y fusionado al opistosoma.

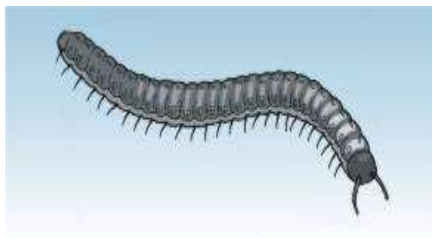
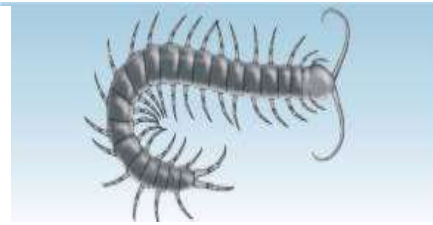
Figura 19. Acaros.

Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)

### 1.2.2.2. Miriápodos

Son artrópodos terrestres que presentan una cabeza con 2 antenas y mandíbulas y un tronco constituido por numerosos segmentos (de 10 a 200). Tienen respiración traqueal. Se clasifican en dos grupos denominados Diplópodos y Quilópodos

**Quilópodos.** Tienen el tronco aplanado y un solo par de patas en cada segmento. Son los denominados ciempiés. Por ejemplo la escolopendra cuyo primer par de patas está transformado en dos uñas venenosas (furcípulas).



**Diplópodos.** Tienen tronco cilíndrico y dos pares de patas en cada uno de los segmentos.

### 1.2.2.3. Crustáceos.

Son artrópodos mandibulados, con dos pares de antenas, respiración branquial y el cuerpo generalmente dividido en dos partes denominadas cefalotórax y abdomen (unos pocos presentan tres partes denominadas cabeza, tórax y abdomen como los insectos). En muchos la quitina está impregnada de sales (carbonato cálcico) para ser más resistente. En estos, la parte del esqueleto que corresponde al cefalotórax se denomina caparazón. Los apéndices de los crustáceos tienen dos ramas (birrámeos) aunque generalmente una está muy reducida o transformada en una branquia interna. Cerca de la boca hay dos apéndices denominados maxilípedos que sirven por aproximar el alimento. Los dos últimos apéndices del abdomen se denominan urópodos. Generalmente presentan metamorfosis.

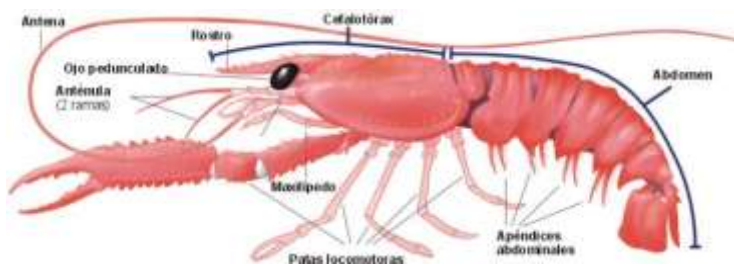


Figura 22. Crustáceo. Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)

Los grupos de Crustáceos más destacables son los Decápodos, los Copépodos, los Cirrípedos y los Isópodos.



Figura 24. Copépedo. Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)

**Copéodos.** Son los

**Decápodos.** Se caracterizan por tener 10

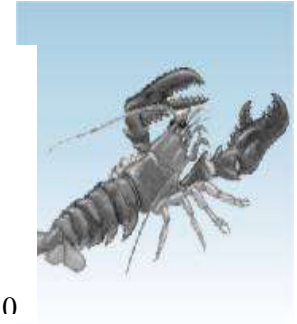


Figura 26. Isópodos. Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)

**Isópodos.** Generalmente acuáticos. Algunos son terrestres, como las cochinillas de la humedad.

**Cirrípedos.** Son crustáceos sésiles (fijos). Por ejemplo los percebes y los balanus o bellotas de mar.



Figura 25. Cirrípodos. Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)

#### 1.2.2.4. Insectos.

Son los artrópodos que tienen el cuerpo dividido en tres partes denominadas: cabeza, tórax y abdomen, que presentan un par de antenas, mandíbulas, tres pares de patas y respiración traqueal. Se conoce más de un millón de especies, por lo cual es el grupo dominante en la Tierra. Viven en el medio terrestre y en agua dulce pero no en el mar.

##### 1.2.2.4.1. Morfología externa.

En la cabeza tienen dos ojos compuestos y dos o tres pequeños ojos simples. Las dos antenas tienen función olfativa. La boca puede ser de tipo picadora-chupadora como la de los mosquitos, masticadora como la del saltamontes, chupadora como la "espiritrompa" de las mariposas, o masticadora-lamedora como la de las abejas. En el tórax se diferencian tres segmentos con un par de patas en cada uno de ellos, tienen pues 6 patas. La mayoría de los insectos tienen un par de alas en el segundo y tercer segmento, tienen pues 4 alas. En los denominados Dípteros, como las moscas, el segundo par de alas está reducido a un par de pequeñas mazas (balancines) con función estabilizadora del vuelo. El abdomen tiene 11 segmentos que presentan un par de orificios laterales denominados estigmas, que son los orificios de entrada del aire en unos conductos, denominados tráqueas, que lo distribuyen por todas las células.

En el segmento 8 de las hembras y en el 9 de los machos están los orificios genitales y los apéndices copuladores. En las hembras de algunas especies existen órganos especiales para la puesta de huevos (como el oviscapto de los saltamontes) o para la defensa (como el aguijón de las abejas).

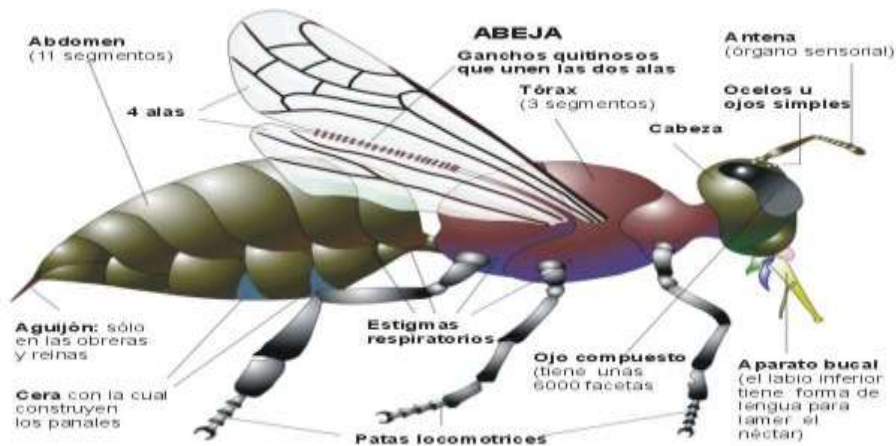


Figura 27. Insecto y partes. Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)

#### 1.2.2.4.2. Anatomía interna.

Tienen respiración traqueal, un corazón dorsal en forma de tubo, sistema nervioso con cerebro y cadena nerviosa ventral y aparato digestivo tubular.

#### 1.2.2.4.3. Reproducción.

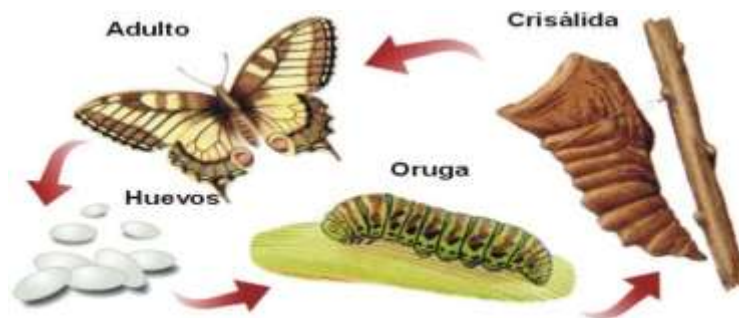


Figura 28. Ciclo de vida de la mariposa. Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)

La fecundación es interna es decir mediante cópula. Del huevo sale una larva que experimenta metamorfosis (cambios de forma) hasta llegar a adulto. Se distingue la metamorfosis sencilla, cuando sólo se producen pequeños cambios de proporción, como la del saltamontes, y la metamorfosis compleja cuando de huevo se pasa a oruga (móvil), después a pupa (inmóvil y con una cubierta protectora), que en las mariposas recibe el nombre de crisálida, y finalmente a adulto, como sucede en las mariposas.

#### *1.2.2.4.4. Ventajas de los insectos con respecto a otros animales.*

No es sólo su elevado número de especies, sino también otras diversas características las que los colocan en situación ventajosa respecto a otros animales y al hombre; entre ellas está la presencia del esqueleto externo o exoesqueleto, formado por el endurecimiento de las paredes del cuerpo para proteger los órganos internos y al animal la excesiva evaporación; su tamaño generalmente pequeño los hace difícilmente distinguibles de sus enemigos naturales y los defiende de otras circunstancias adversas, la facultad de volar que la mayoría posee, los ayuda a desplazarse rápidamente para ponerse a salvo, para proveerse de alimentos, para buscar el sexo opuesto y perpetuar la especie, entre otras.

Su poder de reproducción y lo breve de su ciclo biológico los coloca en condiciones de multiplicarse enormemente en muy corto tiempo en comparación con los animales mayores. El mimetismo al permitirle tomar forma o color de los objetos cercanos, los hace pasar desapercibidos para sus enemigos naturales y para sus propias víctimas cuando se trata de depredadores. El cambio de forma que se observa en mucho de ellos les es en cierto modo ventajoso, como en el caso de especies de clima frío que al invernar, ya sea como huevecillo, larva o pupa enterrada en el suelo se protegen de las bajas temperaturas prevalecientes en la superficie.

Desde el punto de vista agrícola, estos cambios que forma las favorecen, ya que un gran número de nuestros agricultores no relacionan la larva que combatieron como un gusano que angostaba sus cultivos, con la pupa o crisálida que después encuentran suspendida de las ramas o enterrada en el suelo y menos aún con la mosca o mosca que no guarda ninguna semejanza con el enemigo inicial, y de esta manera descuidan la próxima generación que consecuentemente es, por lo común más importante que la primera.

#### *1.2.2.4.5. Insectos perjudiciales*

No es desconocido la existencia de dos grupos de insectos; uno de ellos, integrado por considerable número de especies con grandes beneficios, porque se aprovechan los productos que elaboran, se utilizan sus secreciones, el contenido de sus cuerpo, su trabajo como polinizadores, sus hábitos de depredadores y parasitismo sobre especies perjudiciales, sus propiedades medicinales, su valor en la investigación científica, su valor estético, entre otros. El otro grupo formado por mucho menos especies, constituye una de las más grandes preocupaciones del hombre por su perjuicio al hombre y a los animales, perjuicios a las plantas, destrucción o daño parcial de productos alimenticios o industriales almacenados, entre otros. Ante esta situación la lucha se vuelve interminable en encontrar los métodos más modernos que se pueden utilizar contra las plagas.

Los insectos son capaces de causar un perjuicio directo, así como daños indirectos a las plantas por transmitir enfermedades. Algunas especies de insectos están asociadas con una especie vegetal en particular, es decir, cada especie está asociada con grupos de especies vegetales de las que se alimenta (Thorsteinson, 1960).

1.2.2.4.6. *Insectos benéficos*

Entre los insectos encontramos un gran número de especies que reportan beneficios al hombre y que algunas veces pasan desapercibidos. Las secreciones de ciertos insectos son aprovechables y en algunos casos originan importantes industrias, esto sucede con la cera, producto secretado por glándulas especiales del cuerpo de la abeja que aparece en forma de laminillas situadas por el lado ventral del abdomen. La seda natural es una secreción de las larvas de *Bombyx mori*, especie conocida como el gusano de seda, la abeja *Apis Mellifera* y algunos otros himenópteros colectan el néctar de las flores y lo transforman en miel. Como polinizadores los insectos benefician considerablemente al hombre, puesto que ellos polinizan las flores de numerosas plantas cultivadas y silvestres y sin este trabajo indudablemente no se producirían frutos y semillas indispensables para nuestra alimentación y para la industria.

Otra forma de beneficio la proporcionan los insectos depredadores y parásitos, innumerables especies trabajan en condiciones naturales manteniendo en bajo nivel la población de insectos









Principales grupos de insectos			
			
Ortópteros (saltamontes)	Himenópteros (abejas, avispas y homigas)	Coleópteros (escarabajos)	Dipteros (moscas)
			
Hemípteros (chinchete de campo)	Lepidópteros (mariposas)	Odonatos (libélulas)	Afanípteros (pulgas)

Figura 29. Grupos principales de Insectos.

Fuente: [www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm](http://www.aula2005.com/html/cn1eso/.../17artropodes2es.htm)



perjudiciales e incluso las malas hierbas (Harris, 1964). El uso de insectos en medicina es indudable, el extracto de 56 g. de su cuerpo en un litro de alcohol es recomendable contra afecciones de urticaria, fiebre escarlatina, difteria, edemas e irritaciones urinarias (Metcalf, 1965). Las agallas de algunas especies tienen propiedades medicinales y se recomienda como astringentes, tónicos y antídotos de venenos.

En las investigaciones científicas los insectos contribuyen al conocimiento de la citología, fisiología y eugenesia. Las cucarachas se han utilizado con mucho éxito en estudios de nutrición; las moscas, mosquitos y otros insectos se emplean en bioanálisis de cantidades muy pequeñas de venenos, sobre todo en frutos y vegetales que van a ser consumidos por el hombre o por animales domésticos. Estos son unos de los pocos ejemplos de beneficios que presentan los insectos, además son mucho más la especies beneficiosas que las que son perjudiciales.

### Clave para las clases más importantes de *Arthropoda*

1 Cuerpo alargado en forma de gusano, con dos secciones bien definidas que corresponden a la cabeza y el abdomen; cabeza con un par de antenas	2
Cuerpo sin forma de gusano, con dos o tres secciones bien definidas que corresponden a cefalotórax y abdomen o a la cabeza, el tórax y el abdomen, respectivamente	3
2 Abertura genital situada en la región anterior del abdomen; más de cinco pares de patas y muchos de los segmentos con dos pares cada uno.	<i>Myriapoda</i>
Abertura genital situada en la región posterior del abdomen; patas numerosas, pero sólo un par en cada segmento.	<i>Chilopoda</i>
3 cabeza con uno o dos pares de antenas; tres o más pares de patas	4
Cabeza fusionada con el tórax (cefalotórax) desprovista de antenas; cuatro pares de patas articuladas; sin alas	<i>Arachnida</i>
4 Dos pares de antenas y por lo menos cinco pares de patas articuladas. Frecuentemente la cabeza y el tórax se une formando el cefalotórax	<i>Crustacea</i>
Un solo par de antenas y solo tres pares de patas articuladas; cabeza, tórax y abdomen generalmente bien definidos, uno o dos pares de alas frecuentemente	Insectos

Para mayor información acerca de los artrópodos abre el siguiente hipervínculo y podrás interactuar con ellos:

<http://www.educared.org/global/anavegar5/podium/images/a/2564/insectos.htm>

## VEGETALES

## 2. Generalidades.

A este reino pertenecen los organismos eucariontes pluricelulares fotosintéticos, cuyas células presentan paredes celulares de celulosa y se suelen encontrar especializadas funcionalmente formando tejidos. Las plantas presentan un ciclo biológico diplohaplonte en el que cada fase, diplonte y haplonte, tiene un desarrollo diferente según el grupo taxonómico. Se distinguen dos grandes grupos -sin categoría taxonómica- según tengan o no tejidos conductores:

- Plantas no vasculares (sin tejidos conductores).
- Plantas vasculares (con tejidos conductores).

Recordemos que la categoría taxonómica posterior al reino, en las plantas es la división (equivalente al filo de los animales). Así, se distinguen tres divisiones: Briófitas, Pteridófitas y Espermatófitas, que se relacionan con los dos grupos anteriores de la siguiente manera:

REINO VEGETAL	No Vasculares	Briofitas (musgos y hepáticas)	Criptógamas (sin flores)
	Vasculares	Pteridofitas. (Helechos y Equisetos)	
		Espermatofitas. (Plantas con semillas)	Fanerógamas (Con flores)



Figura 30. Musgo.

Fuente:<http://www.todabiologia>

Tabla 2. Clasificación general de los vegetales. Fuente:  
[http://www.natureduca.com/botan\\_clasif\\_taxonom2.php](http://www.natureduca.com/botan_clasif_taxonom2.php)

## 2.1. Plantas no vasculares.

Dentro de las plantas sin vasos conductores encontramos:

## 2.1.1. División briófitas:

Son plantas pequeñas terrestres aunque necesitan vivir en medios húmedos. Tienen una organización muy sencilla, no forman órganos sino falsas raíces, tallos y hojas (para ser verdaderas raíces, tallos u hojas deberían tener tejidos conductores), ya que sus células son indiferenciadas. Al no tener tejidos conductores, los nutrientes se reparten entre las células por simple difusión de unas a otras. La captación de agua y sales minerales no se realiza por raíces, ya que no tienen, sino que cada célula absorbe el agua directamente del medio en toda la planta. Por ello y porque no tienen capas superficiales protectoras que eviten eficazmente la pérdida de agua y porque la fecundación necesita este medio, necesitan vivir en ambientes húmedos.



La fase dominante del ciclo biológico es la haploide (gametofito). Se incluyen en este grupo a los musgos y las hepáticas. Las briófitas se consideran un paso evolutivo intermedio entre las algas y las plantas vasculares. Existen unas 20.000 especies.

## 2.2. Plantas vasculares

Las plantas vasculares son las más evolucionadas, ya que el desarrollo de tejidos conductores supone la independencia del medio acuoso. En ellas existen ya verdaderos tejidos y órganos diferenciados (raíces, tallos y hojas) y estructuras conductoras que transportan agua y sales minerales desde las raíces a las hojas, y los productos de la fotosíntesis desde las hojas al resto de la planta. Este tipo de organización corporal se denomina cormo, por lo que también recibe este grupo el nombre de cormófitas. Se distinguen dos tejidos conductores: **xilema**, que transporta agua y sales minerales de la raíz a las hojas, y **floema**, que transporta los productos de la fotosíntesis desde las hojas al resto de la planta. Ya que los tejidos conductores (especialmente el xilema) pueden tener una función de sostén, estas plantas pueden alcanzar mayor tamaño.



Figura 31. Planta vascular.

Fuente: <http://www.todabiologia>



Figura 32. Planta vascular. Pteridofitas

Fuente: wikipedia

2.2.1. *División pteridofitas*: Son los helechos, plantas con gametos masculinos flagelados que se desplazan por el exterior hacia los femeninos, por lo que aún dependen del agua para la fecundación. Su cuerpo está formado por **raíz**, tallo subterráneo (**rizoma**) y hojas (**frondes**). Existen unas 12.000 especies.

### 2.2.2. *División espermatofitas*:

Son plantas totalmente independientes del medio acuático, incluso para la fecundación (sus espermatozoides no son flagelados). Existen unas 270.000 especies. Su nombre indica que estas plantas **forman semillas**, en cuyo interior se forma el embrión, lo cual conlleva ciertas ventajas:

- La semilla es una forma de resistencia muy eficaz contra la desecación y otros factores que pueden dañar al embrión.
- Contiene nutrientes que alimentan al embrión hasta que éste germina y desarrolla la capacidad fotosintética.
- Facilitan la diseminación de los individuos y la colonización de nuevos territorios. Tienen unas estructuras reproductoras

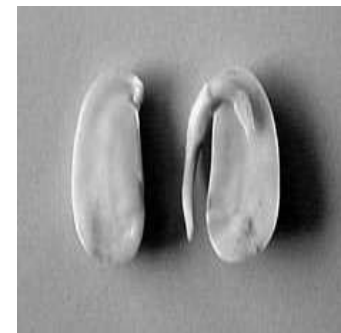


Figura 33. Planta vascular.

Cotiledón

Fuente: wikipedia

características: las **flores**, por lo que también se denominan fanerógamas.

