

DATOS PERSONALES.

Nombre: Roberto Carlos Tufiño Velázquez

Matrícula: 201218496

Teléfono: 58 57 84 19

Licenciatura: Biología

División: Ciencias Biológicas y de la Salud

Unidad universitaria: UAM-Iztapalapa.

TRIMESTRE LECTIVO: 04-0

TÍTULO DEL PROYECTO:

Estudios monográficos de géneros selectos de Chlorophyta,
Phaeophyta y Rhodophyta en el Atlántico

TÍTULO DEL TRABAJO DE SERVICIO SOCIAL:

La *especie*, un concepto en las escuelas de taxonomía clásica, fenética y cladística, y su consideración en los códigos de nomenclatura. Un enfoque teórico-práctico.

NOMBRE DEL ASESOR INTERNO:

Dr. Francisco F. Pedroche

LUGAR DE REALIZACIÓN:

Laboratorio de Macroalgas Marinas. Departamento de Hidrobiología. Edificio AS, cubículo 201. Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, México, DF 09340. Apdo. Postal 555-320-9000.

CLAVE DE REGISTRO: B.035.04



**UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA
UNIDAD IZTAPALAPA
DEPARTAMENTO DE HIDROBIOLOGIA**

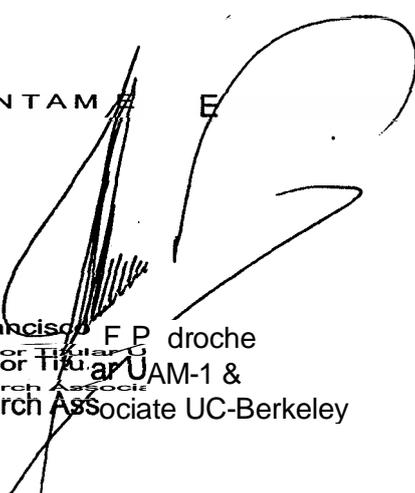
Abril 28, 2005.

**Dr. Oscar Monroy Hermosillo
Director CBS
UAM-Iztapalapa**

Por medio de la presente hago constar que el alumno **Roberto Carlos Tufiño Velázquez**, de la Licenciatura en Biología y con matrícula 201218496, ha concluido satisfactoriamente su Servicio Social bajo mi asesoría con el proyecto «La especie, un concepto en las escuelas de taxonomía clásica, fenética y cladística, y su consideración en los códigos de Nomenclatura. Un enfoque teórico-práctico». Este Servicio Social se llevó a cabo en el Laboratorio de Macroalgas Marinas del 4 de Octubre del 2004 al 4 de Abril del presente año.

Sin más por el momento quedo de Usted muy,

ATENTAMENTE



Dr. Francisco P. Pedrodroche
Professor Titular
Profesor Titular UAM-1 &
Research Associate UC-Berkeley

GRUPO FICOLOGIA SISTEMÁTICA
Apdo. Postal 55-535. México, D.F. 09340. MEXICO -P

1,1

**FORMATO PARA SER LLENADO POR EL (LOS) ASESOR(ES) INTERNO O
EXTERNO PARA EL INFORME FINAL DE SERVICIO SOCIAL.**

1.- Nombre y adscripción del asesor.

Francisco Flores Pedroche
Departamento de Hidrobiología, CBS

2.- La naturaleza del Proyecto del que procede el Servicio Social es:

a) Proyecto de Servicio Social asociado a la investigación que se realiza en, las áreas departamentales.

Interno.

Externo.

Por convenio.

b) Proyecto de Servicio Social asociado a actividades disciplinarias realizadas por el asesor.

3.- Nombre del proyecto del que deriva el Servicio Social e institución u organismo que lo avala.

Estudios monográficos de géneros selectos de Chlorophyta, Phaeophyta y Rhodophyta en el Atlántico.