Las espermatófitas se clasifican en dos grupos: gimnospermas y angiospermas y estas últimas en monocotiledóneas y dicotiledóneas.

ESPERMATOFITAS	Gimnospermas (Semillas sin fruto)	
	Angiospermas (Semillas con fruto)	Clase Monocotiledóneas Clase dicotiledóneas

Tabla 3. División de espermatofitas. Fuente: [http://www.natureduca.com/botan\\_clasif\\_taxonom2.php](http://www.natureduca.com/botan_clasif_taxonom2.php)

### 2.2.2.1. Subdivisión Gimnospermas:

Son plantas cuyas semillas no están contenidas en un fruto, sino que se presentan al descubierto. Además, sus flores no presentan sépalos (cáliz) ni pétalos (corola). El grupo más conocido y numeroso es el de las coníferas, plantas con órganos florales en forma de cono denominados piñas (las semillas se presentan desnudas sobre las escamas de la piña), y hojas aciculares (en forma de aguja). Son coníferas los pinos, los abetos y los cipreses, entre otros.

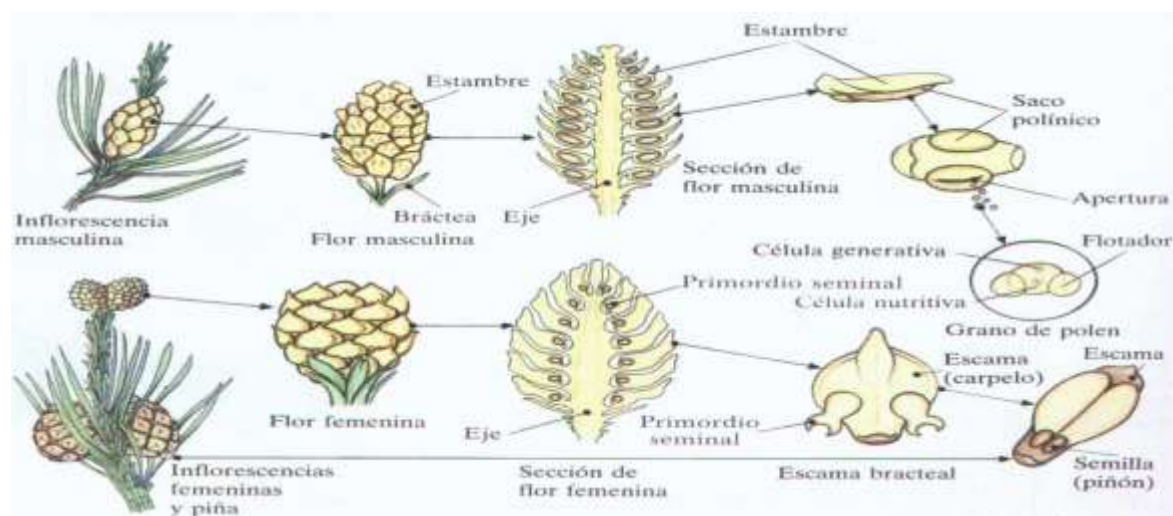


Figura 34. Piñas (con flores masculinas una y femeninas la otra) del pino y formación de la semilla. Fuente: <http://agr.unne.edu.ar/botanica/animaciones/ciclos/pino/paginaspino/ciclo%20pino.htm>

### 2.2.2.2. Subdivisión Angiospermas:

Son plantas cuyas semillas están contenidas en un fruto. Sus flores presentan sépalos y pétalos, lo que las hace más aparente que las flores de las gimnospermas. Además, estas flores tienen órganos femeninos cerrados en cuyo interior se localizan las células sexuales. Los vasos conductores son más complejos que los de los grupos anteriores. Todo ello permite que se adapten a todo tipo de condiciones ambientales (humedad, aridez, frío, calor, etc.) por lo que son las plantas de mayor difusión, gracias a su éxito evolutivo.

Las angiospermas se clasifican en dos clases: monocotiledóneas y dicotiledóneas

<i>ANGIOSPERMAS</i>	
<i>Clase Monocotiledóneas</i>	<i>Clase Dicotiledóneas</i>
Raíz fasciculada: raíces no ramificadas que salen de un punto.	Raíz axonomorfa: una raíz principal de la que salen ramificaciones.
Haces conductores dispersos por la sección del tallo.	Haces conductores dispuestos en círculos en el tallo.
Hojas con nervios paralelos, no ramificados.	Hojas con nervaduras ramificadas.
Embrión de la semilla con un solo cotiledón	Embrión de la semilla con dos cotiledones (hojas modificadas que acumulan sustancias nutritivas).
Gran abundancia de plantas herbáceas.	Abundan las formas arbóreas.
Flores trímeras: el número de piezas florales es 3 o múltiplo de 3.	Flores pentámeras o, menos a menudo, tetrámeras.

Tabla 4. Clasificación de las angiospermas

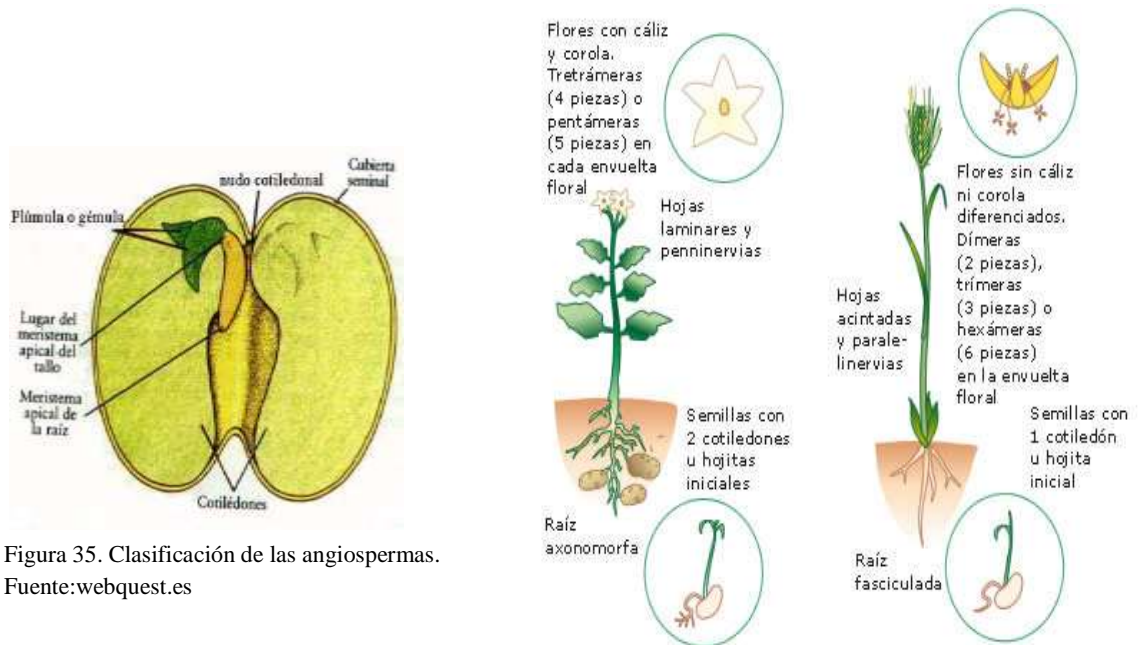


Figura 35. Clasificación de las angiospermas.  
Fuente:webquest.es

**AGENDA DE TRABAJO**

1. Introducción al tema a cargo del docente y lectura del marco referencial por parte de los estudiantes. Se les debe invitar a que subrayen los conceptos desconocidos y a anotar todas las inquietudes que la lectura les produzca, para luego presentárselas al docente.
2. El docente realiza una presentación básica de las temáticas expuestas en el marco referencial, haciendo uso de ejemplos y mapas mentales, respondiendo a la vez las inquietudes que presenten los estudiantes.
3. TRABAJO INDIVIDUAL

Cada estudiante debe realizar un mapa conceptual sobre la clasificación de los artrópodos y otro sobre la clasificación de las plantas, teniendo en cuenta las indicaciones del docente acerca de la elaboración de este tipo de mapas mentales.

#### 4. TRABAJO EN EQUIPO

Proponer a los estudiantes realizar equipos de máximo 5 estudiantes, para trabajar las dos actividades de campo planteadas a continuación.

##### 4.1. ACTIVIDAD DE CAMPO No. 1

Se debe presentar un informe en físico, en el cual se describa toda la actividad realizada en el humedal y se consignen los resultados de todas las observaciones, recreando las plantas a través de dibujos. Durante la salida de campo para identificar artrópodos, aprovechemos, observemos e identifiquemos diferencias entre plantas Angiospermas y Gimnospermas. En los grupos dispuestos tomemos muestras de las flores de una planta Angiosperma y una Gimnosperma. ¿En qué consisten sus diferencias? ¿Cuáles de estas plantas producen frutos? Ahora tomemos muestras de hojas de plantas monocotiledóneas y dicotiledóneas. Observa estos dos tipos de plantas teniendo en cuenta los criterios vistos en clase e identifique todas las diferencias entre ellas

##### 4.2. ACTIVIDAD DE CAMPO No. 2

Tomar un litro de agua del humedal y una porción de suelo para realizar la práctica de laboratorio descrita a continuación. De esta actividad se debe entregar informe de laboratorio con los resultados.

Tomar una muestra de agua (1 L) del humedal y llevarla al laboratorio:

- Observar la muestra y describir sus propiedades organolépticas (no probar).
- Medir la masa y el volumen de la muestra y hallar su densidad.
- Si el agua es turbia, realice una filtración sencilla, observe el filtrado y determine el porcentaje de residuo sólido.
- Tome una muestra de suelo, observe sus propiedades organolépticas.
- Realice un tamizaje de la muestra y caracterice el material que no pasa a través del tamiz.
- Tome una muestra de agua del colegio y realice el mismo procedimiento que con el agua del humedal. Compare los resultados y consulte a que se deben las diferencias.

#### 5. ACTIVIDAD INDIVIDUAL

Con los insectos y demás artrópodos encontrados en la primera actividad de campo, realizar su clasificación taxonómica usando la **Clave para las clases más importantes de Arthropoda**, del marco referencial, una vez clasificado el organismo buscar en enciclopedias virtuales las características de cada uno de los organismos hallados. Presentar la clasificación y la consulta en el cuaderno al docente.

6. Leer el siguiente documento sobre Toxicología y valoración riesgo-beneficio y discutirlo en foro con todos los compañeros y el docente.

### ***Toxicología y Valoración Riesgo- Beneficio***

Cada día tomamos decisiones acerca de lo que hacemos o comemos, con frecuencia sin pensar acerca de los riesgos asociados a estas decisiones. Estamos conscientes de los riesgos del cáncer por fumar o por usar las pinturas con plomo, y sabemos que hay mayor riesgo al cruzar una calle donde no hay semáforo o acera.

Un concepto básico de la toxicología es el enunciado de Paracelso de que “*la dosis correcta es la diferencia entre un veneno y un remedio*”. Para evaluar el nivel de peligro de varias sustancias, naturales o sintéticas, se hace una valoración de riesgo al exponer a animales de laboratorio a las sustancias y realizar un seguimiento a los efectos en la salud.

Con frecuencia, a los animales de prueba se les dan dosis mucho mayores que a los humanos. Muchos químicos o sustancias peligrosos se han identificado mediante estas pruebas. Una medida de toxicidad es la LD<sub>50</sub> o “dosis letal cincuenta”, que es la concentración de la sustancia que causa la muerte en el 50% de los animales de prueba. Una dosis generalmente se mide en miligramos por kilogramo de masa corporal o microgramo por kilogramo. (µg/Kg)

*Dosis*

*Unidades*

Partes por millón (ppm) = miligramos por kilogramo (mg/kg)

Partes por mil millones (ppb) = Microgramos por kilogramo (µg/kg)

Existen otras evaluaciones que necesitan hacerse, pero es fácil comparar las LD<sub>50</sub> de 3 mg/Kg sería enormemente tóxico. Esto significa que se esperaría la muerte de la mitad de los animales de prueba a los que se les den 3 mg/Kg de masa corporal. Pero la sal (cloruro de sodio) con una LD<sub>50</sub> de 3000 mg/Kg, tendría una toxicidad mucho más baja. Aunque el riesgo en animales con base en correlación dosis-respuesta se evalúa en el laboratorio, es más difícil determinar el impacto en el ambiente, pues también hay diferencia entre la exposición continua y una sola gran dosis de la sustancia. A continuación se muestran algunos valores LD<sub>50</sub> para pesticidas y materiales comunes probados en ratas.

<b><i>Sustancia</i></b>	<b><i>LD<sub>50</sub> (mg/kg)</i></b>
Azúcar de mesa	29700
Polvo para hornear	4220
Sal de cocina	3000
Etanol	2080
Aspirina	1100
Cafeína	192
Cianuro de sodio	6
Parathion	3

Endrin	10
Aldrin	70
DDT	350
Malation	2.8
Aldicarb	1

Tabla 6. Tomada de Química Timberlake-Timberlake

## 7. EVALUACIÓN

En cada parte del desarrollo metodológico se debe realizar evaluación:

Lectura del marco referencial: Evaluación de la participación en clase. Evalúa el docente.

Mapas mentales. Heteroevaluación por parte del docente

Informes salida de campo y laboratorio: Evaluación del docente y coevaluación

Clasificación de artrópodos y consulta: Heteroevaluación del docente

Foro sobre lectura: Coevaluación y autoevaluación.

## UNIDAD DIDÁCTICA No. III

### DESEMPEÑOS

- Comprender conceptos básicos de masa molar, composición porcentual y tipos de fórmulas, para la solución de problemas cotidianos.
- Aplicar los conceptos de masa molar, composición porcentual y determinación de fórmulas empíricas a la química de fertilizantes, pesticidas y feromonas.
- Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de asumir responsabilidades en la elaboración de informes, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo y el del grupo, planteando posibles soluciones a situaciones problemas.

### CANTIDADES QUÍMICAS: CÁLCULOS CON EL USO DE MASA MOLAR-COMPOSICIÓN PORCENTUAL- FORMULAS EMPIRICAS.

#### 1. Masa atómica de una muestra de átomos.

La masa atómica expresada unidades de masa atómica (umas) escrita bajo el símbolo en la tabla periódica es la masa de un solo átomo de dicho elemento y se pueden escribir dos factores de conversión a partir de la masa atómica. Por ejemplo, la masa atómica del sodio se escribe como

Factor de conversión de masa atómica

$$\frac{22,99 \text{ uma}}{1 \text{ átomo de Na}} \quad \text{o} \quad \frac{1 \text{ átomo de Na}}{22,99 \text{ uma}}$$

La masa atómica también se utiliza para determinar el número de átomos en una masa específica de un elemento.

## 2. Masa fórmula

Para un compuesto, la masa fórmula es la suma de las masas atómicas de todos los átomos en su fórmula. Para determinar la masa fórmula, se multiplica el subíndice de cada elemento por su masa atómica y se suman los resultados.

## 3. El mol

En química, las partículas como átomos, moléculas e iones se cuenta por el mol, que es la unidad que contiene  $6,022 \times 10^{23}$  elementos: Este número es llamado el número de Avogadro, en honor a Amadeo Avogadro, un físico italiano.

Un mol de un elemento siempre tiene un número de Avogadro de átomos.

$$1 \text{ mol de un elemento} = 6,022 \times 10^{23} \text{ átomos de dicho elemento.}$$

Un mol de un compuesto contiene un número de Avogadro de moléculas o unidades fórmula. El número de Avogadro se usa como un factor de conversión para convertir entre las moles de una sustancia y el número de partículas que contiene.

$$\frac{6,022 \times 10^{23} \text{ partículas}}{1 \text{ mol}} \quad \text{y} \quad \frac{1 \text{ mol}}{6,022 \times 10^{23} \text{ partículas}}$$

### *Los subíndices establecen las moles de elementos*

Los subíndices en una fórmula química indican el número de átomos de cada tipo de elemento en un compuesto. Por ejemplo, una molécula de  $\text{CO}_2$  consiste  $6,022 \times 10^{23}$  partículas de 1 átomo de C y 2 de O. Si tenemos  $6,022 \times 10^{23}$  moléculas de  $\text{CO}_2$  (1 mol), contendría  $6,022 \times 10^{23}$  átomos de C y  $2 \times 6,022 \times 10^{23}$  átomos de O.

Los subíndices en la fórmula  $\text{CO}_2$  especifican que 1 mol de  $\text{CO}_2$  contiene 1 mol de átomos de C y 2 moles de átomos de O.

## 4. Masa molar

Para cualquier elemento, la cantidad llamada masa molar es la masa atómica de dicho elemento expresada en gramos. Por ejemplo, para obtener 1 mol de átomos de carbono, pesariamos 12,01 g de carbono, es decir, la masa molar es numéricamente igual a la masa atómica en gramos.

### *Masa molar de un compuesto*

Para determinar la masa molar de un compuesto, se multiplica la masa molar de cada elemento por su subíndice en la fórmula y se suman los resultados. Por ejemplo, la masa molar del trióxido de azufre,  $\text{SO}_3$ , se obtiene al sumar las masas molares de 1 mol de azufre y 3 moles de oxígeno.

La masa molar de un elemento o compuesto es uno de los factores de conversión más importantes en química ecológica. Por ejemplo, 1 mol de calcio tiene una masa de 40.08 g. A partir de esta equivalencia, se pueden escribir dos factores de conversión.

$$\frac{40,08 \text{ g de Ca}}{1 \text{ mol de Ca}} \quad \text{y} \quad \frac{1 \text{ mol de Ca}}{40,08 \text{ g de Ca}}$$

## 5. Composición porcentual y fórmulas empíricas

Los átomos de los elementos de un compuesto están combinados en una proporción definida, la masa molar de cualquier de cualquier compuesto contiene una proporción por masa definida de sus elementos. Con la masa molar se puede determinar la composición porcentual de un compuesto o el porcentaje de masa de cada elemento presente. Por ejemplo: El olor de las peras se debe al acetato de isopropilo,  $C_5H_{10}O_2$  ¿Cuál es su composición porcentual por masa?

$$5 \text{ mol de C} \times \frac{12,01 \text{ g C}}{1 \text{ mol C}} = 60,05 \text{ g C}$$

$$10 \text{ moles de H} \times \frac{1,008 \text{ g H}}{1 \text{ mol H}} = 10,08 \text{ g H}$$

$$2 \text{ moles de O} \times \frac{16 \text{ g O}}{1 \text{ mol O}} = 32 \text{ g O}$$

---


$$\begin{array}{l} 1 \text{ mol de } C_5H_{10}O_2 \\ 102,13 \text{ g (masa molar)} \end{array} \quad \%C = \frac{60,05 \text{ g C}}{102,13 \text{ g } C_5H_{10}O_2} \quad \times 100 = 58,80\% \quad =$$

Entonces,

$$\% H = \frac{10,08 \text{ g H}}{102,13 \text{ g } C_5H_{10}O_2} \quad \times 100 = 9,87 \%$$

$$\% O = \frac{32 \text{ g O}}{102,13 \text{ g } C_5H_{10}O_2} \quad \times 100 = 31,33\%$$

Al comprobar el porcentaje total es igual al 100%

### 5.1. Fórmulas empíricas

Las fórmulas escritas hasta el momento son fórmulas moleculares, que son las fórmulas reales o verdaderas de los compuestos. Si se escribe la fórmula que represente la razón del menor número entero de los átomos en un compuesto, este tipo de fórmula se llamará empírica. Por ejemplo, el compuesto benceno, con fórmula molecular  $C_6H_6$ , tiene fórmula empírica CH. La fórmula molecular del acetileno es  $C_2H_2$ , tiene como fórmula empírica CH.

La fórmula empírica de un compuesto se determina al convertir el número de gramos de cada elemento a moles y encontrar la razón del menor número entero para usar como subíndices. Por ejemplo

El ácido ascórbico (vitamina C) que se encuentra en frutas cítricas y vegetales, contiene carbono (40,9%), hidrógeno (4,58%) y oxígeno (54,5%). ¿Cuál es la fórmula empírica del ácido ascórbico?

A partir de la composición porcentual, escribimos que 100 g de ácido ascórbico contienen 40,9 g de C, 4,58 g de H y 54,5g de O.



$$C = 40,9 \text{ g} \quad H = 4,58 \text{ g} \quad O = 54,5 \text{ g}$$

$$40,9 \text{ g C} \times \frac{1 \text{ mol de C}}{12,01 \text{ g C}} = 3,41 \text{ moles de C}$$

$$4,58 \text{ g H} \times \frac{1 \text{ mol de H}}{1,008 \text{ g H}} = 4,54 \text{ moles de H}$$

$$54,5 \text{ g O} \times \frac{1 \text{ mol de O}}{16 \text{ g O}} = 3,41 \text{ moles de O}$$

Para el problema, el numero menor de moles es 3,41

$$C = \frac{3,41 \text{ mol}}{3,41 \text{ mol}} = 1 \text{ mol}$$

$$H = \frac{4,54 \text{ mol}}{3,41 \text{ mol}} = 1,33 \text{ mol}$$

$$O = \frac{3,41 \text{ mol}}{3,41 \text{ mol}} = 1 \text{ mol}$$

Como se calculó hasta el momento, la razón de moles, la fórmula quedaría así  $C_1 H_{1.33} O_1$ , entonces el subíndice para H no está cerca de un número entero, es decir que no podemos redondear. Si cada uno de los subíndices se multiplica por 3, para que el subíndice de H quede cercano a 4 para redondear, por lo tanto la fórmula empírica del ácido ascórbico es  $C_3H_4O_3$

## 5.2. Relación de fórmulas empírica y molecular

Una vez determinada la fórmula empírica, se puede calcular su masa en gramos, y al conocer la masa molar del compuesto, podemos calcular el valor del entero menor. Por ejemplo

$$\text{Entero pequeño} = \frac{\text{masa molar del compuesto (g/mol)}}{\text{Masa de formula empírica del compuesto (g/mol)}}$$

### AGENDA DE TRABAJO

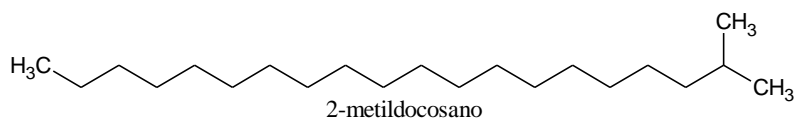
1. Introducción al tema a cargo del docente y lectura del marco referencial por parte de los estudiantes. Se les debe invitar a que subrayen los conceptos desconocidos y a anotar todas las inquietudes que la lectura les produzca, para luego presentárselas al docente.
2. El docente realiza una presentación básica de las temáticas expuestas en el marco referencial, haciendo uso de ejemplos y explicando las situaciones problema que se puedan dar con el cálculo de fórmulas empíricas y moleculares y conversión de unidades de cantidad de materia, además de resolver todas las inquietudes que presenten los estudiantes.

## 3. TRABAJO EN EQUIPO

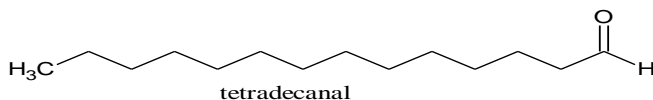
De acuerdo a las explicaciones ofrecidas por el docente, reunirse en grupos de trabajo para dar solución a los ejercicios propuestos en el siguiente taller. El docente estará dispuesto a resolver todas las dudas que los estudiantes presenten a lo largo del taller. El docente también debe invitar a los estudiantes más avanzados en la temática, para que oficien como asesores de sus propios compañeros.

**Ejercicios aplicados a química ecológica**

- La cafeína tiene una fórmula de  $C_4H_5N_2O$ , si tiene una masa molar de 194,2 g, ¿cuál es su fórmula molecular?
- Una muestra de nicotina, un compuesto venenoso que se encuentra en las hojas de tabaco, es 74% de C, 8,7% de H y el resto es nitrógeno. Si la masa molar de la nicotina es 162 g, ¿cuál es su fórmula molecular?
- El insecticida lindano tiene una composición porcentual de 24,78% de C, 2,08% de H y 73,14% de Cl. Si su masa molar es aproximadamente de 291 g/mol, ¿cuál es la fórmula molecular?
- El sulfato de amonio,  $(NH_4)_2SO_4$ , se usa en fertilizantes.
  - a) ¿Cuál es el % de nitrógeno en  $(NH_4)_2SO_4$ ?
  - b) ¿Cuántos átomos de hidrogeno hay en 0,75 moles de  $(NH_4)_2SO_4$ ?
  - c) ¿Cuántos gramos de oxígeno hay en  $4,50 \times 10^{23}$  unidades fórmula de  $(NH_4)_2SO_4$ ?
  - d) ¿Cuánta masa de  $(NH_4)_2SO_4$  contienen 2,50g de azufre?
- El 2 metildocosano, es un hidrocarburo saturado y a su vez es una feromona sexual de lepidópteros y se sintetiza en las glándulas y tiene diferentes funciones de atracción a distancia, aterrizaje o detención en la vecindad de la pareja, o afrodisiaco para la copulación

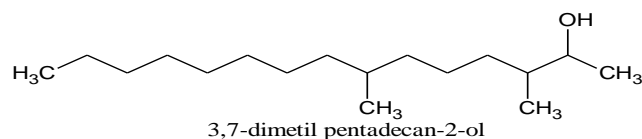


- a) ¿Cuál es el % de carbono en la feromona?
  - b) ¿Cuántos átomos de C hay en 50g de la feromona?
  - c) ¿Cuántos gramos de feromona contiene 5g de C?
  - d) ¿Cuál es la fórmula empírica de esta feromona?
- El tetradecanal es un aldehído saturado y a su vez es una feromona sexual de lepidópteros y se sintetiza en las glándulas y tiene diferentes funciones de atracción a distancia, aterrizaje o detención en la vecindad de la pareja, o afrodisiaco para la copulación

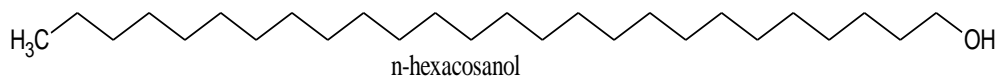


- a) ¿Cuál es la fórmula empírica de la feromona?
- b) ¿Cuántos átomos de carbono hay en 5g de la feromona?
- c) ¿Cuántos gramos de feromona contiene 10g de hidrogeno?

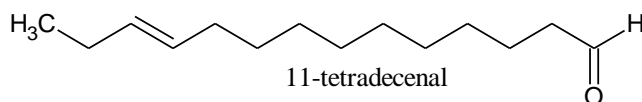
- d) ¿Cuál es el % de carbono e hidrogeno en la feromona?
- El 3,7-dimetil pentadecan-2-ol, es un alcohol saturado y a su vez es una feromona sexual de ortópteros y se sintetiza en sus glándulas y tiene diferentes funciones de atracción a distancia, aterrizaje o detención en la vecindad de la pareja, o afrodisiaco para la copulación.



- a) ¿Cuál es la fórmula empírica de la feromona?
  - b) ¿Cuántos átomos de carbono hay en 12g de la feromona?
  - c) ¿Cuántos gramos de feromona contiene 16g de hidrogeno?
  - d) ¿Cuál es el % de carbono e hidrogeno en la feromona?
- El n-hexacosanol, es un alcohol saturado y a su vez es una feromona sexual de dípteros y se sintetiza en sus glándulas y tiene diferentes funciones de atracción a distancia, aterrizaje o detención en la vecindad de la pareja, o afrodisiaco para la copulación.



- a) ¿Cuál es la fórmula empírica de la feromona?
  - b) ¿Cuántos átomos de carbono hay en 5g de la feromona?
  - c) ¿Cuántos gramos de feromona contiene 10g de hidrogeno?
  - d) ¿Cuál es el % de carbono e hidrogeno en la feromona?
- El 11-tetradecenal es un aldehído insaturado y a su vez es una feromona sexual de los lepidópteros y es sintetizada en las glándulas y tiene diferentes funciones de atracción a distancia, aterrizaje o detención en la vecindad de la pareja, afrodisiaco para la copulación.



- a) ¿Cuál es la fórmula empírica de la feromona?
- b) ¿Cuántos átomos de carbono hay en 6g de la feromona?
- c) ¿Cuántos gramos de feromona contiene 14g de hidrogeno?
- d) ¿Cuál es el % de carbono e hidrogeno en la feromona?

## 6. TRABAJO INDIVIDUAL

6.1. Leer el siguiente documento sobre Química de fertilizantes y discutirlo en foro con todos los compañeros y el docente.

### Lectura para el foro: Química de fertilizantes

Cada año, en la primavera, los propietarios de casas y los granjeros agregan fertilizantes al suelo para producir pastos más verdes y mejores cosechas. Las plantas requieren muchos nutrientes, pero

los principales son nitrógeno, fósforo y potasio (N, P, K). El nitrógeno promueve el incremento del color verde, el fósforo produce raíces abundantes para mejor soporte y desarrollo de plantas frondosas y flores abundantes, y el potasio ayuda a las plantas a defenderse de las enfermedades y de los climas extremos. Los números en un paquete de fertilizante dan los porcentajes de N, P y K por masa. Por ejemplo, los números 30-3-4 indican 30% de nitrógeno, 3% de fósforo y 4% de potasio.

El principal nutriente, el nitrógeno, se presenta en grandes cantidades como  $N_2$  en la atmósfera, pero las plantas no lo pueden utilizar de esta forma. Las bacterias en el suelo convierten el  $N_2$  atmosférico en formas útiles mediante fijación de nitrógeno. Para proporcionar nitrógeno adicional a las plantas, se agregan al suelo varias clases de formulaciones químicas que contienen nitrógeno, incluidos amoníaco, nitratos y compuestos de amonio. Los nitratos se absorben directamente, pero el amoníaco y las sales de amonio primero se convierten en nitratos mediante las bacterias del suelo.

El porcentaje de nitrógeno en un fertilizante depende del compuesto nitrogenado. El porcentaje de nitrógeno por masa en cada uno se calcula con el uso de la composición porcentual.

<b>Tipo de fertilizante</b>	<b>Porcentaje de nitrógeno por masa</b>	
$NH_3$	$\frac{14,01 \text{ g N}}{17,03 \text{ g } NH_3}$	$\times 100\% = 82,27\%$
$NH_4NO_3$	$\frac{28,02 \text{ g N}}{80,05 \text{ g } NH_4NO_3}$	$\times 100\% = 35\%$
$(NH_4)_2SO_4$	$\frac{28,02 \text{ g N}}{132,15 \text{ g } (NH_4)_2SO_4}$	$\times 100\% = 21,20\%$
$(NH_4)_2HPO_4$	$\frac{28,02 \text{ g N}}{132,06 \text{ g } (NH_4)_2HPO_4}$	$\times 100\% = 21,22\%$

La elección de un fertilizante depende de su uso y conveniencia. Un fertilizante se puede preparar como cristales o como polvo, en una solución líquida o como un coloide tipo aerosol. El amoníaco y los fertilizantes de amonio son solubles en agua y de rápida acción. Se pueden hacer otras preparaciones de liberación retardada al encerrar las sales de amonio solubles en agua en un delgado recubrimiento plástico (encapsulado en gel). El fertilizante más común es el  $NH_4NO_3$ , porque es fácil de aplicar y tiene un gran porcentaje de N por masa.

Tomado de Química Timberlake-Timberlake

- Busca otro tipo de fertilizante y encuentra el porcentaje de nitrógeno presente en este.

6.2. En el aula de sistemas realizar el trabajo propuesto con el programa ACDLABS, con la asesoría del docente.

**Actividad**

Implementación del programa ACDLABS (Chemsketch 12.1), para el dibujo correcto de las fórmulas estructurales de los compuestos orgánicos.

- Consulte 10 compuestos semioquímicos y mediante el programa Chemsketch elabore su estructura y mencione los grupos funcionales que estos contiene.

**7. EVALUACIÓN**

En cada parte del desarrollo metodológico se debe realizar evaluación:

Lectura del marco referencial: Evaluación de la participación en clase. Evalúa el docente.

Trabajo en equipo para la solución de taller: Coevaluación.

Evaluación escrita: Heteroevaluación por parte del docente

Foro sobre lectura: Coevaluación y autoevaluación.

Trabajo en sala virtual: Heteroevaluación

**UNIDAD DIDÁCTICA No. IV****DESEMPEÑOS**

- Comprender la estructura de los principales compuestos terpenoides presentes en feromonas, aceites esenciales, sustancias aleloquímicas.
- Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de asumir responsabilidades en la elaboración de informes, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo y el del grupo, planteando posibles soluciones a situaciones problema.

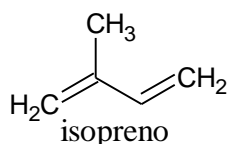
**HIDROCARBUROS y TERPENOIDES.****1. Hidrocarburos.**

El átomo de carbono puede unirse consigo mismo y formar cadenas, utilizando para ello enlaces sencillos, dobles y triples. Las cadenas de hidrocarburos no son rectas en realidad, precisamente por la presencia de los ángulos de  $109^\circ$  y la distribución tetraédrica del enlace C-C,  $sp^3$ . De acuerdo con sus estructuras, los hidrocarburos comprenden dos grandes grupos: los acíclicos o de cadena abierta y los cíclicos, es decir aquellos que forman anillos. Los hidrocarburos acíclicos se dividen a su vez en saturados, cuyas cadenas contienen únicamente enlaces sencillos (C-C-C) y se distinguen con el nombre de alcanos y en no saturados (hidrocarburos insaturados) cuyas cadenas contienen dobles enlaces y reciben en este caso el nombre de alquenos o contienen en la cadena triples enlaces y se denominan alquinos. Los hidrocarburos cíclicos pueden ser también saturados y se les distingue con el nombre de cicloalcanos y la otra subdivisión son los hidrocarburos no saturados, los cuales forman un grupo bastante numeroso de compuestos denominados aromáticos (Herrera, Barreto, Torres, & de Clavijo, 1980).

Los hidrocarburos son compuestos constituidos estructuralmente por átomos de carbono e hidrógeno, por tanto constituye la función fundamental en química orgánica, puesto que por la sustitución de los átomos de hidrógeno en las cadenas carbonadas, por átomos o grupos de átomos diferentes, así se originan las demás funciones químicas.

## 2. Terpenoides

Los terpenos o isoprenoides, son una clase de compuestos orgánicos de origen natural, específicamente en las plantas superiores. Son derivados del isopreno (2-metil-1,3-butadieno), un hidrocarburo de 5 átomos de carbono. El nombre proviene de los derivados del aguarrás "turpentine" en inglés, "terpentin" en alemán. Como ejemplo el caucho natural es un polímero del isopreno.



Cuando los terpenos son modificados químicamente, por ejemplo por oxidación o reorganización del esqueleto hidrocarbonado, suelen denominarse terpenoides (como la vitamina A o retinol, que contiene un átomo de oxígeno).

Los terpenos se usan de forma extensiva por sus cualidades aromáticas, dado que son los constituyentes principales de los aceites esenciales. Así mismo cumplen una función importante en la medicina tradicional y en los remedios herbolarios, y se conocen sus propiedades antibacterianas y otros usos farmacéuticos. Los terpenoides están presentes, por ejemplo, en las esencias del eucalipto, los sabores del clavo y el jengibre. Son terpenoides el citral, mentol, alcanfor, y los cannabinoides. La clasificación de los terpenos según su estructura química, se basa en el número de unidades isopreno presentes.

### 2.1. Clasificación de Terpenos

Los terpenos se pueden clasificar en:

- 2.1.1. *Hemiterpenos*. Los terpenos más pequeños, con una sola unidad de isopreno. Poseen cinco carbonos. El hemiterpeno más conocido es el isopreno mismo, un producto volátil que se desprende de los tejidos fotosintéticamente activos.
- 2.1.2. *Monoterpenos*. Terpenos de diez carbonos. Llamados así porque los primeros terpenos aislados, fueron considerados la unidad base, a partir de la cual se hizo el resto de la nomenclatura. Los monoterpenos son mejor conocidos como componentes de las esencias volátiles de las flores y como parte de los aceites esenciales de hierbas y especias, en los que ellos forman parte de hasta el 5 % en peso de la planta seca. A manera de ejemplo se menciona los farnesol, linalool y geraniol ( $C_{10}H_{18}O$ )

- 2.1.3. *Sesquiterpenos*. Terpenos de 15 carbonos (es decir, terpenos de un monoterpeno y medio). Como los monoterpenos, numerosos sesquiterpenos están presentes en los aceites esenciales. Además algunos sesquiterpenos actúan como fitoalexinas, antibióticos producidos por las plantas en respuesta a la aparición de microbios, y como inhibidores de la alimentación ("*antifeedant*") de los herbívoros oportunistas. La hormona de las plantas llamada ácido abscísico ( $C_{15}H_{20}O_4$ ) o dormina, es estructuralmente un sesquiterpeno biosintéticamente derivado del precursor conocido como xantofila, carotenoide el cual sufre una ruptura por oxidación asimétrica
- 2.1.4. *Diterpenos*. Terpenos de 20 carbonos. Entre ellos se incluye el fitol, que es el lado hidrofóbico de la clorofila. Se forman por la condensación de dos unidades de  $C_{10}H_{18}O$  pirofosfato de farnesilo etc. Además forman parte de los diterpenos las hormonas giberelinas, los ácidos de las resinas de las coníferas y las legumbres, las fitoalexinas, y una serie de metabolitos farmacológicamente importantes, incluyendo el taxol, un agente anti Cáncer encontrado en muy bajas concentraciones (0,01% de peso seco) en la madera del tejo (*taxus officinalis*, "yew"), y forskolina, un compuesto usado para tratar el glaucoma. Algunas giberelinas tienen 19 átomos de carbono por lo tanto se denominan *seco*-diterpenoides.
- 2.1.5. *Triterpenos*. Terpenos de 30 carbonos. Son por lo general generados por la unión cabeza-cabeza de dos cadenas de 15 carbonos formando el hidrocarburo lineal escualeno, el cual se oxida para formar el 2,3- epóxiescualeno. Este se cicliza generando el tetraciclo llamado elanosterol, el cual posteriormente genera colesterol y otros esteroides. Los esteroides son compuestos de diversas funciones biológicas como las hormonas sexuales como la progesterona y la testosterona; los ácidos biliares y los componentes de membrana. Esta gran clase de moléculas incluye a los brassinoesteroides, componentes de la membrana que son fitoesteroles, algunas fitoalexinas, varias toxinas y "*feeding deterrents*", y componentes de las ceras de la superficie de las plantas, como el ácido oleanólico de las uvas. Pueden ser glicosinados como la escina o Reparil gel.
- 2.1.6. *Tetraterpenos o carotenoides*. Terpenos de 40 carbonos provienen de dos unidades diterpénicas cabeza-cabeza. Los tetraterpenos más prevalentes son los pigmentos carotenoides accesorios que cumplen funciones esenciales en la fotosíntesis. En su mayoría son solubles en solventes apolares y de coloraciones que oscilan entre el amarillo (por ejemplo el  $\beta$ -caroteno) y el rojo (por ejemplo el licopeno). Los carotenoides se clasifican en dos grupos: carotenos y xantofilas. Los carotenos solo contienen carbono e hidrógeno (por ejemplo el  $\beta$ -caroteno, el licopeno, etc.), mientras que las xantofilas contienen además oxígeno (por ejemplo la luteína). A los carotenoides generalmente se les denomina con nombres comunes que incluyen las variaciones estructurales de los anillos laterales, en especial la posición del enlace doble. El  $\beta$ caroteno, hoy es denominado  $\beta$ ,  $\beta$ -caroteno, para indicar que los dos anillos de los extremos tienen el enlace doble en la misma posición relativa. El  $\alpha$ -caroteno, ahora se denomina  $\beta$ , ecaroteno (Presente en la zanahoria y en otras frutas rojas y amarillas). En general para los carotenos se usa el sufijo caroteno, y para las xantofilas el sufijo ina. Producen por oxidación compuestos como la vitamina A y el retinal, este último es importante en la química de la visión

- 2.1.7. *Politerpenos*. Los politerpenos, que contienen más de 8 unidades de isopreno, incluyen a los quinonas preniladas altamente conjugadas transportadoras de electrones como la plastoquinona y la ubiquinona, también poliprenoles de cadena larga relacionados con las reacciones de transferencia de azúcares (por ejemplo el dolicol), y también a polímeros como el caucho natural obtenido del látex de la especie *Hevea brasiliensis* (Euphorbiaceae)
- 2.1.8. *Meroterpenos*. Así se llama a los metabolitos secundarios de las plantas que tienen orígenes sólo parcialmente derivados de terpenos. Por ejemplo, tanto las citokininas como numerosos fenilpropanoides contienen cadenas laterales de un isoprenoide de 5 carbonos. El principio activo de la marihuana son los cannabinoides, los cuales tienen una porción molecular de origen policétido y la otra es terpénica. Algunos alcaloides, como las drogas anticancerígenas vincristina y vinblastina, contienen fragmentos de terpenos en sus estructuras. Además algunas proteínas modificadas incluyen una cadena lateral de 15 o 20 carbonos que es un derivado terpénico para anclar la proteína a la membrana.