División de Ciencias Biológicas y de la Salud, UAM-Iztapalapa

4.- Desglosar las actividades que desarrolló el asesor para favorecer el cumplimiento de los objetivos planteados en el Proyecto inicial de Servicio Social.

a) Proporcionar y orientar sobre el uso de la literatura adecuada b)

Revisar avances escritos

c) Supervisar el trabajo práctico

d) Fomentar la discusión

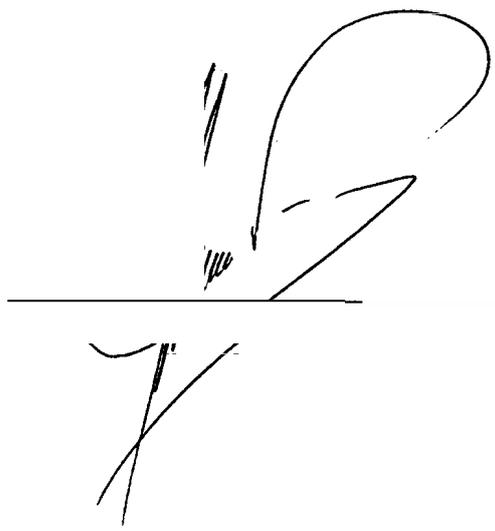
5.- ¿Cómo evalúa el desempeño del alumno prestador del Servicio Social? ¿Considera que la formación que el alumno recibe en la UAMI es adecuada y suficiente para su desempeño profesional? ¿Por qué?

El desempeño del alumno fue excelente, con alto rendimiento y gran responsabilidad. La formación de un estudiante y su desempeño son parámetros a evaluar *a posteriori*, el profesor es sólo un orientador que contribuye desde su particular punto de vista al desarrollo de habilidades y aptitudes, desde lo que considera y su experiencia le ha indicado el mejor método que está lejos de ser infalible.

6.- Anote las fortalezas y debilidades detectadas por usted con respecto a la formación del estudiante.

Las fortalezas del estudiante son: responsabilidad, interés, orden y disciplina combinadas con capacidad de expresión oral y escrita no comunes entre los estudiantes de Licenciatura.No apreció debilidades en su formación a este nivel.

7.- Nombre y firma del asesor. Asesor: F. F. Pedroche.

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'F' and 'P' above a horizontal line, and a 'T' below it.

Alumno: Roberto Carlos Tufiño Velázquez **Matrícula:** 201218496 **Licenciatura:** Biología.

Título del Proyecto:

LA *ESPECIE*, UN CONCEPTO EN LAS ESCUELAS DE TAXONOMÍA CLÁSICA, FENÉTICA Y CLADÍSTICA, Y SU CONSIDERACIÓN EN LOS CÓDIGOS DE NOMENCLATURA. UN ENFOQUE TEÓRICO-PRÁCTICO.

Registro del Servicio Social: B.035.04

Fecha de entrega: 27 de abril del 2005

Nombre y adscripción del (los) asesor(es):

Francisco Flores Pedroche
Departamento de Hidrobiología, CBS

RESUMEN.

La amplia literatura sobre el concepto de especie habla de la actualidad de este debate. En este trabajo se presenta una revisión breve de algunos de los conceptos de especie que se han desarrollado en biología, en función de su origen como proceso o patrón. Los conceptos desarrollados a la luz de distintos procesos (concepto biológico de especie, concepto de cohesión, concepto diagnóstico, concepto morfológico, concepto de reconocimiento, etc.) son los más contingentes y se trata, en realidad, de variaciones alrededor del concepto biológico o de conceptos en los que la reproducción es el proceso central. En este tipo de conceptos se presenta un alto grado de no correspondencia entre los grupos definidos como especies bajo distintos criterios (procesos). La propuesta es que estos conceptos sean abandonados. En cambio los conceptos resultado de considerar un patrón, (concepto monofilético de especie, concepto evolutivo, concepto filogenético, concepto filo-fenético-para bacterias-) implican que las especies son reconocidas como resultado del proceso evolutivo, admitiendo que la biodiversidad tiene su propia estructura y organización jerárquica, tomando como base, la monofilia. Un concepto de este tipo (concepto filogenético) podría ser aplicado a cualquier grupo de organismos, por lo que se dice que es un concepto monista. Por otra parte, los actuales códigos de nomenclatura, son solamente un conjunto de reglas que permiten asignar un nombre a los grupos que se describen, pero no circunscriben ni definen lo que se nombra. Los actuales códigos de nomenclatura, que surgieron en el marco de la taxonomía Linneana, son claramente incompatibles con un sistema de clasificación filogenética y con la propuesta de que las especies sean nombradas en función de definiciones filogenéticas similares a los clados en el *FiloCodigo* y no de especímenes tipo.