#### AGENDA DE TRABAJO

4. Introducción al tema a cargo del docente y lectura del marco referencial por parte de los estudiantes. Se les debe invitar a que subrayen los conceptos desconocidos y a anotar todas las inquietudes que la lectura les produzca, para luego presentárselas al docente.
5. El docente realiza una presentación básica de las temáticas expuestas en el marco referencial, haciendo uso de ejemplos y mapas mentales, respondiendo a la vez las inquietudes que presenten los estudiantes.

#### 6. TRABAJO INDIVIDUAL

3.1. Consultar la estructura de algunos terpenoides (10) y realizar la fórmula estructural con la ayuda del programa ACDLabs (Chemsketch 12.1) para la elaboración correcta de fórmulas estructurales de compuestos orgánicos, en el aula virtual y con la asesoría del docente.

3.2. Realizar la lectura de algunos apartes del clásico de la literatura Colombiana “La Vorágine” del autor José Eustasio Rivera y relacionarla con la unidad temática para discusión en foro con los demás compañeros y el docente.

#### 7. TRABAJO EN EQUIPO

Conformar equipos de máximo cinco estudiantes y realizar el laboratorio descrito a continuación. Al finalizar la práctica, cada equipo debe presentar el informe de laboratorio según las indicaciones del docente. El profesor prestará la asesoría necesaria para que la actividad se desarrolle con normalidad.

En el laboratorio realizar el montaje de extracción por arrastre de vapor de agua, para la obtención de aceites esenciales de cáscaras de mandarina y naranja.



## 8. EVALUACIÓN

En cada parte del desarrollo metodológico se debe realizar evaluación:

Lectura del marco referencial: Evaluación de la participación en clase. Evalúa el docente.

Consulta y uso de programa ABCLabs en el aula virtual: Heteroevaluación por parte del docente

Participación en foro sobre fragmentos de La Vorágine: Coevaluación y heteroevaluación con la participación del docente y los compañeros

Informe de laboratorio: Coevaluación y heteroevaluación.

## UNIDAD DIDÁCTICA No. V

### DESEMPEÑOS

- Sensibilizar a los estudiantes sobre el cuidado del medio ambiente y el efecto que produce biocidas, como pesticidas, herbicidas, fungicidas, etc.
- Leer el Libro Primavera Silenciosa e identificar los principales biocidas producidos por el hombre y sus efectos en la naturaleza.
- Comprender el concepto de semioquímica y su aplicación en la química ecológica.
- Indagar sobre plantas que se utilizan como control biológico en cultivos y aplicarlo en la huerta escolar y en el Humedal Tibánica.
- Desarrollar destrezas para la elaboración de un proyecto de investigación, usando bioensayos sencillos.
- Desarrollar destrezas para la obtención de aceites esenciales y determinar su funcionalidad.
- Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo, de dar y recibir críticas constructivas, fomentando el respeto por el trabajo de sí mismo, planteando posibles soluciones a la problemática detectada.

### FUNDAMENTOS DE QUÍMICA ECOLÓGICA.

Las bases teóricas para el desarrollo de la Ecología Química se han incrementado desde hace 20 años; los estudios se han desarrollado especialmente en el campo de la entomología, en temas como comunicación química, polinización, interacción planta- insecto, defensa química, entre otros. En este trabajo uno de los objetivos es identificar algunas de las relaciones planta- artrópodo que podemos encontrar en el Humedal Tibánica, para lo cual es necesario conocer las bases teóricas de las interacciones química planta- insecto.



Fuente: La Bioguia.com

Las interrelaciones entre artrópodos y plantas son diversas. Algunos artrópodos habitan en bosques, alrededor de hojas, hongos y algas en descomposición. Otros viven dentro de tejidos vegetales, consumiendo órganos de las plantas como tallos, hojas, raíces y flores. Dentro de la división Artrópoda encontramos dos órdenes a saber: *Insecta* y *Aracnida*. Los insectos se caracterizan por poseer tres pares de patas, se alimentan de néctar como las abejas y las avispas, los gorgojos que se alimentan de granos almacenados etc., algunos de ellos en el ejercicio de su alimentación promueven la polinización al trasladar el polen en su cuerpo. La mayoría de los insectos presentan estructuras bucales adaptadas para lograr una exitosa alimentación; algunos poseen mandíbulas o estructuras bucales masticadoras (abejas y ortópteros), en otros, existen partes bucales succionadoras, desgarradoras o cortantes, como es el caso de los sifonápteros y los hemípteros; los lepidópteros, heminópteros y dípteros tienen estructuras bucales para succionar sin desgarrar y cortar. En los artrópodos todas las estructuras bucales mencionadas son el resultado de su interacción milenaria con las plantas hospederas entre el polinizador y la flor (Jolivet. 1998). Las interacciones antagonistas, en las cuales los artrópodos se alimentan de hojas, semillas o savia de las plantas, son probablemente las más conocidas; menos familiares, pero no menos importantes, resultan las alianzas en las cuales tanto el artrópodo como la planta se benefician de la interacción, como por ejemplo puede citarse la dispersión de semillas por las hormigas, la protección de colonias en tallos vegetales huecos y las interacciones polinizador-planta.

### ***1. La Comunicación Química entre insectos.***

Los insectos emiten sustancias orgánicas que son mensajeros químicos, las cuales provocan una respuesta en otros individuos de su misma o de otra especie. Estos productos se llaman “compuestos semioquímicos” o, simplemente, “semioquímicos” del griego “*semeon*” (señal). Cuando los semioquímicos ejercen su acción sobre individuos de la misma especie se llaman feromonas, del griego “*pherein*” (portador) y “*homo*” (excitación).

Cuando los semioquímicos ejercen su efecto sobre individuos de otra especie se llaman alelomonas. Si el efecto es beneficioso para la especie emisora, se llaman alomonas; este es el caso de las secreciones defensivas de muchos insectos. Si el efecto es perjudicial para la especie emisora, se llaman kairomonas; es el caso de algunos individuos que son atraídos por una secreción propia de la especie atacada, por una adaptación evolutiva favorable al predador.

La respuesta a los agentes semioquímicos es, en muchos casos, la adopción, por el receptor, de un tipo de comportamiento. Por ejemplo, ante el estímulo de feromonas sexuales, emitidas por una hembra virgen, el macho inicia un vuelo de aproximación y adopta actitud de copulación.

En otros casos, la feromona induce, en el individuo receptor, cambios fisiológicos duraderos. Por ejemplo, en una colmena de abejas, la reina emite una sustancia que inhibe el desarrollo de los ovarios de las abejas obreras y, al mismo tiempo, es atrayente sexual para los zánganos.

El órgano receptor de las señales es la antena; cada antena posee microprotuberancias receptoras (sensilia) que contienen proteínas receptoras del estímulo odorífero las cuales despolarizan la célula nerviosa y transmiten la señal al cerebro.

En una antena de *Bombix mori* (gusano de seda), hay más de 15.000 sensilias. En general, ante una feromona atrayente, el insecto vuela de cara al viento y en zig-zag y si pierde el estímulo se detiene o vuela a través del viento.

Los volátiles de las plantas son aquellos compuestos químicos que son arrastrados por el aire y juegan papeles múltiples en la comunicación con otras plantas, con microorganismos y animales (Gershenzon y Dudareva, 2007). Aunque estas funciones se entienden a grandes rasgos, cada especie de planta produce docenas de compuestos químicos que en conjunto crean su olor característico. Todavía no es claro si todos estos son esenciales para la planta y biológicamente activos o si solo son desechos biosintéticos (Berenbaum y Zangerl, 2008)

Los compuestos volátiles ayudan a los insectos herbívoros a encontrar sus hospederos; no obstante, dentro de los compuestos que produce la planta algunos pueden ser atrayentes, otros repelentes y muchos otros pueden ser importantes para el insecto, por el tipo de señal que llevan. El balance final entre atrayentes y repelentes va a determinar si la planta es o no atractiva para el insecto.

El conocimiento de los aleloquímicos que guían a la hembra a sitios adecuados para la oviposición o alimentación es esencial para entender las interacciones entre la planta y el insecto, y para el desarrollo de nuevas estrategias para el control de plagas agrícolas (Cook et al., 2007; Witzgall et al., 2008).

El uso de la feromona producida por la hembra (la cual solo atrae machos) en el control de polillas, ha sido eficiente cuando se usa para la captura masiva de machos y para la interrupción de la cópula. Esta técnica se basa en confundir a los machos no permitir el encuentro con las hembras para copular (Witzgall et al., 2010). Utilizar los compuestos volátiles atractivos o repelentes de la planta para alterar el comportamiento de las hembras vírgenes y apareadas puede convertirse en una herramienta eficaz para el control de plagas.

## 2. Polinización

La polinización es una de las estrategias evolutivas más relevante en el desarrollo de las planta superiores. El concepto de polinización corresponde a la transferencia de células sexuales masculinas (polen) desde los estambres de una flor (anteras) hasta el estigma del pistilo de otra flor, una vez el polen ha sido transportado, los espermatozoides se dirigen hasta el ovario del pistilo donde ocurre la fecundación de la célula sexual femenina (óvulo), una vez formado el cigoto se da paso al desarrollo de la semilla.

Aunque las corrientes de aire y en ocasiones el agua permiten la polinización de algunas plantas, la mayor parte de ellas son polinizadas a través de los animales, en mayor porcentaje por los insectos (artrópodos). La polinización con éxito de una planta requiere ciertas condiciones, entre las que se destacan: “el polinizador debe poseer patrones de comportamiento que le permitan ir en busca de flores de color, forma y/o olor similares a las recién visitadas y debe existir algún grado de ajuste morfológico. La ruta polinizador-planta es un canal muy significativo para el flujo de energía dentro de los ecosistemas. La polinización por insectos y otros artrópodos es un requisito para el

Observa los siguientes videos acerca de la polinización:

- <http://www.youtube.com/watch?v=fNuouwMeal4>

- <http://www.youtube.com/watch?v=-KUdej-4wU&feature=related>

90% de las plantas con flores (las “Angiospermas, *subphylum magnoliophytina*), así como para una proporción mucho menor de otras plantas con semillas (las “Gimnospermas, *subphylum coniferophytina*). Estas interacciones son, por tanto ubicuas y de gran importancia en las comunidades naturales: sin los artrópodos como polinizadores, muchas plantas no podrían producir semillas, sin plantas que visitar, muchas poblaciones de artrópodos desaparecerían, con efectos en cadena que se distribuyen a todo el ecosistema. (Jolivet, 1998)

### 3. La Herbivoría: Una batalla química entre plantas y animales.

Numerosos estudios han demostrado que los ecosistemas con biodiversidad alta tienden a ser más productivos, estables y capaces de resistir las alteraciones que aquellos con una biodiversidad más baja, resultado de las actividades humanas. La biodiversidad reducida ocurre cuando se expanden los ecosistemas basados en la agricultura humana y la extinción de las especies. Casi toda la vida en la Tierra está activada por la energía de la luz solar, que es aprovechada por los autótrofos durante la fotosíntesis. La herbivoría es la alimentación con base en plantas. Millones de animales desde los saurios (150000000 años) se alimentan cada día de tejido vegetal, adquiriendo así la materia y la energía para mantener sus funciones vitales.

Algunas plantas son más atacadas que otras por los herbívoros debido a los ricos nutrientes que contienen y porque posiblemente emiten menos sustancias químicas de defensa (tóxicas), puesto que los herbívoros detectan esas diferencias con otras plantas. Otras causas del por qué es atacada más una planta por los herbívoros es la necesidad de ocultarse de enemigos predadores; la edad de las hojas influye, dado que a mayor edad son más secas y tienen más sustancias defensivas (Janzen, 1981)



Imagen Herbivoría. Fuente: <http://www.google.com.co/imgres?q=imagenes+de+herbivor>

Un ejemplo interesante de herbivoría es el de las hormigas zompopas (*Atta cephalotes*), las cuales cortan hojas seleccionadas que tienen pocas defensas químicas y menor valor nutritivo y además presentan tricomas (pelos defensivos); esto se debe a que la hormiga no le interesa alimentarse de estas hojas, lo que en realidad necesita es utilizarla como medio de cultivo para los hongos que son la base de su alimentación. Este es un caso muy particular dentro de la herbivoría, cada colonia de hormigas tiene sus propios gustos de alimentación, ellas son capaces de distinguir los hongos provenientes de su propia colonia.

Las larvas de los lepidópteros conocidas como “orugas de mariposa” son los herbívoros más importantes y llamativos. Por ejemplo, en Guanacaste, Costa Rica, de 725 especies de plantas vasculares del bosque seco, ninguna es comida por más de 20 especies de orugas, o sea, cada una de estas plantas tropicales tiene menos enemigos que un árbol típico de región templada. Además, lo normal es que no pierdan más del 20% del área foliar por herbivoría. Aparentemente, no sufren más herbivoría porque poseen defensas químicas o porque carecen de algún estimulante químico que el herbívoro necesita. (Janzen, 1977).

La Herbivoría es una verdadera batalla de defensa química de las plantas y por lo tanto los herbívoros han tenido que especializarse. La defensa química es más fuerte cuando las condiciones ambientales son extremas, es decir, en lugares secos o de escasa humedad, los herbívoros querrán consumir las pocas plantas presentes.

La alimentación de los herbívoros suele ser diferente dentro de las familias de insectos. Algunas orugas cortan las hojas, eligiendo hojas viejas con sustancias químicas llamadas taninos y prefieren plantas pobres en alcaloides, pero con muchos compuestos fenólicos, otras orugas de la misma familia cortan las hojas tiernas, con pocos compuestos fenólicos y con muchos alcaloides. Es lógico que estas dos familias de mariposas no vayan a competir entre sí por el alimento (oligófagos o polífagos).

En el caso de los coleópteros que son herbívoros, se sabe que un 75% de sus especies solo consumen las semillas de una especie de planta, es decir, son monófagos. Se sabe de cinco casos en que una misma especie vegetal tiene varias especies de coleópteros herbívoros, pero aparentemente éstas nunca coinciden en las mismas plantas individuales (Janzen, 1981).

Muchas de las sustancias químicas vegetales llamadas metabolitos secundarios pueden ser tóxicos para algún animal, lo cual explica por qué, por ejemplo, los insectos semilleros suelen ser tan específicos en cuanto a lo que comen.

Los mamíferos, y especialmente los rumiantes, cuyo estómago es alcalino, están expuestos a defensas químicas de las plantas que pueden acortarles la vida, inhibir su crecimiento, retrasar su reproducción, enflaquecerlos y causarles caída de pelo y desórdenes cerebrales. Ante estas defensas, los mamíferos herbívoros buscan plantas y partes de plantas que sean poco tóxicas o algunas veces comen pequeñas raciones de varias plantas.

El ser humano es lo suficientemente inteligente para destruir algunas especies, pero no ha sido lo suficiente para volver a crear alguna de las que ha destruido, de aquí la importancia del conocimiento y aplicación de la química ecológica en cuanto al manejo de plagas, ya que su correcto manejo generaría un ambiente sostenible.

#### 4. Sustancias Semioquímicas

Las sustancias que emiten los insectos que provocan una respuesta en otros organismos se denominan productos semioquímicos, cuando estas sustancias ejercen su acción sobre individuos de la misma especie se denominan feromonas, pero si ejercen su efecto sobre otras especies se llaman alelomonas o aleloquímicos. Primo (1991). Las plantas presentan adaptaciones fisiológicas que les permite defenderse de los ataques de



Imagen Herbivoría.

Fuente:

<http://www.google.com.co/imgres?q=hormigas+im>



Imagen Herbivoría.

Fuente:

<http://cls.casa.colostate.edu/CultivosTransgenicos/images/larva.jpg>

otros seres vivos, algunas responden de manera indirecta liberando sustancias volátiles como metanol, acetona, metanaldehído, terpenos, fenilpropanoides, bencenoides y derivados de ácidos grasos, por ejemplo cuando los insectos dañan las hojas de algunas plantas se liberan gran cantidad de sustancias volátiles. La producción de estas sustancias les permite a los vegetales con respecto de sus consumidores, beneficios como: repeler a organismos herbívoros, atraer depredadores de insectos herbívoros y fisiológicamente la planta prepara otras de sus estructuras para dar una respuesta más rápida (Camarena, 2009).

Cuando los semioquímicos ejercen su efecto sobre individuos de otra especie se llaman alelomonas o aleloquímicos (Whittaker, 1970). Si el efecto es beneficioso para la especie emisora, se llaman alomonas; este es el caso de las secreciones defensivas de muchos insectos. Si el efecto es perjudicial para la especie emisora, se llaman kairomonas; es el caso de muchos predadores que son atraídos por alguna secreción propia de la especie atacada, por una adaptación evolutiva favorable al predador.

La respuesta a los agentes semioquímicos es, la mayoría de las veces, la apropiación, por el receptor, de un tipo de comportamiento. Es decir, ante el estímulo de feromonas sexuales, emitidas por una hembra virgen, el macho inicia un vuelo de aproximación y adopta actitud de copulación. En otros casos, la feromona induce, en el individuo receptor, cambios fisiológicos duraderos. Por ejemplo, en una colmena de abejas, la reina emite una sustancia que inhibe el desarrollo de los ovarios de las abejas obreras y, al mismo tiempo, es atrayente sexual para los zánganos. El órgano receptor de las señales es la antena; cada antena posee microprotuberancias receptoras (sensilia) que contienen proteínas receptoras del estímulo odorífero las cuales despolarizan la célula nerviosa y transmiten la señal al cerebro.

En una antena de *Bombix mori* (gusano de seda), hay más de 15.000 sensilias. En general, ante una feromona atrayente, el insecto vuela de cara al viento y en zig-zag y si pierde el estímulo se detiene o vuela a través del viento. (Primo, 1991).

#### 4.1. Sustancias Aleloquímicos.

Las sustancias químicas de defensa de la planta son frecuentemente relacionadas como compuestos secundarios llamados aleloquímicos. Metabolitos primarios de plantas son aquellos químicos asociados con la fotosíntesis, respiración, y crecimiento. Esto incluye clorofila, aminoácidos y proteínas, azúcares simples, carbohidratos, vitaminas, minerales y hormonas vegetales. Muchas plantas producen otros químicos con no aparente función metabólica. Estas estructuras así llamadas metabolitos secundarios varían ampliamente en el reino vegetal y sus funciones en las plantas son todavía debatidas. Sin embargo, es claro que ellos juegan un papel de defensa importante en las relaciones entre plantas, herbívoras y patógenas. El término secundario tiende a subestimar la importancia de estas sustancias químicas, aleloquímicos es un término neutro que reconoce la función primaria de estos compuestos en la interacción ecológica. Aleloquímicos son sustancias químicas por el cual organismos de una especie afectan el crecimiento, salud, comportamiento o población biológica de otras especies.

La alelopatía es la ciencia que nos enseña el control natural de las plantas, mediante el aprovechamiento de las diferentes feromonas que producen y secretan las mismas plantas (entre ellas establecen una relación simbiótica, es decir, el trabajo para su mutuo beneficio). Otra definición de alelopatía consiste en la ciencia que estudia las relaciones entre las plantas afines y las que se rechazan utilizando sus feromonas para repeler o favorecer a su planta vecina, al igual que rechazar el ataque de las plagas y enfermedades, para un mejor desarrollo de las mismas. La alelopatía hace parte fundamental de la agricultura orgánica o biológica, razón por la cual es importante conocer las relaciones que existen entre las diferentes plantas, al igual que el tipo de feromonas que producen.

La naturaleza a través de sus comunidades bióticas nos han demostrado que conservando el equilibrio ecológico es capaz de regular a una y a otras por medio de repelentes, atrayentes, estimulantes e inhibidores químicos. Dentro de este contexto la alelopatía se ocupa en especial de las interacciones químicas planta-planta y planta-microorganismos ya sean éstos perjudiciales o benéficos.

Estas relaciones se hacen especialmente importantes a medidas que las plantas adultas desarrollan esencias y aromas característicos. Estos químicos involucrados en estas interacciones, son extraordinariamente variados y son llamados metabolitos secundarios o aleloquímicos. La lucha biológica entre organismos, es un simple resultado de la selección natural por la sobrevivencia del más apto. Aquel ser vivo capaz de producir en forma natural una sustancia capaz de inferir con el metabolismo del otro. Cuando se manejan cultivos se pueden utilizar pesticidas botánicos, teniendo en cuenta el tipo de insecto o enfermedad que nos está afectando. Esto con el fin de contrarrestar el desarrollo y resistencia de las plagas utilizando nuevos métodos de elaboración de polvos y extracción de aceites esenciales que reduzcan el peso del insecto, disminuyan la población en la primera generación, o provoquen una mortalidad significativa y selectiva.

Uno de los usos o métodos de las plantas que hace referencia a la alelopatía son las plantas acompañantes que rara vez compiten entre ellas mismas, están continuamente perfeccionando su crecimiento y sabor.

Hay plantas que segregan sustancias tóxicas por sus raíces y sus hojas como el ajenojo, por lo tanto no debemos sembrar plantas, como hortalizas, cerca de esta planta, porque inhibe el crecimiento, pero sirve para controlar insectos como pulgillas, babosas y larvas de zancudos. El diente de león es otra planta inhibidora de crecimiento, a su vez nos sirve para el control de nematodos. Las cebollas inhiben el crecimiento de los frijoles y las arvejas, y los frijoles de enredadera no se pueden cultivar con la remolacha.

Si los latinoamericanos nos seguimos alimentando a base de químicos, o sea, de las hortalizas, los cereales, la leche, la carne, etc., cultivados o alimentados con abonos y pesticidas químicos, comprados en el exterior, estemos seguros que ya para el año 2000 todos estaremos infectados de cáncer. Esa fue una advertencia de uno de nuestros científicos colombianos alrededor de 1995, ya podemos pensar en este año como

estaremos de contaminados con sustancias químicas provenientes de los abonos y pesticidas.

De aquí la importancia de esta unidad, pues sabemos que gracias a los conocimientos suministrados por la aleopatía, podemos en parte sustituir algunos de esos asesinos e indiscriminados productos, especialmente los organofosforados y organoclorados, con el uso de las sustancias orgánicas con la aleopatía o control biológico de las plantas.

Otro aspecto alelopático fundamental es el de las plantas repelentes, tales como:

#### AJENJO (*Artemisia absinthium*)

Es una planta que segrega una feromona bastante fuerte, de sabor amargo y su mayor desarrollo lo alcanza en climas medios, sirve para repeler zancudos, las babosas; no debe sembrarse intercalada con ninguna planta, sino en sus alrededores.

#### AJO (*Allium sativum*)

Sembrado intercalado, con las plantas afines repele áfidos, pulgones, mariposa de la col, arañas y barrenadores del esparrago. Sus feromonas son bastantes fuertes y desagradables para los insectos.

#### ALBAHACA (*Ocimum bacilicum*)

Su feromona tiene un olor poco áspero y se puede intercalar con la mayoría de las plantas, su mejor desarrollo lo alcanza en climas templados y calientes; sirve para repeler palomillas del tomate y de otras plantas. Esta se debe sembrar con anticipación para lograr un efecto más amplio.

#### ARTEMISA (*Artemisia vulgaris*, *Ambrosia cumanensis*)

esta planta no se debe sembrar en los potreros porque tiene un principio tóxico para animales domésticos, pero si la sembramos en los alrededores, impide la entrada de los gusanos tierreros.

#### BORRAJA (*Borago officinalis*)

Es una de las mejores plantas de compañía, porque sembrada dentro de los tomates controla el gusano cogollero, además atrae las abejas, las cuales contribuyen a la polinización en las flores de los tomates y demás plantas vecinas, también aporta calcio y potasio al suelo.

#### BOTON DE ORO (*Helichrysum orientale Gaertn*)

Es una planta que segrega una sustancia por sus raíces que son absorbidas por otras plantas y al chupar las moscas las plantas, dichas sustancias las repelen, además controla los escarabajos y gusanos del tomate.

#### CALENDULA (*Caléndula officianalis*)

Es una planta que se puede utilizar para muchos controles, especialmente para control de nemátodos y repeler mosca blanca.

#### CEDRÓN (*Cymbopogon citratus*)



Es una planta aromática comúnmente utilizada en la decina, de aroma agradable; muy útil repelente de los nemátodos.

**DIENTE DE LEÓN** (*Traraxucum officinalis*) Es inhibidora del crecimiento en plantas pequeñas como hortalizas, sirve para repeler nemátodos.

#### **FRIJOL DE ENREDADERA Y MAÍZ**

El sembrar frijol de enredadera junto con el maíz, tiene efectos positivos, ya que el frijol como planta leguminosa aporta nitrógeno al suelo que es aprovechado por el maíz y además el frijol controla el gusano cogollero de éste, y si se siembra frijol coupi le controla el gusano tierrero.

#### **HIERBA BUENA** (*Menta piperita*)

Es una hierba de tallos rastreros, cilíndricos, de hojas opuestas y ovaladas, con aroma agradable para los humanos y repugnante para los animales de sangre fría, se recomienda sembrarla intercalada dentro de los cultivos para repeler chupadores como áfidos, pulgones, y ácaros, sin que cause ningún problema al cultivo principal.

#### **HIGUERILLA** (*Recinos communis*)

Es un arbusto de hojas alternas, grandes y palmeadas, de peciolos largos y huecos en su interior, de su semillas se extrae un aceite, con su olor repele las moscas y los zacudos.

#### **HINOJO** (*Foeniculum vulgare Mill*)

Planta arbustiva, alcanza 1.50 m., sus semillas son utilizadas en la fabricación de licores y en productos farmacéuticos. Es repelente de la mayoría de los insectos, pero por tener una feromona muy fuerte, se recomienda sembrarla en los alrededores de los cultivos para evitar la quemazón de las plantas vecinas e impedir la entrada de algunos insectos.

#### **MENTA** (*Menta spicata*)

Existen dos variedades de menta, las dos expelen un aroma agradable con sabor a menta, sirve para control de hormigas pequeñas, se puede intercalar con cualquier cultivo que tenga problemas de ataque de hormigas.

#### **NEEM** (*Azadirachta indica*)

Es una planta fungicida de gran efectividad, ya que sirve como insecticida, fungicida, inhibidor del crecimiento, repelente y nematicida. En las semillas tiene mayor concentración de ingrediente activo. Se recomienda aplicar el Neem en horas de la tarde, ya que las sustancias activas de esta planta se descomponen con los rayos solares.

#### **OREGANO** (*Oreganum vulgare*)

Esta planta dentro de la aleopatía sirve para controlar enfermedades causadas por las bacterias, además desarrolla un efecto benéfico sobre las plantas que crecen a su alrededor.

#### **ORTIGA** (*Urtica urens*)

Es una planta que presta múltiples servicios dentro de los cultivos; tiene la propiedad de ayudar a la planta vecina a desarrollar resistencia contra los hongos que produce la

podrición del pie de la planta, acelera la descomposición de la materia orgánica, controla nemátodos y repele otros insectos.

#### RABANO PICANTE (*Raphanus rephanistrum*)

El rábano desde el momento de la germinación empieza a producir un gas que ablanda la piel de la chiza, la cual contiene quitina, al ablandarse la quitina, la piel de la chiza se vuelve frágil y los insectos benéficos aprovechan para atacarla. Se recomienda sembrarlo dentro de los cultivos como la papa, que son atacados por la chiza o mojoyoy.

#### REPOLLO, CORAZON DE BUEY (*Brassica oleracea*)

Es una planta hortícola, que ha dado buenos resultados sembrándola intercalada con el tomate, para repeler la palomilla.

#### TOMILLO (*Thymus vulgaris*)

Planta aromática, utilizada en cultivos para estimular el desarrollo de la fauna benéfica, la cual contribuye a la formación de los suelos; esta planta contiene una sustancia de la cual se extrae el Timol, Cinemo y el carbocrol; sustancias usadas en odontología para cauterizar la pulpa nerviosa de los dientes con caries.

Otro aspecto de la alelopatía es el uso de los cultivos trampa, los cuales consisten en utilizar plantas que son atractivas para algunos insectos, para así alejarlos de las plantas que se quieren proteger. Estas plantas se vienen utilizando desde hace mucho tiempo dentro del control natural sin que se les haya dado la importancia que se merecen de acuerdo a los beneficios que prestan.

Generalmente se usan sembrándolos alrededor de los cultivos, ara que los insectos dañinos y las enfermedades se congreguen allí y se pueden posteriormente en forma manual eliminarlos más fácilmente, también sirven de huésped a los insectos depredadores, evitando que éstos desaparezcan. Los cultivos trampas han dado buenos resultados en cultivos grandes de tipo comercial como el algodón; sembrando fajas de alfalfa dentro de los cultivos para atraer y concentrar ciertas larvas masticadoras, que de otro modo acarrearían grandes daños al algodón.

Una vez que una planta trampa haya robado su utilidad, se puede convertir en insectario. Con bastante comida a mano, los insectos se entretienen con las plantas trampa, y las útiles se conservan libres de daño. La ruda de castilla es una planta que atrae toda clase de moscas y otros insectos chupadores, evitando no solamente daños en los cultivos, sino que disminuye su propagación en instalaciones como establos y porquerizas.

La mayoría de las plantas tienen unas sustancias llamadas feromonas o aceites esenciales, que son tóxicos y los utilizan en su defensa contra los insectos. Estos aceites esenciales se extraen por diferentes métodos para convertirlos en pesticidas botánicos, aunque algunos que pueden llegar a ser tóxicos para el ser humano.

Con estos plaguicidas botánicos se debe tener las siguientes recomendaciones: evitar el contacto con la piel, no consumir, ni aspirar el vapor que emana en el momento de preparación, mantener recipientes con exclusividad para la preparación de estos, usar guantes y careta cuando se estén preparando y no consumir los productos recién fumigados.

Los métodos para la preparación son relativamente sencillos, para preparar estos plaguicidas podemos utilizar por el método de infusión, el cual consiste en verter agua hirviendo sobre ramas y flores; la decocción que consiste en colocar la planta en agua fría o caliente y dejar hervir; mediante destilación al vapor de agua el cual nos sirve para obtener los hidrolatos o aguas aromáticas o hidrosoles. A continuación mencionaremos algunas plantas que poseen sustancias útiles.

<b>ACCIÓN</b>	<b>CONTROL</b>	<b>DOSIS Y FORMULA DE USO</b>	<b>PRINCIPIO ACTIVO</b>
ACHOTE O ACHIOTE ( <i>Bija Orellana</i> ) Repelente	Zancudos y moscos	Se emplea la pulpa de fruto untado en la piel	
AJENJO ( <i>Artemisia absinthium</i> ) Repelente- insecticida	Zancudo- babosa	Planta como tal, se emplean las ramas secas en forma de té, un kilo 8 litros de agua	Cineol
AJO ( <i>Allium Sativum</i> ) Insecticida	Afidos, pulgones, gusano del manzano, mariosa de la col	100 g. de ajo macerados en 1 L. de agua, agregar 2 g. de jabón no detergente, una cucharada de aceite mineral, mezclar todo lo anterior en 15 L. de agua	Sulfuros Nicotiamida Garcilina
ALBAHACA ( <i>Ocimim basilicum</i> ) Repelente	Polillas, áfidos, pulgones, cucarrón de la papa y la araña roja	Se emplean las hojas y semillas maduras. Se deben enterrar una semana antes de la siembra, para lograr un mejor efecto	
ARTEMISA ( <i>Artemisia vulgaris</i> ) Repelente- insecticida	Tierreros	Plantas intercaladas, se emplean las ramas secas en forma de té, un kilo en 8 L. de agua	Cineol
BORRACHERO (Solanácea) Insecticida	Mordedores Chupadores	Hojas en forma de té, un Kg. de hojas deshidratadas y molidas, hervir durante 15 min. luego colar y agregar 2 g. de jabón no detergente por L. de agua. En infusión 1 Kg. en 5 L. de agua.	
CADILLO Fungicida	Gota de la papa	Hervir 1 Kg. de hojas maceradas en 8 L. de agua,	

		colar y agregar 2 g. de jabón por L., en forma de té	
CALENDULA ( <i>Calendula officinale</i> ) Repelente-insecticida  Cicatrizante	Nemátodos, mosca blanca, mosca del ganado, palomilla de tomate  Heridas- mastitis	Siembra intercalada. Se prepara en infusión, una arroba en 100L. de agua. En forma de té, un kilo en 8 L. de agua. En forma de emplasto. Se prepara en infusión y se aplica por el pezón infectado.	Calendulina
CANDELON		Se toma 1 Kg. de hojas de candelón y 1 Kg. de hojas de durazno y se hace una infusión en 12 L. de agua. Raspar la corteza del tronco de candelón, macerar las hojas de durazno, dejarlo en agua 24 horas, luego colar y fumigar.	
CLAVEL O FLOR DE MUERTO ( <i>Tagetes pátula</i> ) Insecticida	Mosca común  Mosca del ganado	Se prepara en infusión una arroba en 100 L. de agua	Tagetona
CEBOLLA ( <i>Allium cepa</i> ) Insecticida	Pulgones y acaros	Macerar 100g. de bulbo y colar en 6L. de agua.  Macerar 0.5Kg. de hojas de cebolla y ponerlos en remojo durante un día en 8L. de agua, luego colar y fumigar, preferentemente en horas de la mañana.	
CEDRÓN ( <i>Cymbopogon-citratus</i> ) Insecticida-Nematicida	Pulgones Acaros Nemátodos	Hervir 1Kg. de ramas frescas en 5L. de agua	
CICUTA Insecticida	Larvas	Pulverizar 1 Kg. de rizomas y disolverlos en acetona.	

		Posteriormente agregarlo en 50L. de agua y luego fumigar.	
COLA DE CABALLO ( <i>Equisetum Arvense-Equisetum Bogotense</i> ) Fungicida	Hongos Monilia de cacao	Hervir 1Kg. de rama en 10L. de agua, colar, agregar jabón y fumigar.  Hervir o macerar 1 Kg. de hierba fresca o 200g. de hierba picada y seca en 8L. de agua, después diluir en 4 partes de agua más, aplicando en días soleados en horas de la mañana.	
CURCUMA Insecticida Repelente	Acaros Gorgojo larva	Los rizomas pulverizados y extractados con acetona y diluidos en agua, 1 parte de cúrcuma por 5 de acetona. Se emplea la palnta como tal.	
DIENTE DE LEON ( <i>Traraxacum officinalis</i> ) Nematicida	Nemátodos	Siembra intercalada; cuando muere da a la planta vecina la capacidad de tomar del aire el ácido silicio	
FRIJOL Repelente	Gusano Cogollero	Sembrar el maíz y frijol juntos, con su feromona repele los gusanos.	
FRIJOL CANAVALLIA ( <i>Canavalia enciformes</i> ) Insecticida	Hormiga	Sembrar en los alrededores de los cultivos para que la hormiga se coma las hojas. Cuando está en descomposición expele un gas etileno tóxico para las hormigas	
GIRASOL ( <i>Helianthus Anuus</i> ) Insecticida Purificadora de aire	Moscas	Una Libra de flores en 8L. de agua, se prepara en infusión. La planta como tal.	

HELECHO ( <i>Peteridium aquilium</i> ) Insecticida	Acaros, pulgones y cochinillas. Broca del café y cucarrones de las hojas	Colocar en remojo durante un día, una libra de rama, después hervir durante 25 min., colar y agregar 2mL de creolina, disolver al 10%.	
HIERBA BUENA ( <i>Menta piperita</i> )	Afidos, pulgones, miones y acaros.	Extracto por maceración, hojas pulverizadas, hervir durante 15 min. una libra en 6L. de agua, luego colar y agregar jabón no detergente, 2g. por litro.	Mentol
HIGUERILLA ( <i>Recimus communis</i> ) Repelente	Moscas y zancudos	Se emplean las plantas intercaladas. Macerar los frutos hasta obtener el aceite, colar y fumigar los lugares donde existan estos insectos.	
HINOJO Veterinaria	Estimula la producción de leche en las hembras	Decocción: 1 Kg. en 5L de agua.	
MAMEY ( <i>Mammea Americana</i> ) Insecticida-toxinas por contacto	Piojos, moscas, garrapatas, cucarachas, afidos, pulgones y barrenador del melón.	Moler las semillas, colar y fumigar 20g./L.  200g. de polvo más un L. de kerosene a temperatura ambiente, filtrar y fumigar.	
MANZANILLA DULCE ( <i>Anthemis nobilis</i> ) Fungicida	Hongos, mildius, corrige acidez, aporta cal y calcio	Pulverizar las flores, hervir durante 25 min. un Kg. en 10L de agua, filtrar y agregar 2 g. de jabón por litro de agua.	Meteróxidos, cumarina, Flavónicos
MANZANILLA MATRICARIA ( <i>Matricaria chamomilla</i> ) Fungicida	Previene la antracnosis	Siembra intercalada, extracto en forma de te. 1 Kg. en 10L. de agua, hervir durante 25 min., filtrar y agregar 2g. de jabón por litro de agua	Borneol Terpenos
MARGARITA	Chupadores	Moler flores deshidratadas y	Piretro

Insecticida		hervir durante 15 min., 1 Kg. en 10L de agua.	Retenoides. Piretrinas Jasmolinas
MATARRATON ( <i>Gliricidum Cepium</i> ) Repelente	Zancudo	Se emplean las hojas y flores en forma de sahumero	
MENTA ( <i>Mentha spicata</i> ) Insecticida- Repelente	Hormigas	La planta como tal	Mentol Menteno Felandreno
MELIA ( <i>Azederech</i> ) Insecticida	Babosa, caracoles	Deshidratar, pulverizar y usarlo en forma de té un Kg. por 6L de agua	
MUÑA ( <i>Minthostachys Mollis</i> ) Repelente- Insecticida	Gusano, picadura de víboras, chupadores.	Infusión	Mentol Mentola
NEEM ( <i>Azadiracta indica</i> ) Insecticida	Gusano, picaduras de víboras, chupadores.	Infusión, 10 libras de hojas en 50L de agua. En forma de té: 1 Kg. de polvo en 9L de agua.	
ORTIGA ( <i>Urtica urens</i> ) Nematicida	Nemátodos, acelera la descomposición orgánica, controla hongos que pudren el pie de la planta.	Directa. Deshidratar y moler 1Kg de ramas, hervir esta cantidad en 8L de agua durante 25 min. filtrar, agregar 2g. de jabón y fumigar	
PAPAYA ( <i>Carica papaya</i> ) Fungicida	Roya del café, mildiu	1Kg de hojas pulverizadas, más 2L de agua, luego filtrar y agregar 2g. de jabón y fumigar.	Latex
PEGA PEGA O AMOR SECO Insecticida	Cucarachas	Se emplean las flores, los frutos macerados	
RABANO PICANTE ( <i>Raphanus rephanistrum</i> ) Repelente	Mojojoy o chiza	Sembrándolo intercalado en los cultivos	
RECINO ( <i>Recinus communis</i> )	Chupadores	Polvo de semillas, extracción de aceites, hervir	