De las tres escuelas de la taxonomía, la sistemática filogenética resalta la reconstrucción de las relaciones de ancestría-descendencia permitiendo reconocer que los grupos monofiléticos son los únicos con existencia real y natural con relación al proceso de la evolución.

En el aspecto práctico se reconocieron 4 especies del género *Codium* (Codiaceae, Chlorophyta) (*C. taylorii*, *C. decorticatum*, *C. simplex* Inéd y *C. isthmocladum*). Sin embargo, dicha clasificación debe tomarse con precaución, debido a la alta variabilidad de los caracteres morfológicos y anatómicos de los talos. La incorporación de otro tipo de datos y procedimientos para el análisis de estas especies, arrojará evidencias de mayor peso.

Hasta el momento solo algunos ensayos de extracción de ADN llevados a cabo en este trabajo han sido exitosos.

FIRMA DEL ALUMNO.

VISTO BUENO DEL ASESOR.

Alumno: Tufiño Velázquez Roberto Carlos

Asesor: Dr. Francisco F. Pedroche.

**La especie, un concepto en las escuelas de taxonomía clásica, fenética y cladística, y su consideración en los códigos de nomenclatura.
Un enfoque teórico-práctico.**

INTRODUCCIÓN.

La Biología está constituida por dos grandes campos: la **Biología comparada** y la **Biología general**. El primero de ellos se interesa por conocer la diversidad orgánica, la distribución de caracteres dentro de esta diversidad y los *patrones* que conforma (Wiley 1981, citado por Bueno & Pérez, 1994). Por su parte, la biología general se enfoca en el estudio de los *procesos* que han dado origen tanto a la diversidad misma como a los patrones que se descubren dentro de ella. Durante aproximadamente un siglo predominó el énfasis sobre el estudio del proceso, mientras que se puso poca atención al estudio del patrón y este sesgo en opinión de Nelson y Platnick (1981 *in* Bueno & Pérez, 1994) obedece a la influencia de Darwin y Wallace, quienes interesados en desarrollar un modelo sobre el proceso evolutivo, dejaron de lado el estudio del patrón.

Dentro de estos dos terrenos se ha desarrollado toda la teoría biológica. Una de las principales tareas en Biología es la descripción y ordenamiento de las formas de vida. Se ha aceptado, ampliamente, que **la especie** es la unidad básica de clasificación y caracterización del mundo vivo. Además, también se ha considerado a la especie como la unidad funcional en las teorías sobre los procesos ecológicos y evolutivos, por ejemplo el de especiación. En un sentido práctico, las especies se consideran las unidades básicas para el almacenamiento de información y para estudios de uso económico que van desde su explotación hasta su conservación (Mishler & De Luna, 1997).

El desarrollo del concepto de *especie* es una historia compleja. Algunos taxónomos han insistido en que el acto de describir especies no tiene espacio para la conceptualización; los taxónomos simplemente describen la naturaleza, un asunto que no es para la teoría sino para la observación directa. Otros, quizá la mayoría, han utilizado algún criterio reproductivo en sus conceptos de especie. Ha habido un acuerdo general en que las especies deben ser reconocidas rápidamente. En la práctica, sin embargo, la ausencia de un criterio absoluto para distinguir especies ha promovido el recurso de la autoridad y la tradición, motivo que ha sido utilizado para justificar la estasis (Stevens, 1994). Siempre que se han propuesto criterios para delimitar especies (criterios morfológicos, de no cruzamiento, entre otros.) se presenta el problema de que no todas las definiciones que surgen se pueden aplicar a todo el universo biológico. Esto significa que no hay una correspondencia obvia entre los grupos definidos como especies bajo diferentes criterios.

Al intentar describir, identificar y circunscribir a las especies, se han encontrado diversos problemas semánticos y conceptuales (Mayr, 1998). Actualmente no existe un consenso claro en la conceptualización de la especie. Varias propuestas han sido desarrolladas: concepto de especie tipológica, especie taxonómica o fenética, especie adimensional o no dimensional, especie multidimensional, especie biológica, especie ecológica, especie evolutiva, especie filogenética, especie cladista, entre otros.