Insecticida Fungicida nematicida	Hongos  Nemátodos	la planta durante 15 min., luego filtrar y agregar jabón cocovarela, 2g./L de agua. Cuando esté preparado el terreno, es necesario enterrar parte de la planta para que controle los hongos en el momento de la siembra.	
REPOLLO ( <i>Brassica oleracea</i> ) Insecticida	Moscas y palomilla del tomate	Macerar el tronco y a raíz, luego filtrar y agregar 2g. de jabón (no detergente)	
RUDA DE CASTILLA ( <i>Ruta graveolens</i> ) Atrayente-Insecticida	Mosca negra, polillas negras, larva de zancudo	La planta como tal.  Hojas maceradas, 1Kg. en 5L de agua.	
SAUCO COMÚN ( <i>Sambucus niger</i> ) Insecticida	Pulgones	Hervir una libra de rama en 5L. de agua, filtrar y agregar 5g. de jabón cocovarela, disolver en 20L de agua.	
TABACO ( <i>Nicotina tabacum</i> ) Insecticida	Afidos, pulgones, trips, araña roja, barrenador de tallo, minador de hoja, ácaros	Hervir 1Kg de hojas maceradas en 8L de agua, filtrar y agregar 2g. de jabón por litro, esto en forma de té	Nicotina
TOMATE Repelente	Mariposas blancas de la col	Retoños desmenuzados: de retoños 2 partes y de agua 4 partes; dejar reposar	
TOMILLO ( <i>Rhimus vulgaris</i> ) Estimulante Insecticida	Fauna benéfica  Gusano de repollo	Planta como tal, siembra intercalada, en forma de té, 1Kg. en 9L de agua	
TOTUMO Insecticida	Cucarachas	Se emplean las raíces maceradas	
VALERIANA ( <i>Valeriana Officinalis</i> ) Benefica	Crea resistencia en las plantas vecinas	Intercalada	
ZANAHORIA ( <i>Daucus coroto</i> ) Purgante		Se emplea toda la zanahoria	



## 4.2. FEROMONAS DE INSECTOS

### Estudio y Clasificación de Feromonas

Los insectos producen varios tipos de feromonas, con funciones muy diferentes. Las más importantes son:

#### 4.2.1. *Feromonas de atracción sexual*

Generalmente son producidas y emitidas por las hembras, en glándulas situadas en segmentos ventrales y, salvo excepciones, son mezclas de dos o más compuestos en proporciones específicas. Muchas veces, son mezclas de isómeros cis-trans o quirales y, en algunos casos, dos especies usan los mismos isómeros en proporciones distintas, es decir, que la especificidad sexual, en estos casos, se debe a proporciones y no a los productos. Todo ello nos indica que se trata de procesos muy sofisticados, muy precisos y todavía muy poco conocidos.

Además, en determinadas especies, se sabe que los machos emiten también una feromona. Los componentes de feromonas tienen, en muchos casos, funciones distintas: unos atraen a distancia, otros atraen en una zona próxima y otros afrodisíacos e inducen a la copulación. La mayor parte de las veces, las feromonas de los machos son afrodisíacas. El poder de atracción de las feromonas sexuales es asombroso; el bombicol, que se aisló de las hembras de la mariposa de la seda, tiene actividad afrodisíaca, en disolución, a la concentración de  $10^{-8}$  g/ml, a 1 cm de distancia de los machos y mueve al vuelo cuando el aire transporte unas 10.000 moléculas reales por ml. En otros casos, la actividad es menor pero siempre muy grande.



Fuente:  
LaBioguia.com

#### 4.2.1.1. *Feromonas de agregación*

Las feromonas de agregación orientan, a machos y hembras de una especie, hacia lugares de concentración, alrededor de los individuos emisores; estos lugares son favorables para anidar la colonia o para el ataque a plantas huésped, por abundancia de alimento, como refugio, etc.

Este tipo de feromona se encuentra, sobre todo, en coleópteros e himenópteros. Por ejemplo, las heces de la *Blattella germanica* contienen una feromona de agregación. Cuando se crían en un insectario, en cajas, sobre papel de filtro, un extracto hexánico de éstos, atrae machos y a hembras; de este extracto se han aislado varios ácidos grasos, aminas y elaidato de metilo, que constituyen una mezcla atrayente hacia un refugio.

#### 4.2.1.2. *Feromonas trazadoras*

Varios insectos sociales utilizan feromonas para trazar el camino que conduce a una fuente de alimento o al lugar donde establecer una nueva colonia. Son más conocidas las de distintas especies de hormigas y termitas.

#### **4.2.1.3. Feromonas de alarma**

Son emitidas cuando un individuo de la especie detecta un peligro y sirven para avisar a sus coespecíficos próximos. En el receptor, provocan dos tipos de reacción: la huida o el ataque en masa. Por ejemplo, algunas especies de pulgones emiten sustancias que provocan la huida. Cuando una abeja pica a un enemigo, emite acetato de amilo, que también se encuentra en el aroma de los plátanos y que provoca un ataque masivo por las abejas vecinas. En otras ocasiones, emiten algunas metilcetonas (2-heptanona, 2 octanona, etc.) que provocan la huida; estas cetonas son, también, feromonas de alarma en algunas especies de hormigas. En todos los casos, las feromonas de alarma son sustancias muy volátiles que desaparecen pronto, cuando dejan de emitirse (terpenos sencillos en hormigas y termitas,  $\beta$ -farneseno en pulgones, sulfuro de dimetilo en hormigas, etc.)

#### **4.2.1.4. Hormonas disuasorias.**

Son feromonas que ahuyentan a los insectos e inhiben su acercamiento a ciertos objetivos. Las mejor conocidas son las disuasorias de oviposición que impiden, por ejemplo, la acumulación de puestas sobre un mismo fruto y son emitidas por las hembras.

En muchas plantas se encuentran disuasorias, sobre todo de alimentación, que son una estrategia de defensa desarrollada a través de la coevolución planta-insecto.

#### **4.2.1.5. Feromonas que inducen cambios fisiológicos permanentes en otros individuos de la misma especie.**

En los insectos sociales, los individuos especializados emiten sustancias que inducen los cambios fisiológicos y morfológicos que dan lugar a la diferenciación de castas, la atrofia de ovarios, etc. Muchas plantas producen sustancia que son miméticas de feromonas de insectos (atrayentes y disuasorias principalmente). En muchos casos, favorecen la polinización, en otros son disuasorios de alimentación y otras veces son favorables para el insecto. (Primo, 1991).

### **5. Investigación De Nuevos Métodos De Lucha Contra Plagas- Aceites Esenciales.**

#### **5.1. Recuento Histórico**

Las plantas se han utilizado desde tiempos ancestrales en terapia tradicional y de ellas se han traído numerosos principios activos cuyo estudio y evaluación han producido los modernos medicamentos; a manera de ejemplo, algunas plantas medicinales de la cultura china, como el ginseng y ginko biloba, hoy día se usan a través de todo el mundo. El conocimiento etnofarmacológico es una fuente muy valiosa de información en la búsqueda de nuevos compuestos insecticidas promisorios. En la antigua farmacopea de la India aparece el versátil árbol de neem (*Azadirachta indica*) muy estudiado en los últimos años en términos de su potencial para el control de insectos; cada parte de este árbol ha mostrado poseer propiedades útiles al hombre (Taylor, 1984). La nicotina y sus derivados extraídos del tabaco (*Nicotiana* sp), los rotenoides de

las leguminosas y algunos alcaloides de diversas familias se han aplicado desde tiempos inmemorables como ictiotóxicos. A comienzos del siglo XX, con el desarrollo de la química, se descubrieron productos sintéticos como el DDT y sus análogos, capaces de aniquilar las especies que el hombre consideraba nocivas para su supervivencia (insectos-plagas y microorganismos patógenos), lo cual dejó de lado el uso de los productos de origen natural. La síntesis de estos productos lideró la conocida Revolución Verde y el desarrollo de la Industria Agroquímica.

Para contrarrestar el desastre causado por el uso indiscriminado, continuo y cada vez creciente de los productos químicos de origen sintético, previsto por Rachel Carson en su libro “La Primavera Silenciosa” publicado en 1962, y como parte del MEP, además del control químico y cultural se han implementado métodos alternativos, útiles en la protección de cultivos y cosechas; entre estos merecen mención:

- El control biológico con hongos y parasitoides
- Biodinámica y desarrollo endógeno agropecuario, que promueven el uso de especies “aromáticas” como plantas de compañía para el control biológico de plagas.
- Biopesticidas: incluyen las lectinas y los llamados insecticidas botánicos, los cuales consisten en el uso de extractos y productos aislados de plantas, con propiedades aleloquímicas notables, poseen estructuras químicas específicas y novedosas, con amplio rango de actividades biológicas y capaces de interactuar con los diferentes estados de los insectos y microorganismos.

## 5.2. Insecticidas Botánicos

Los insecticidas Botánicos son compuestos de origen natural extraídos de las plantas, los cuales poseen propiedades útiles en la formulación de productos de uso comercial para el control de diversas plagas. Los compuestos promisorios se sintetizan en laboratorios, se adelantan estudios de Estructura- Actividad y los mejores derivados se comercializan. El uso de algunos alcaloides como la nicotina, la esparteína y otros isoquinolinas reduce no el uso de pesticidas sintéticos sino los costos del control.

Las señales químicas o semioquímicas son productos del metabolismo secundario utilizados por diversos organismos para protegerse de potenciales depredadores. Los insectos son capaces de detectar y responder a cantidades mínimas de un compuesto y su comportamiento es inducido por sustancias químicas que actúan a niveles distintos. Por medio de los semioquímicos los insectos manifiestan respuesta de orientación ya sea alimenticia, de oviposición o sexual. Entre estas las más conocidas y utilizadas son las feromonas (alomonas y cairomonas); así, por ejemplo, los artrópodos parasitoides atraen a su huésped por medio de mensajes químicos inter-especies (Vite & Baader, 1990); otros interceptan mensajes dirigidos a otros receptores, estrategia basada en la detección de feromonas específicas, lo cual se usa en el desarrollo de métodos no contaminantes como parte del control biológico (Rocca, 1990).

Existen dos clases de efectos aleloquímicos en las interacciones insecto-planta: las “alomonas”, las cuales confieren ventaja adaptativa (respuesta fisiológica o de comportamiento) a los organismos que la producen y “cairomonas”, las cuales provocan en el receptor una respuesta fisiológica y de conducta adaptativa favorable al receptor. Las cairomonas son útiles en trampas masivas, actúan

como atrayentes, repelentes, estimulantes de la alimentación, orientadores, disuasivos, y dado que los insectos poseen receptores que detectan tóxicos, estos evitan su consumo, si la plaga no se alimenta, no se causa daño en el cultivo. Se plantea entonces, la hipótesis apoyada en la bibliografía especializada, sobre la posibilidad de encontrar sustancias naturales, que puedan actuar en etapas específicas de procesos bioquímicos en el metabolismo de los insectos. Así, los productos naturales se convierten en un gran potencial para el descubrimiento de compuestos bioactivos de estructuras novedosas, nuevos modos de acción o como modelos para la síntesis de compuestos de interés; en el caso de los insecticidas experiencias previas han sido exitosas, como los piretroides sintéticos como el mejor ejemplo (Escoubas, Valles y Capinera, 1989; Secoy, Smith, 1983). Además estos compuestos pueden ser específicos, selectivos y como su actividad decrece rápidamente, son más seguros que los derivados clorados, organofosforados y los carbamatos (Turner, 1996). Estudios recientes muestran que los componentes responsables de inducir en la planta resistencia a los insectos regulan la distribución y crecimiento de otras especies. Entre estos, sobresalen los constituyentes volátiles de diversas partes de las plantas que poseen funciones como feromonas, atrayentes, repelentes u otras, útiles en las diversas estrategias del manejo integral de plagas.

Sin ignorar el valor de los plaguicidas convencionales en la agricultura y Salud Pública, si no se reorienta el enfoque con el cual se han abordado los métodos agroquímicos, su influencia continuará obstaculizando la investigación de alternativas eficaces; el principal efecto negativo de la casi total dependencia de los plaguicidas tradicionales ha sido la menor necesidad de conocer las relaciones ecológicas y químicas de los fenómenos biológicos; así la comercialización de nuevos insecticidas botánicos ha sido bloqueada por las siguientes barreras: abundancia relativa del recurso natural, cultivos lentos y difíciles, estandarización y control de calidad de los productos y el registro oficial de los mismos (Isman, 1995).

Nuestro país, por su estratégica posición geográfica, posee gran biodiversidad y su flora rica y variada ofrece una gran cantidad de especies nativas, no estudiadas desde el punto de vista químico a las cuales no se les ha evaluado su capacidad insecticida; entre ellas están numerosas especies pertenecientes a las familias *Solanaceae*, *Meliaceae*, *Annonaceae*, *Berberidaceae* y otras de uso en medicina tradicional; algunas se conocen como venenos, alucinógenos u otras propiedades. Como resultado de lo anterior, el mejor conocimiento de los compuestos aleloquímicos de nuestras especies nativas facilita su aprovechamiento y ofrece grandes posibilidades como instrumentos en las técnicas de control de pestes.

### **9. Aceites esenciales: Composición y propiedades**

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destilables por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsable del aroma de las plantas y que son importantes en la industria cosmética (perfumes y aromatizantes) y farmacéutica (saborizantes). Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser:

Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), monoterpenos, sesquiterpenos y fenilpropanos.

En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor relativamente desagradable como por ejemplo los del ajo y la cebolla, los cuales tienen compuestos azufrados.

Los aceites esenciales, según Martínez (2003), se clasifican con base en diferentes criterios: consistencia, origen y naturaleza química de los componentes mayoritarios.

- De acuerdo con su consistencia los aceites esenciales se clasifican en esencias fluidas, bálsamos y oleorresinas. Las esencias fluidas son líquidos volátiles a temperatura ambiente. Los bálsamos son de consistencia más espesa, son poco volátiles y propensos a sufrir reacciones de polimerización.
- De acuerdo a su origen los aceites se clasifican como naturales, artificiales y sintéticos. Los naturales se obtienen directamente de la planta y no sufren modificaciones físicas ni químicas posteriores, debido a su rendimiento tan bajo son muy costosas. Los artificiales se obtienen a través de procesos de enriquecimiento de la misma esencia con uno o varios de sus componentes, por ejemplo, la mezcla de esencias de rosa, geranio y jazmín enriquecida con linalool. Los aceites esenciales sintéticos como su nombre lo indica son los producidos por la combinación de sus componentes los cuales son la mayoría de las veces producidos por procesos de síntesis química, por ejemplo esencias de vainilla, limón, fresa, etc.
- Desde el punto de vista químico, los aceites esenciales se pueden clasificar de acuerdo con el tipo de sustancias que son los componentes mayoritarios. Según esto los aceites esenciales ricos en monoterpenos se denominan aceites esenciales monoterpenoides (por ejemplo, hierbabuena, albahaca, salvia, etc.). Los ricos en sesquiterpenos, por ejemplo el pino, junípero, etc. Los ricos en fenilpropanos son los aceites esenciales fenilpropanoides, por ejemplo el clavo, canela, el anís, etc.

Los aceites esenciales se encuentran ampliamente distribuidos en unas 60 familias de plantas que incluyen las compuestas, labiadas, lauráceas, mirtáceas, pináceas, rosáceas, rutáceas, umbelíferas, etc. Se les puede encontrar en diferentes partes de la planta: en las hojas (ajenjo, albahaca, cidrón, eucalipto, hierbabuena, limoncillo, mejorana, menta, pachulí, quenopodio, romero, salvia, toronjil, etc.), en las raíces (asaro, azafrán, cálamo, cúrcuma, jengibre, sándalo, sasafrás, valeriana, etc.), en el pericardio del fruto (limón, mandarina, naranja, etc.) en las semillas (anís, cardamomo, eneldo, hinojo, comino, etc.), en el tallo (canela, caparrapi, etc.), en las flores (árnica, lavanda, manzanilla, tomillo, clavo de olor(ref.), rosa, etc.), y en los frutos (cilantro, laurel, perejil, pimienta, etc.).

Los monoterpenoides se encuentran principalmente en plantas de órdenes Ranunculales, Violales y Primulales, mientras que son escasos en Rutales, Cornales, Lamiales y Asterales.

Los aceites esenciales se pueden extraer de las muestras vegetales mediante varios métodos como son: expresión, destilación con vapor de agua, extracción con solventes volátiles, enfleurage y con fluidos supercríticos.

En la expresión el material vegetal es exprimido para liberar el aceite y este es recolectado y filtrado. Este método es utilizado para el caso de las esencias de cítricos.

En la destilación por arrastre con vapor de agua, la muestra vegetal generalmente fresca y cortada en trozos pequeños, es encerrada en una cámara inerte y sometida a una corriente de vapor de agua sobrecalentado, la esencia así arrastrada es posteriormente condensada, recolectada y separada de la fracción acuosa. Esta técnica es muy utilizada especialmente para esencias fluidas, especialmente las utilizadas para perfumería. Se utiliza a nivel industrial debido a su alto rendimiento, la pureza del aceite obtenido y porque no requiere tecnología sofisticada.

- **Monoterpenos y sesquiterpenos**

Los monoterpenos y sesquiterpenos son compuestos de 10 y 15 átomos de carbono formados por dos y tres unidades de isopreno, derivados por biosíntesis del pirofosfato de geranilo (GPP) y pirofosfato de farnesilo (FPP) respectivamente. De acuerdo con su estructura, se les clasifica según el número de ciclos como alicíclicos, monocíclicos y bicíclicos, etc.