Lo que si está claro y es inevitable, es que las especies son las unidades básicas con las que se trabaja en biología. Los organismos del mundo se clasifican en especies, por lo que son las unidades básicas de las clasificaciones taxonómicas y en sí mismas un instrumento para caracterizar la diversidad orgánica (Levin, 1979 *in* Valencia-Ávalos, 1991). Las especies son importantes porque representan un nivel de integración básico en la naturaleza, porque proveen las bases para describir la diversidad natural y los procesos postulados que operan en ella, como la especiación y competencia (Mayr, 1957 *in* Valencia-Ávalos, 1991). El concepto de especie ha tenido un papel muy importante en muchas áreas de la biología.

En el sentido teórico, la especie se ha considerado el fundamento de la construcción de clasificaciones, de los árboles evolutivos y de los ecosistemas. Particularmente se ha procurado manejar a las especies no sólo como una unidad taxonómica sino también como la unidad funcional en las teorías sobre los procesos ecológicos y evolutivos. En particular se ha requerido que los

organismos puedan ser asignados a una especie mediante su identificación y la asignación de un nombre en el sistema Linneano de nomenclatura (Mishler & De Luna, 1997).

Este trabajo no pretende hacer una revisión exhaustiva de todos los conceptos de especie que se han desarrollado y propuesto a lo largo de la historia, sino hacer una revisión de los conceptos más importantes, más utilizados o más aceptados, y analizar y discutir su posible origen en términos de patrones o procesos. Si se puede categorizar a la especie como proceso o como patrón se podrá contribuir a eliminar los subjetivismos y las arbitrariedades en el momento de decidir qué concepto de especie es el más adecuado, ya que se presentaría un esquema menos contingente del llamado “problema de la especie” (Valencia-Ávalos, 1991).

Por otra parte, también se analiza la forma en cómo se ha utilizado el concepto de especie en los distintos enfoques de la sistemática: el de la *sistemática tradicional*, denominada también taxonomía evolucionista, gradista o filista; el de la *taxonomía numérica*, conocido también como enfoque fenético o taximétrico y el de la *sistemática filogenética o cladística*. Cada una de estas escuelas de la taxonomía tiene bases conceptuales claramente distintas (i.e. caracteres empleados, concepto de especie, diagramas arbóreos, relaciones taxonómicas, grupos conformados, métodos empleados), proponen diferentes tipos de relaciones entre taxa y organizan esquemas de clasificación también diferentes. Así, dada la importancia de la sistemática como disciplina central de la biología comparada es necesario estar al tanto de la discusión sobre cuáles son los criterios que deben seguirse para la ordenación de la biodiversidad o qué tipo de clasificaciones son las menos subjetivas, menos arbitrarias y, por lo tanto, más convenientes (Bueno & Pérez, 1994).

Las clasificaciones formales se elaboran para varios propósitos, los cuales incluyen: comunicación, almacenamiento de datos, predictividad y su función en teorías. El último criterio mencionado es posiblemente el menos reconocido como una propiedad deseable en una clasificación. No obstante, el papel que las clasificaciones tienen en teorías es uno de los propósitos más importantes (Mishler & De Luna, 1997).

Los sistemas de clasificación son una forma de comunicación del conocimiento de la diversidad biológica. Sin embargo, las clasificaciones no sólo son útiles para organizar la información biológica sobre las especies, sino que proveen el fundamento teórico para el estudio comparativo de la diversidad y su conservación. Las clasificaciones son el marco histórico para interpretar los patrones de similitudes entre taxa, sus interacciones ecológicas y su distribución geográfica.

Por último, también se aborda otro aspecto que está tomando una considerable importancia: la forma en cómo se aplica el concepto de especie en los actuales códigos nomenclaturales (bacteriológico, botánico y zoológico; o *ICNBa*, *ICBN*, *ICZN*) y en el *Filocódigo* (Cantino & de Queiroz, 2003) que es un sistema sin jerarquías, en el cual las categorías tradicionales Lineanas como género, familia u orden son abandonadas.

Es importante que todas las elaboraciones teóricas sobre el concepto de especie y las propuestas metodológicas para el ordenamiento de la biodiversidad se sometan a discusión en todos los campos de la biología, así mismo también se debe difundir este conocimiento básico de la biología.