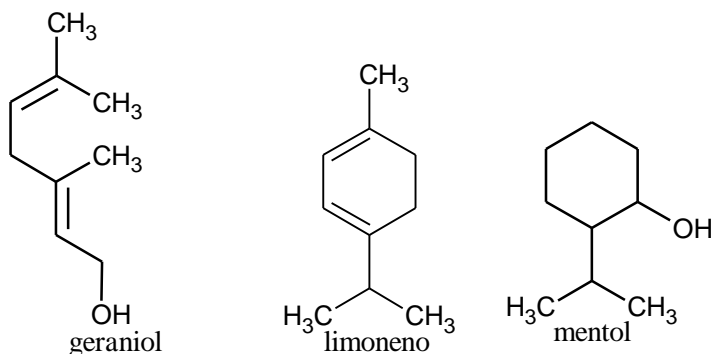


Figura 1. Algunos Monoterpenos naturales

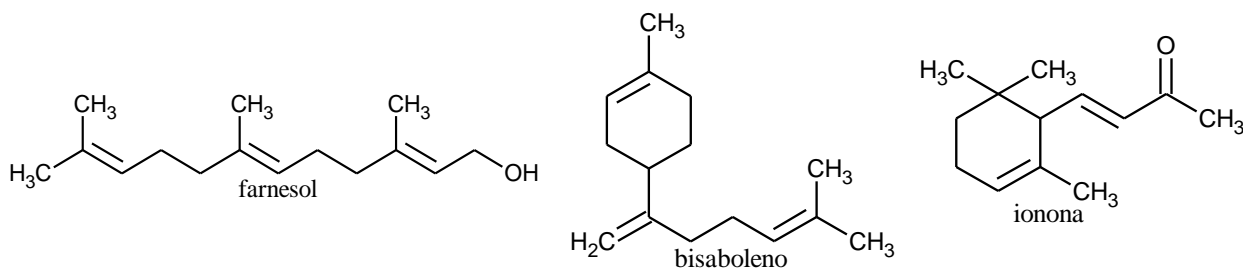


Figura 2. Ejemplos de algunos sesquiterpenos naturales. (Pavia, 1982)

- **Fenilpropanos**

Los fenilpropanos son sustancias naturales ampliamente distribuidas en los vegetales caracterizados por un anillo aromático, unido a una cadena de 3 carbonos y derivados biosintéticamente del ácido shikímico

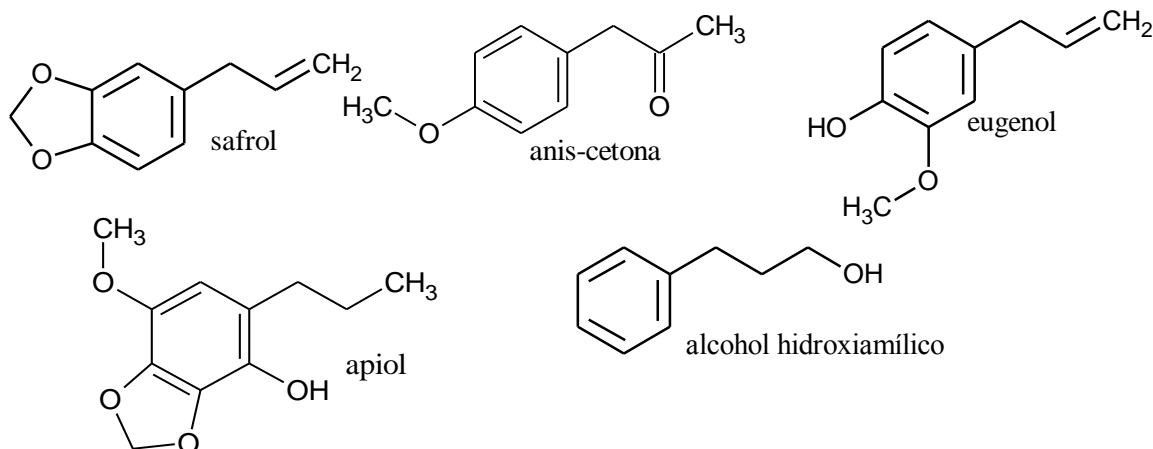


Figura 3. Ejemplos de algunos fenilpropanos naturales presentes en aceites esenciales (Pavia, 1982).

## 10. Bioensayos

Con el objeto de demostrar la posible interacción entre dos organismos distintos y sus potenciales propiedades se requiere el diseño de diversos experimentos en los cuales sea factible la determinación cualitativa y cuantitativa de una propiedad específica. A tal efecto es necesario trabajar diversos niveles de complejidad, comenzando con el diseño experimental a nivel de laboratorio en el cual se requiere mantener constantes algunos parámetros y medir la propiedad de interés.

Se denomina bioensayo al procedimiento aplicado para determinar la potencial actividad de una sustancia o de un material, a partir de las respuestas producidas en organismos biológicos. Algunos ejemplos de sustancias son por ejemplo infusiones, decocciones de partes de plantas, extractos acuosos, alcohólicos o en otros disolventes (éter, gasolina, cloroformo, etc), los aceites esenciales en soluciones diluidas a diferentes concentraciones; así como algunas fracciones enriquecidas en algún ingrediente activo como flavonoides o terpenoides o compuestos puros obtenidos de una planta específica bajo estudio. El uso y manipulación de material biológico como larvas, adultos, plántulas, bacterias, hongos, células, etc, requieren la realización de cada experimento con un número de repeticiones suficientes para obtener significancia estadística. Con la mayoría de los bioensayos se busca establecer una correlación funcional entre la dosis y la respuesta.

Los bioensayos son de varias clases a saber:

- De acuerdo a la escala se clasifican en bioensayos de laboratorio, de invernadero y de campo.
- De acuerdo a las propiedades se clasifican en: para atrayentes (trampeo masivo), para repelentes e inhibidores de alimentación y/o crecimiento.
- Otros pueden medir propiedades toxicológicas y se miden de acuerdo a una mortalidad relativa a un control.
- Otra clasificación puede ser de elección y no elección, de acuerdo a la aplicación puede ser de aplicación tópica, ingestión o contacto forzado.

- Pruebas olfatométricas, para estudio de compuestos volátiles como feromonas (misma especie) o señales de alarma (distintas especies)
- Pruebas autobiográficas sobre muestras separadas por cromatografía
- Bioensayos para detectar actividad insecticida, antibacterial, antioxidante, antifúngica, moluscicida, antimalárica, lesmaniasida, entre otros.

Los bioensayos de laboratorio ofrecen una correlación reproducible y significativa entre la sustancia bajo estudio y un organismo previamente seleccionado. Una vez obtenido este se procede a escalar el experimento a nivel de invernadero o plantas piloto, donde aumenta el número de variables consideradas. Finalmente, si los datos obtenidos en repeticiones sucesivas en este nivel, se procederá a realizar los ensayos denominados de campo, en los cuales se debe considerar la variabilidad de otros parámetros de modo simultáneo (análisis estadístico paramétrico, regresión múltiple, etc.).

### Bioensayos de Laboratorio

En los últimos años los estudios fitoquímicos han evolucionado considerablemente hacia la búsqueda de sustancias bioactivas a través del fraccionamiento de los extractos, guiado por bioensayos, esto significa que debe realizarse el seguimiento minucioso de la propiedad seleccionada, a tal efecto vale la pena mencionar que son múltiples las actividades que se pueden evaluar por medio de bioensayos y en la actualidad requisito indispensable para la financiación de un proyecto la inclusión de la evaluación de propiedades bioactivas, entre estas cabe mencionar: actividad antioxidante, actividad antibacterial, insecticidas, repelentes, atrayentes (pruebas olfatométricas), actividad antifúngicas, larvicidas, inhibidores de la germinación, entre otras.

Los bioensayos son de dos clases: ensayos generales de toxicidad como el ensayo con el crustáceo de *Artemia salina* o la actividad antitumoral con varias cepas de cultivos generales. Los bioensayos específicos se diseñan de acuerdo a los objetivos e interés de cada proyecto, entre estos podemos nombrar: ensayos de elección y no elección de contacto forzado, olfatométricos (Potting, Vet, & Dicke, 1995). A manera de ejemplo se evaluó la bioactividad de 22 aceites esenciales obtenidos de plantas aromáticas y medicinales frente a *Acanthoscelides obtectus* Say (*Coleoptera, Bruchidae*), una plaga del frijol rojo (*Phaseolus vulgaris* L.). El efecto insecticida fue evaluado por determinación de  $LC_{50}$  a 24 y 48 horas y  $LC_{50}$  desde 1,50 mg/dm<sup>3</sup> hasta más de 1000 mg/dm<sup>3</sup>). Los isoprenoides y fenilpropanoides fueron identificados por análisis por cromatografía de gases. Los aceites esenciales más eficientes fueron extraídos de plantas pertenecientes a la familia *Labiatae*. Los aceites esenciales de *Origanum marjorana* y *Thymus serpyllum*, fueron los más tóxicos (Regnault *et al* 1993).

Considerando la potencia de la sustancia como la dosis requerida para producir una respuesta determinada en un organismo biológico, el problema que surge a menudo es que tales respuestas pueden ser variables ya que dependen del animal o de la especie en el que han sido ensayadas. La solución a este problema consiste en el cálculo de la potencia con referencia a una sustancia o a una preparación estándar. Tal preparación puede ser una



muestra de un Estándar aceptado internacionalmente o una muestra comparada previamente con un estándar internacional respecto del cual haya sido cuidadosamente calculada la potencia. El problema general que se tratará de resolver es la estimación de la potencia relativa de la sustancia ensayada frente a una sustancia estándar, y el cálculo de intervalos confidenciales relativos a tal estimación.

La utilización del bioensayo usualmente finaliza cuando la estructura química del principio activo ha sido determinada y el método químico de análisis ha sido desarrollado.

#### AGENDA DE TRABAJO

1. Introducción al tema a cargo del docente y lectura del marco referencial por parte de los estudiantes. Se les debe invitar a que subrayen los conceptos desconocidos y a anotar todas las inquietudes que la lectura les produzca, para luego presentárselas al docente.
2. El docente realiza una presentación básica de las temáticas expuestas en el marco referencial, haciendo uso de ejemplos y mapas mentales, respondiendo a la vez las inquietudes que presenten los estudiantes.
3. TRABAJO INDIVIDUAL

Realizar un mapa conceptual en donde se presente la clasificación de las feromonas y escribir un ensayo sobre la importancia de la ecología química en el desarrollo agropecuario de un estado y sus efectos en el mejoramiento del medio ambiente.

#### 4. TRABAJO EN EQUIPO

Realizar una consulta sobre el glifosato, su composición química, sus usos y consecuencias de su aplicación sobre el suelo, las fuentes de agua y la salud pública. Organizar esta información en equipo y presentarla en exposición a sus compañeros, anexando una reflexión sobre los insecticidas sintéticos.

#### 5. TRABAJO INDIVIDUAL

A partir de la lecturas Concenciación el uso de los plaguicidas y Los insecticidas botánicos, una alternativa en el control de plagas, asuma una posición frente al manejo de plaguicidas y plantea una secuencia de discusión en el foro, en el cual participarán todos los estudiantes y el docente.

### 5.1. Concenciación del Uso de los Plaguicidas

Por primera vez en la historia del mundo, todo ser humano está ahora sujeto al contacto con peligrosos productos químicos, desde su nacimiento hasta su muerte. Se han hallado residuos de plaguicidas en la mayoría de los sistemas fluviales importantes e incluso en corrientes subterráneas que fluyen desconocidas a lo largo de la tierra; en la tierra, donde pueden haber sido aplicados una docena de años antes; en el cuerpo de los pescados, pájaros, reptiles y animales salvajes y domésticos, hasta el punto de que los hombres de ciencia que efectúan experimentos animales han encontrado casi imposible localizar a seres libres de tal contaminación. Porque tales productos

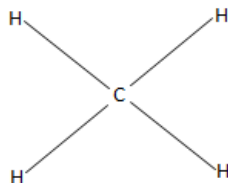
químicos están ahora almacenados en el cuerpo de la mayoría de los humanos, sin discriminación de edades. Se encuentran en la leche de las madres y probablemente en los tejidos de los niños por nacer.

Esta industria es hija de la Segunda Guerra Mundial. En el curso del desarrollo de agentes químicos para la guerra, algunas de las materias fueron descubiertas como letales para los insectos. El hallazgo no se produjo por casualidad: los insectos fueron ampliamente usados para probar los productos químicos mortales al hombre.

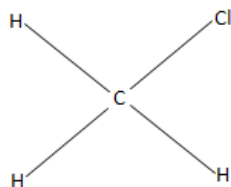
Aunque la Segunda Guerra Mundial marcó la desaparición de los plaguicidas inorgánicos químicos y una introducción en el maravilloso mundo de las moléculas de Carbono, algunos de los antiguos materiales subsisten. El primero entre todos ellos es el arsénico, todavía un ingrediente básico de una variedad de destructores de maleza e insectos. El arsénico es un mineral altamente tóxico que se presenta en extensa asociación con las gangas de varios metales y en muy pequeña proporción en los volcanes, en el mar y en el agua de los manantiales. El arsénico fue el primer reconocido elemento carcinógeno (o sustancia provocadora de cáncer), los granjeros que usaron el arsénico en pulverizaciones durante largos periodos acabaron afectados de envenenamiento crónico.

Los insecticidas modernos son todavía más mortíferos. La inmensa mayoría están comprendidos en uno de los dos grandes grupos de productos químicos. Uno, representado por el DDT, es conocido como hidrocarburo clorado. El otro grupo está compuesto por los insecticidas de fósforo orgánico y representado por los nombres, razonablemente familiares, de malatión y paratión. Todos ellos tienen una cosa en común, están edificados sobre una base de átomos de carbono, que son también indispensables cimientos del mundo viviente, por lo que se clasifican como orgánicos.

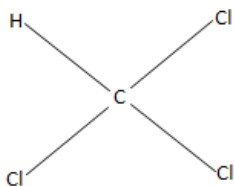
El elemento básico, el carbono, está compuesto de átomos que tienen la casi infinita capacidad de formar unos con otras cadenas, anillos y varias otras configuraciones, y también de quedar unidos con átomos de otras sustancias. Realmente, la increíble diversidad de los seres vivos, desde la bacteria hasta la gran ballena azul, se debe ampliamente a esta capacidad del carbono. Algunos compuestos orgánicos son simples combinaciones de carbono e hidrógeno. El más simple de todos es el metano, o gas de los pantanos, formado en la naturaleza por la descomposición bacteriana de materia orgánica bajo el agua.



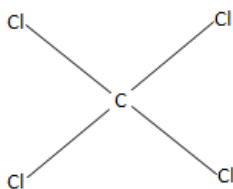
Los químicos han descubierto que es posible separar uno o todos los átomos de hidrógeno y sustituirlos por otros elementos. Por ejemplo: sustituyendo un átomo de hidrógeno por uno de cloro, produciremos cloruro de metano:



Quitando tres átomos de hidrógeno y sustituyéndolos por otros tantos de hidrógeno, tendremos el cloroformo anestésico:



Sustituyendo por átomos de cloro todos los átomos de hidrógeno, el resultado es tetracloruro de carbono, el conocido liquido de limpieza:



Los químicos pueden trabajar con moléculas de hidrocarburos consistentes en muchos átomos de carbono, dispuestos en anillos o eslabones, con sus cadenas o ramas añadidas y sujetas entre sí con enlaces químicos que no son simplemente átomos de hidrógeno o de cloro, sino también una gran variedad de otros grupos químicos. Manipulaciones ingeniosas han producido un conjunto de venenos de poder verdaderamente extraordinario.

El DDT (abreviatura del dicloro-difenil-tricloro-etano) fue el primero sintetizado por un químico alemán en 1874, pero sus propiedades como insecticidas no fueron descubiertas hasta 1939. El DDT es ahora tan universalmente utilizado que en la mayoría de opiniones toma el aspecto de familiar e inofensivo. Esta creencia se basó en la gente que entró en contacto directo con el DDT no tuvo efectos perjudiciales inmediatamente. Este comprensible error parte del hecho que al contrario de otros hidrocarburos clorados, el DDT en forma de polvo, no es absorbido rápidamente por la piel. Disuelto en aceite, como esta usualmente, el DDT es declaradamente venenoso. Si se traga es absorbido lentamente por el aparato digestivo y también puede ser absorbido por los pulmones. Una vez ha penetrado en el cuerpo, se almacena largamente en órganos ricos en sustancias grasas (porque el propio DDT es liposoluble), tales como las cápsulas suprarrenales, los testículos o la glándula tiroides. En cantidades relativamente grandes se deposita en el hígado, en los riñones y en la grasa del grande y protector mesenterio que envuelve los intestinos. El depósito en las partes grasas actúa como amplificador biológico, de modo que una dosis tan pequeña como la de 1/10 de micrón en el alimento resulta en almacenamiento de unos 10 ó 15 micrones, lo que representa un aumento de cien veces o más. Un micrón o millonésima parte de un gramo nos suena como una cosa muy pequeña... y así es. Pero tales sustancias son tan potentes que una minúscula cantidad puede proporcionarnos enormes cambios en el organismo. Estas pequeñas cantidades de plaguicidas se mantienen almacenadas y sólo se expulsan lentamente, la amenaza de envenenamiento crónico y cambios degenerativos del hígado y otros órganos es absolutamente real.

Una de las más siniestras características del DDT y sus derivados químicos es la manera con que pasan de un organismo a través de todas las trabazones de la cadena alimentos. Por ejemplo, los campos de alfalfa se espolvorean con DDT; después se prepara la comida de las gallinas con esa alfalfa; las gallinas ponen huevos que contienen DDT. O el heno, conteniendo residuos de 7 a 8 micrones, sirve de alimento a las vacas. El DDT reaparecerá en la leche en proporción de unos 3 micrones, pero en la mantequilla elaborada con esa leche, la concentración puede llegar a 65 micrones. A través de tal proceso de transferencia, que arranca de una pequeñísima proporción de DDT, puede llegarse a una altísima concentración. Actualmente los agricultores encuentran difícil obtener alimentos incontaminados para sus vacas. El veneno también puede ser transmitido por la madre a su descendencia, esto significa que el niño alimentado al pecho de la madre recibe pequeñas pero regulares dosis añadidas a la carga de productos químicos tóxicos recogidos por su cuerpo.

En experimentos con animales, los insecticidas de hidrocarburos clorados atraviesan libremente la barrera de la placenta. Tomado de Primavera Silenciosa de Rachel Carson.

## **5.2. Los insecticidas botánicos: Una alternativa en el control de plagas**

Por Bárbara Moreno Murillo<sup>1</sup>, Víctor Fajardo Morales<sup>2</sup>

Colombia, localizada en la región tropical, posee una gran diversidad en sus recursos genéticos; sin embargo la mayor parte de estos permanecen inexplorados no sólo desde el punto de vista de la composición química, sino de sus potenciales aplicaciones; de ellas, no obstante, proceden la mayor parte de los productos que se comercializan en la actualidad tales como alimentos, textiles, medicamentos, perfumes, maderas, papel y otros derivados. Los programas de Manejo Ecológico de Plagas (MEP) buscan la generación de cultivos y productos agrícolas sanos, de mejor calidad y con buen rendimiento económico. Colombia es un país agrícola por excelencia y la mayor fuente de divisas y de empleo proviene de esta actividad. Los cultivos de café, flores, frutales, papa y cereales se ven seriamente afectados por gran variedad de insectos-plagas, pertenecientes a diversos órdenes cuya acción genera grandes pérdidas económicas. La broca del café (*Hypothenemus hapei*), la mosca de la fruta (*Anastrepha* sp) y la polilla de la papa (*Tecia solanivora*) entre otras plagas, causan graves daños a los productos y han llevado a los mencionados sectores a verdaderas crisis. El cultivo de papa está en el tercer renglón, ocupa más de 200.000 Ha. cada año, cerca de 100.000 familias dependen de él en forma directa, es el producto de mayor consumo per cápita y la palomilla de la papa, los áfidos y otras plagas afectan los tubérculos en el cultivo y durante el almacenamiento (Trillos, 1994); así mismo, durante 1997-2005, Colombia ha suministrado entre el 86 y el 95% del total de las flores y el 65% de las frutas de importación en Estados Unidos con un crecimiento en el valor de las ventas superior al 30% anual. Las moscas de las frutas representan una de las plagas que más limitan la producción de frutales en Colombia; el daño directo a la fruta y la restricción en los mercados internacionales

---

<sup>1</sup> Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia.

<sup>2</sup> Departamento de Recursos Naturales, Facultad de Ciencias, Universidad de Magallanes, Punta Arenas, Chile

tanto por moscas nativas del género *Anastrepha*, como por la mosca del Mediterráneo de introducción reciente al país, sugieren la necesidad de aunar esfuerzos para afrontar el problema. En búsqueda de soluciones y como medio de control, se ha incrementado el uso de productos químicos sintéticos de amplio espectro, cuya aplicación indiscriminada ha generado serios problemas a la salud pública y al Medio Ambiente; entre estos sobresale el desarrollo de factores de resistencia en numerosos insectos, lo cual exige aplicación de dosis mayores y más frecuentes o sustancias con diversos modos de acción y el riesgo real no se conoce, ni se informa a la comunidad.