OBJETIVOS.

- Analizar la posible confusión de los diferentes conceptos de especie resultado de su origen basado en patrones o en procesos.
- Presentar un esquema del concepto de especie en el que las subjetividades y las arbitrariedades queden fuera del contexto de su aplicación tanto en los esquemas de clasificación como en los códigos nomenclaturales.
- En la parte práctica, el objetivo es realizar la comparación morfológica de algunas “especies” del género *Codium* (Chlorophyta), así como la comparación utilizando algunas herramientas moleculares (ensayos de extracción, amplificación y secuenciación de ADN) como una posible herramienta que disminuya la subjetividad de los caracteres morfológicos.

METODOLOGÍA.

Estructura del Servicio Social.

I. Sobre la teoría.

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica, hemerográfica y electrónica de los principales conceptos de especie que han sido utilizados o que han tenido una mayor aceptación en biología, así como un análisis y discusión de la pertenencia de dicho concepto en términos de un patrón o un proceso. Bajo el análisis de los conceptos, se hizo una discusión acerca de ellos, en la que se señala tanto la utilidad como los inconvenientes de usarlos. Finalmente se discutió la aplicación del concepto de especie en las distintas escuelas de la taxonomía (clásica, fenética y filogenética), así como la consideración de los códigos nomenclaturales respecto del mismo.

II. El aspecto práctico

a) Sobre la morfología.

Se hizo el análisis y la comparación de caracteres diagnósticos a nivel de especie en representantes del género *Codium* (Chlorophyta) herborizados y recolectados en la costa del Atlántico. Los caracteres empleados en las diagnósis fueron los siguientes:

Caracteres.		
Morfológicos	Anatómicos	Reproductivos
TALO		GAMETANGIOS
Hábito	Filamentos medulares	Forma
Color	Utrículo	Tamaño
Talla		Zona en el utrículo
Sistema basal		
Tipo de ramificación		
Ramas		

De todos los caracteres que se emplean en la diagnosis, los utrículos son los que tienen mayor peso taxonómico; se considera que son un caracter de distinción entre las especies. Es importante, por ejemplo, si la disgregación del talo ocurre en utrículos individuales o en grupos o familias de utrículos simples o ramificados. El utrículo presenta caracteres más importantes o distintivos (forma y apariencia del ápice, grosor de su pared) y menos importantes por ser variables (número y disposición de pelos y/o cicatrices) (Pedroche, 1981).

Los caracteres morfológicos (patrón de ramificación, hábito, dimensiones de las ramas, forma de las dicotomías, etc.) fueron examinados en ejemplares herborizados. Los caracteres anatómicos (utrículos, filamentos medulares, gametangios, pelos y cicatrices, etc.) se analizaron a partir de fragmentos apicales de las ramas de los especímenes herborizados. Hubo casos en los que fue necesario utilizar fragmentos intermedios o basales de las ramas para localizar estructuras reproductivas. Los fragmentos de las ramas se colocaron en un cristalizador con agua jabonosa y se introdujeron en un horno de microondas durante un minuto a temperatura alta y a intervalos de veinte o treinta segundos. Este procedimiento rehidrata el tejido y permite que las estructuras anatómicas (utrículos, gametangios y filamentos) recuperen lo más posible su forma natural (Pedroche *et al.*, 2002).

El tejido así hidratado, fue disgregado sobre un portaobjetos con el empleo de pinzas finas. Para evitar la deformación de los utrículos, no se utilizaron cubreobjetos. Las preparaciones fueron observadas bajo microscopio óptico, realizándose dibujos y fotografías con la ayuda de una cámara de imagen digital JVC-GC-QX5HD. Se utilizó un ocular micrométrico para obtener las diversas medidas.

Se llevaron a cabo las mediciones indicadas en la Fig. I, en quince utrículos y gametangios en cada una de las muestras:

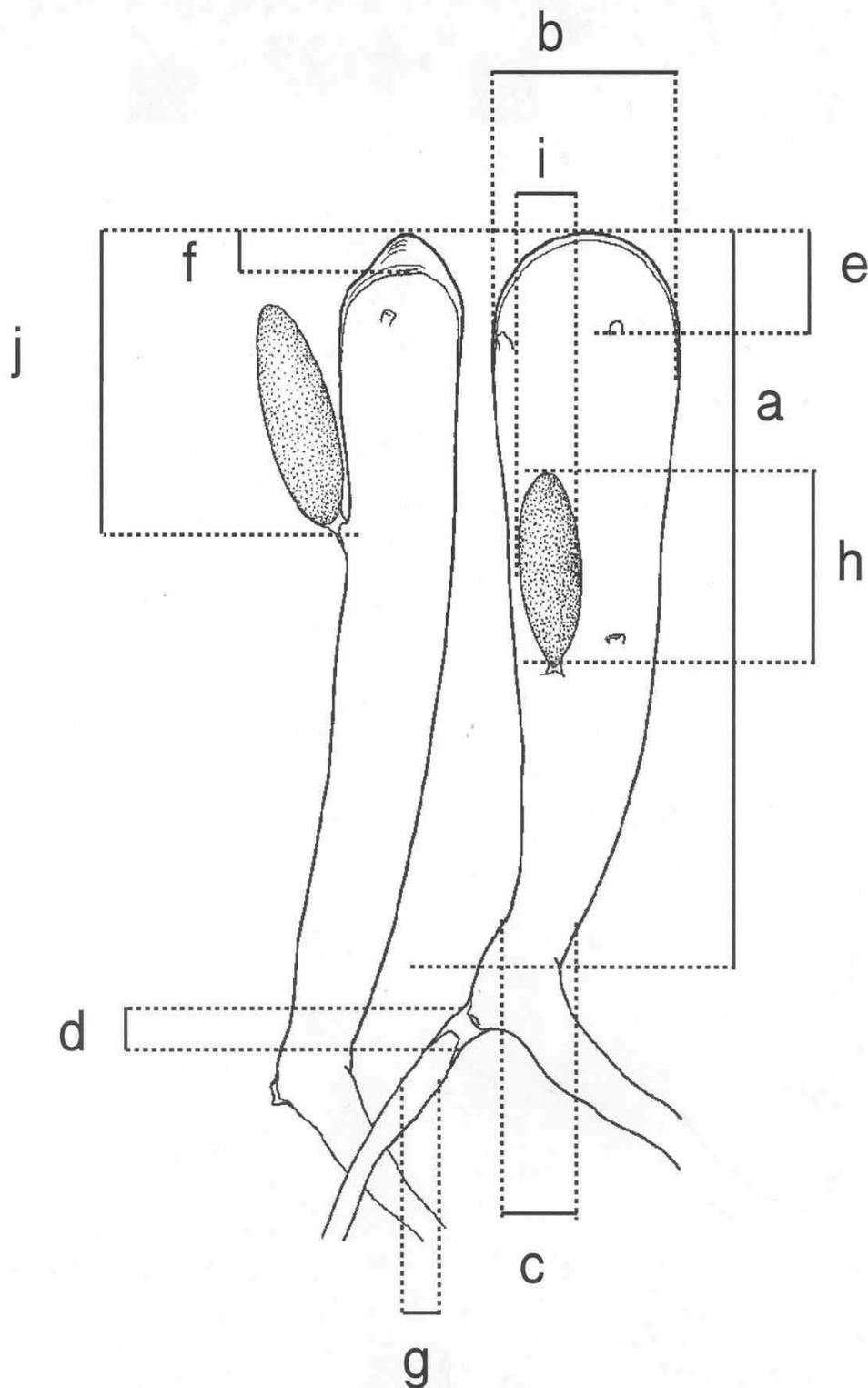


Figura I. Mediciones realizadas en utrículos y gametangios. Utrículos: **a.** longitud total, **b.** diámetro mayor, **c.** diámetro en la base, **d.** diámetro de la constricción ("plug"), **e.** pelos y cicatrices (zona), **f.** grosor de la pared apical, **g.** diámetro del filamento medular. Gametangios: **h.** longitud, **i.** diámetro, **j.** zona.

b) Sobre lo molecular.

Se realizaron ensayos de extracción, amplificación y secuenciación de fragmentos del gen 16S mitocondrial.

Material biológico. El ADN empleado proviene de ejemplares herborizados y recolectados en la costa mexicana del Atlántico.