La agricultura extensiva y los monocultivos alteran la diversidad y el equilibrio de las especies, generando el predominio de insectos fitófagos los cuales se convirtieron en plagas al encontrar abundantes recursos alimenticios y de espacio y por la destrucción de los mecanismos naturales que regulan sus poblaciones (Adityachaudhury et al, 1985). En Colombia menos del 20% de las tierras aptas para la agricultura y la ganadería están en manos de campesinos minifundistas, lo cual ha generado sobre-explotación y empobrecimiento de suelos; el 80% restante de las tierras cultivables pertenece a latifundistas quienes promovieron el desarrollo vertiginoso de la Industria Agroquímica. La WWF (Wild World Foundation) reporta las 10 empresas más grandes productoras de pesticidas en el mundo, cuyas ventas globales alcanzaron los 55 billones de dólares en el 2004. En nuestro país, el consumo de pesticidas de amplio espectro sobrepasa los 4.000 millones de pesos, indicativo de cómo esta industria invadió el mercado, trayendo como consecuencias: aumento de costos de producción, rompimiento del ciclo ecológico en muchas especies vegetales y animales, deterioro de los recursos naturales (suelos, aguas, atmósfera), marcado aumento de plagas y enfermedades en los cultivos, y generación de factores de resistencia en plagas vectores de parásitos y patógenos, entre otros. Este fenómeno ha creado la necesidad de buscar otras alternativas para el control de insectos y numerosos investigadores trabajan en la búsqueda bioracional de soluciones prontas y efectivas. De acuerdo a Hibbard (1989) menos del 0.1 % de los pesticidas aplicados en los cultivos alcanza la plaga hacia la cual va dirigida, el resto afecta el entorno y la vida silvestre; esta situación ha llegado a niveles críticos y en algunos casos, de desastre. El uso de los extractos de semillas del neem, de la guanábana, la nicotina, la esparteína y productos análogos reduce, no solo el uso de pesticidas sintéticos, sino los costos del control (por ejemplo, comparados con el uso del Malathion estos valores se disminuyen hasta en un 80%).

Los productos denominados Insecticidas Botánicos forman parte de las estrategias más importantes, pero menos conocidas, del MEP y por su origen y sus propiedades, y por ser una alternativa útil en el control de insectos-plaga merece atención su promoción como complemento en otros programas de control. Las plantas producen una gran cantidad de compuestos químicos conocidos como los productos Naturales Vegetales, los cuales cumplen diversas funciones en el metabolismo y defensa de las mismas; estos compuestos conocidos como metabolitos secundarios, ofrecen a las plantas algún grado de resistencia a los enemigos naturales en general y como medios de defensa frente a herbívoros en particular, presentan propiedades características y definidas, denominadas aleloquímicas, las cuales pueden y deben ser utilizadas en beneficio de la comunidad. Entre estos compuestos naturales los denominados bioactivos poseen funciones selectivas y específicas, determinadas y evaluadas a través de bioensayos cuya búsqueda racional permite aprovechar los escasos recursos para investigación. La Química Ecológica, ciencia desarrollada a partir de la química de los productos naturales en las dos últimas décadas, incluye numerosas

disciplinas y ha alcanzado gran relevancia en la búsqueda de Compuestos Bioactivos Nuevos cuyas aplicaciones cubren las áreas de salud, quimiotaxonomía, alelopatía, quimiorrecepción, biopesticidas, insecticidas botánicos, feromonas, atrayentes, repelentes, control de crecimiento y respuesta inmunológica entre otros ( Jacobson, 1989; Isman, 1995; Colegate & Molineux, 1993). Este trabajo incluye algunos ejemplos ilustrativos del potencial de los productos naturales como agentes de control de plagas, sus propiedades, selectividad y especificidad.

## 6. PROYECTO FINAL

Como proyecto final de éste énfasis se propone realizar dos bioensayos, en donde se pretende comparar la acción de un insecticida sintético frente a al Neem y algunos otros insecticidas botánicos. Estos bioensayos se realizarán en el humedal Tibanica y serán controlados por los estudiantes de último semestre del énfasis en Química Ecológica, quienes rendirán informe sobre el trabajo de campo semanalmente al docente. Finalizando el semestre, los estudiantes deben presentar un trabajo final sobre los bioensayos realizados, como requisito para la graduación. A continuación se describen los dos bioensayos.

### 6.1. Bioensayo General de Letalidad con Larvas de *Artemia Salina*. (BGL-As)

Uno de los biomodelos más utilizados en las etapas preliminares de la investigación fitoquímica, es el bioensayo general de letalidad frente a los nauplios del crustáceo *Artemia salina* (Leach). Este procedimiento fue desarrollado y publicado en 1982 por Meyer y Col. El método consiste en exponer un número de larvas (nauplios) del crustáceo *A. salina* a soluciones acuosas en agua de mar, de extractos, fracciones o compuestos puros, para determinar valores de concentración efectiva 50 (CE<sub>50</sub>), expresada en µg/mL (Martínez, 1999). Sin embargo los valores obtenidos de CE<sub>50</sub>, no advierten una actividad fisiológica o biológica en particular, son indicadores de toxicidad a nivel celular que pueden orientar investigaciones más específicas (Alkofahi, Rupprecht, Anderson, McLaughin, Mikolajczak, & Scott, 1989).

La toxicidad in vivo de un organismo animal puede usarse como método conveniente para el seguimiento y fraccionamiento en la búsqueda de nuevos productos naturales bioactivos; por tal razón, se decide trabajar el bioensayo de letalidad sobre nauplios de *Artemia Salina*. Este organismo es fácil de cultivar y manipular en laboratorios, es sensible a una gran variedad de tóxicos; y genera resultados confiables, además es una alternativa poco costosa, sencilla y rápida. Puede ser usada de manera rutinaria en la investigación fitoquímica y permite crear una base para adelantar posteriores estudios que brinden aplicaciones (Forero, 2002).

Este bioensayo es aplicable a compuestos con estructuras y modos de actividad diversos, lo que le otorga la característica de ser amplio espectro, de ahí que sea usado como método de análisis para detectar residuos de pesticidas, micotoxinas, anestésicos y compuestos de tipo morfínico entre otros (Gualdrón, 1994).

Para el bioensayo se debe adecuar un recipiente que haga las veces de cámara de incubación para el desarrollo (eclosión) de los huevos de *Artemia salina*. Ésta debe de constar de una zona oscura y una zona iluminada permanentemente. Como fuente de luz se colocan dos lámparas con bombillas de 110 vatios a 40cm de distancia de las cámaras. Encendidas desde el momento de cultivo hasta la culminación del bioensayo, permitiendo así mantener una temperatura de 25°C. A las 24 horas se observa la eclosión de los nauplios, los cuales se dejan madurar durante 48 horas, tiempo establecido para la utilización en el bioensayo.

Luego se preparan las muestras junto con las muestras blanco y para analizar mejor los resultados se realizan tres réplicas. Durante el bioensayo se registra el número de nauplios puestos inicialmente en cada tubo de ensayo en cada tubo de ensayo (TV); al cabo de 24 horas de contacto con las sustancias y los extractos ensayados se realiza el conteo del número de nauplios muertos (TM).

El cálculo del porcentaje de letalidad por cada una de las concentraciones determinadas se realiza mediante la ecuación: % Letalidad=  $TM/TV \times 100$ .

## 6.2. Bioensayo de actividad antialimentaria

Existen diferentes modos de determinar la actividad antialimentaria; para este caso se seleccionaron dos modalidades conocidos como bioensayo de elección y bioensayo de no elección, los cuales se describirán a continuación. Se recurrirá a una crianza establecida de *Spodoptera frugiperda* (*lepidóptera Noctuidae*), cuyas larvas son herbívoros muy voraces de habito nocturno conocidos como trozadores o cogolleros de los cereales. Para estas larvas la mejor dieta natural son las hojas frescas de la higuierilla (*Ricinus comunis*, *Euforbiacea*). Para los experimentos se utilizaran cajas de Petri de vidrio de 11 cm de  $\phi$ .

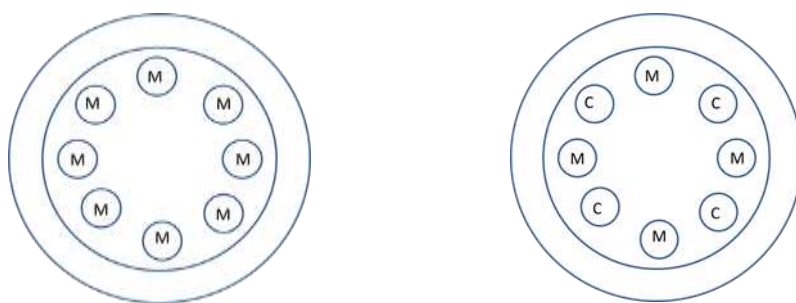
### Bioensayo de No Elección:

En una caja de Petri, se dispone un papel de filtro humedecido. Aparte se recortan círculos de lámina foliar de higuierilla fresca, con un sacabocado de un cm de  $\phi$ , estas se sumergen en soluciones de los aceites esenciales o extractos previamente preparados en diferentes concentraciones; para cada experimento se requiere al menos 8 recortes de hojas los cuales deben permanecer sumergidos en las muestras un tiempo definido (de 3 a 10 minutos), luego con la ayuda de una pinza se colocan sobre el papel del filtro en forma circular, de manera inmediata se coloca un numero definido de larvas de segundo o tercer estadio (de 4 a 10 de acuerdo a la disponibilidad); el sistema se deja en incubación a 20°C y humedad relativa controlada durante 24 horas, tiempo en el cual se hacen observaciones cada dos horas del comportamiento de las larvas; los parámetros son observar si la larva come o no la hoja o si prueba y se retira; además se debe comparar el aspecto y cantidad de las fecas con respecto a los experimento control. El uso de al menos tres concentraciones diferentes de la misma muestra permite determinar la existencia de correlación dosis respuesta.

**Bioensayo de Elección:**

Al igual que en el anterior se toma una caja de Petri, se coloca un papel filtro humedecido, se colocan con pinzas los círculos de muestra foliar de higuera (4) previamente sumergidos en soluciones de aceites esenciales o extractos previamente preparados de diferentes concentraciones y muestras foliares de higuera (4) sin haber sido sumergidas en ninguna solución, es decir, muestras control. Las 8 muestras de higuera se deben poner de manera alterna. Al igual que en el ensayo anterior se deben colocar larvas (*S. frugiperda*). De igual forma se observa su comportamiento durante 24 horas, en este caso se debe diferenciar la cantidad de muestra consumida en los controles y muestras.

Figura 2-1. Bioensayo de No Elección y Bioensayo de Elección



M: Muestra      C: Control

**6.3. Bioensayo de pruebas olfatométricas**

Para este experimento se necesitan al menos 5 cámaras de olfatométricas de acrílico instaladas en serie y protegidas con el tubo de cartulina (fig. 1-9) para evitar los efectos de la luz. Inicialmente se colocan los insectos adultos tales como áfidos, pulgas, hormigas, brocas entre otros. La cámara de distribuyen en cinco zonas en la cual se distribuyen 10 insectos de manera aleatoria y se expresa en porcentaje (20% en cada área), luego se colocan 5- 10 micro- litros de muestra en cada tubo de ensayo (cinco repeticiones), seguido se colocan en la cámara un tubo como control absoluto, un tubo con un patrón de referencia, un tubo con la muestra y un tubo con el disolvente apropiado, se abre la llave para hacer vacío en el sistema lo cual permite que los volátiles sean llevados hacia la cámara. Posteriormente cada 10 minutos durante 100 minutos se registra la posición de cada insecto, al final se hace la sumatorio y se realiza el porcentaje total, evaluando el comportamiento de los insectos.



#### 6.4. Bioensayo de Actividad Aracnicida en Cultivos de Fresa (*Fragaria vesca*)

En un cultivo de fresa realizado por los estudiantes se aplicaran distintos tratamiento de manera comparativa para evaluar los resultados. En este caso al menos se deben incluir los siguientes tratamientos: un control positivo, un control absoluto, un producto de origen natural y al menos tres muestras (pueden ser tres plantas o tres partes de una misma planta)

Para el diseño experimental y con la colaboración del docente preparar un terreno de 10m de largo y 3m de ancho, el cual se va a destinar a la siembra de fresa. El terreno se debe dividir a lo ancho en 6 secciones, en cada una de ellas se debe realizar una era de 70 a 80 cm de ancho y a 20 cm de altura. En cada era se siembran dos hileras de plantas de tres semanas de edad procedentes de un almacigo previamente establecido; las plantas deben estar separadas por un espacio de 25 cm entre sí a lo ancho y 30 cm a lo largo. La separación entre las eras debe ser por lo menos de 40 cm. Cada plántula debe sembrarse a una profundidad tal que el cuello de la raíz quede a nivel del suelo, de manera que no queden raíces expuestas ni la corona enterrada. Las eras deben quedar divididas con polisombra de 1m de altura. Esto con el objetivo de separar los diferentes tratamientos del diseño experimental y lograr independencia en cada uno de ellos; en el diseño experimental se debe plasmar el orden de aplicación de los seis tratamientos incluidos en el presente experimento. Al menos se debe incluir un control absoluto (no se aplica nada), un control positivo (en el cual se aplica un producto sintético comercial); el tercer tratamiento corresponde al extracto de Neem comercial al 5% o polvos de semillas molido y seco. A continuación se adicionan los tratamientos correspondientes a los extractos a evaluar o las soluciones de los aceites esenciales previamente extraídos por hidrodestilación, por los mismos estudiantes, utilizando de tres a cinco concentraciones diferentes (se sugiere utilizar potencias de diez a saber, 1000, 100, 10 ppm). Para este experimento se sugiere evaluar los aceites esenciales de la limonaria, agérato, tomillo, semillas de guanábana.

#### 7. EVALUACIÓN

En cada parte del desarrollo metodológico se debe realizar evaluación:

Lectura del marco referencial: Evaluación de la participación en clase. Evalúa el docente.

Mapa conceptual y ensayo sobre la importancia de Química Ecológica: Heteroevaluación.

Exposición sobre el glifosato: Coevaluación y Heteroevaluación.

Foro sobre lectura: Coevaluación y autoevaluación.

Trabajo en equipo de los bioensayos: Heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.

## **Estructura Dinamizadora en el aula**

### **Equipos de Aprendizaje**

Se apoya en el trabajo en equipo, el cual permite socializar lo personal y personalizar lo social. Exige el compromiso del docente dinamizador y de los equipos abiertos a aprender. Esto significa que en las sesiones o intercambios los participantes realizan un ciclo que integre momentos de investigación, de planeación y de práctica. Cada participante comparte las experiencias desarrolladas y las revisa en equipo. En trabajo cooperativo diseñan conjuntamente nuevas aplicaciones de la teoría vista y organizan los documentos sistematizados de las experiencias para presentarlas al docente en el siguiente momento.

### **El Aula Dinámica**

Dinamizar el aula implica necesariamente el cultivo de las funciones cerebrales tanto en la función lógico-investigativo-crítica, como en la creativo-afectivo-trascendente y en la operativo-organizativo.

La metodología asumida en la especialización consta de dos elementos integrados: una propuesta para la dinamización del aula y otra para los momentos del proceso enseñanza-aprendizaje fuera del aula. La Metodología de MICEA utiliza para la Dinamización del Aula de Clase unos pasos que integran las tres funciones cerebrales. Cada uno de los pasos que se siguen tiene tiempos definidos y son coordinados a través de liderazgo.

Una Clase tiene entonces una Agenda explícita, con unos tiempos definidos unos líderes responsables de los diversos momentos.

Los pasos o momentos que se proponen para la clase son:

- **Motivación:** Crea condiciones humanas, ambientales y organizativas para facilitar el surgimiento de expectativas, un ambiente de confianza y desarrollar la participación al máximo.
- **Ubicación:** La participación es un proceso que no se da por generación espontánea hay que saber estimularla. Hay necesidad de partir del conocimiento del estudiante, de su realidad, de sus experiencias previas para que el conocimiento responda a sus necesidades y expectativas y se ajuste a sus posibilidades.

- **Adquisición:** El objetivo de la adquisición es que el estudiante reciba la información sobre conocimientos nuevos, según el nivel de complejidad mental de quien los recibe. Cada persona tiene un nivel de desarrollo efectivo y de comprensión posible.
- **Asimilación:** El objetivo es enfrentar al estudiante con situaciones y experiencias que lo lleven a plantearse explicaciones a los fenómenos y relaciones que observa, a construir sus propios esquemas y paradigmas.
- **Síntesis:** Busca que el estudiante integre en un esquema mental significativo las informaciones, conceptos, explicaciones, estructuras múltiples y dispersas adquiridas y construidas durante la clase o experiencia.
- **Creatividad:** En la base de la creatividad está la autorización mental, que ha sido castrada o frenada en gran medida por una educación dogmática, repetitiva y autoritaria. "Todos nacen genios, algunos sobreviven a la educación".
- **Compromiso:** La educación no implica sólo construir conocimientos, sino experimentar nuevas formas de vivir, de establecer relaciones y de asumir conductas. Por ello la educación debe generar niveles cada vez más altos de compromiso personal, grupal y social.



## Referencias de las unidades didácticas

- Alkofahi, A., Rupprecht, J., Anderson, J., McLaughin, J., Mikolajczak, K., & Scott, B. (1989). Search For New Pesticides From Higher Plants. En J. Arnason , B. Philogene, & P. Moran , *Insecticides Of Plant Origin* (págs. Chapter 3 pp 25-43). Washington D.C.: ACS SYMPOSIUM SERIES 387.
- Birch, M., & Haynes, K. (1990). *Feromonas de Insectos*. Barcelona, España: Oikostau, s. a.
- Camarena, G. (2009). Señales en la Interacción Planta Insecto. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 81-85.
- Horgan, R. (1978). *The Biochemical Functions of Terpenoids in Plants*. London: The Royal Society of London, University Press.
- Howse, P., Stevens, I., & Jones, O. (2004). *Feromonas de insectos y su uso en el control de plagas*. Barcelona, España: Editorial Davinci.
- Humboldt, I. d. (1998). *El Nim y sus bioinsecticidas, una alternativa agroecológica*. La Habana, Cuba: Ministerio de Agricultura.
- Jolivet, P. (1998). *Interrelationship Between Insects and Plants*. New York: CRC Press. Martínez, A. (Febrero de 2003). *Aceites Esenciales*. Medellín: Universidad de Antioquia.
- Morales, J. (23 de Noviembre de 2011). Recuperado el 2 de Noviembre de 2012, de <http://es.scribd.com/doc/73547126/HORMONAS-VEGETALES>
- Moreno, B., Fajardo, V., Latorre, V., Salmerón, M. L., Tapia, P., Cárdenas, A., y otros. (1995). Investigación Química en plantas de la Patagonia Chilena. *Austrouniversitaria*, 14-16.
- Nerio, L. S., Olivero-Verbel, J., & Stashenko, E. (2009). Repellent activity of essential oils: A review. *Bioresource Technology*, 372-378.
- Ortuño Sánchez, M. F. (2006). *Manual práctico de Aceites esenciales, aromas y perfumes*. España: Aiyana Ediciones.
- Pavia, D., Lampman, G., & Kriz, G. (1982). *Introduction Organic Laboratory Techniques*. Washington: Saunders College Publishing.
- Pinder, A. (1960). *The Chemistry of the Terpenes*. Belfast: Universities Press.

- Primo Yufera , E. (1991). *Ecología Química*. Madrid: Ediciones Mundiprensa.
- Primo Yufera, E. (1995). *Química Orgánica Básica y Aplicada*. Barcelona, España: Editorial Reverté, S.A.
- Rodríguez , M. D., & Rodríguez, C. N. (2004). *Metabolismo y Modo de Acción de Fitohormonas*. Salamanca, España: Ediciones Universidad de Salamanca.
- Roitberg, B., & Isman, M. (1992). *Insect Chemical Ecology*. New York: Chapman and Hall.
- Vági, E., Simándi, B., Suhajda, Á., & Héthelyi, .. (2004). Essential oil composition and antimicrobial activity of *Origanum majorana* L. extracts obtained with ethyl alcohol and supercritical carbon dioxide. *Food Research International*, 51-57.