Extracción del material genético. Se ensayó la extracción de ADN genómico total (nuclear y de organelos) con el juego de químicos Quiagen, cuyo método está basado en Palmer (1986) y Doyle & Doyle (1987).

Amplificación vía PCR. Para la amplificación se realizaron diluciones de las extracciones, entre 1: 100 y 1:2,000, con agua bidestilada y filtrada. Las reacciones se llevaron a cabo con un termociclador *Perkin Elmer*TM 9600, con 39 ciclos.

Obtención de secuencias y alineación. Para las reacciones de secuenciación se pretendía utilizar los químicos de la compañía Perkin Elmer (*PRISM*TM Dye Terminador Cycle Sequencing Reaction Kit) y las secuencias serían leídas automáticamente por un secuenciador ABI- 377 (*Applied Biosystem*TM). Las secuencias serían alineadas a simple vista o empleando el algoritmo de CLUSTAL (Higgins *et al.*, 1992.). Esta parte de la metodología está señalada de esta manera porque los ensayos de amplificación que se llevaron a cabo no fueron satisfactorios, de manera que la obtención y alineación de secuencias no se realizaron.

ACTIVIDADES REALIZADAS.

Trabajo de gabinete.

Implicó una búsqueda electrónica de información, así como la adquisición de material bibliográfico y hemerográfico. La información revisada fue analizada, sintetizada e integrada periódicamente al reporte de servicio social.

Trabajo de laboratorio.

Se llevó a cabo la revisión del material de herbario que consistió en observar los caracteres morfológicos de los talos, hacer preparaciones para observar y medir los caracteres anatómicos con ayuda de un microscopio óptico. Se realizaron dibujos de los utrículos y se tomaron fotografías de los utrículos y de los ejemplares de herbario. Con el análisis de las mediciones recopiladas y la literatura pertinente se hizo la determinación de los ejemplares revisados.

Se llevaron a cabo ensayos de extracción de ADN que resultaron exitosos solo para tres de los ejemplares. También se realizaron ensayos de amplificación vía PCR para estas tres muestras.

OBJETIVOS Y METAS ALCANZADOS.

En primer lugar se propone que la confusión de los diferentes conceptos de especie puede evitarse si se adopta un concepto que sea monista y que esté basado en un patrón. El concepto filogenético de especie resalta la importancia del patrón de ancestría-descendencia cuyo resultado son grupos naturales, es decir, con existencia real.

De esta manera, las subjetividades y las arbitrariedades quedan fuera del contexto de la aplicación del concepto filogenético de especie. Hasta aquí, los objetivos se han alcanzado en el sentido de que son opiniones. Serán las evidencias y/o incongruencias acumuladas en los diferentes grupos de organismos lo que decida, con el tiempo, el rumbo que tomará esta arcaica discusión de la biología.

Aunque también se cumplió con el objetivo de comparar morfológicamente algunas especies del género *Codium*, estos resultados deben ser tomados con cierta reserva, debido a los complejos de variación morfológica dentro del género.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Primera parte: Sobre la teoría.

LA CONTROVERSIA TEÓRICA DE LA ESPECIE.

Esta controversia es tan actual que una búsqueda electrónica en la base de datos PubMed[®], indicando “species concept” arrojó un total de 166 referencias desde el año 2000, en las que se abordan prácticamente todos los grandes grupos de organismos (virus, bacterias, parásitos helmintos, foraminíferos, cefalópodos, hongos, angiospermas, reptiles, aves, mamíferos, etc.). Los debates nomenclaturales y taxonómicos que se tratan son de tipo conceptual, filosófico, práctico y metodológico y también son comunes los temas de conservación y biodiversidad.

Se señala que actualmente se han desarrollado, al menos 22 conceptos diferentes de especie (Mayden, 1997 citado por Roselló-Mora & Amann, 2001) y, por supuesto, el desacuerdo en su aplicación es muy claro. Un concepto, según Hull, (1997 *in* Roselló-Mora & Amann, 2001) debe tener tres características: *universalidad*, *monismo* y *aplicabilidad*. Es posible que estos sean algunos de los grandes problemas, porque, como veremos, la especie ha sido definida, casi siempre, en función de procesos y no puede, una sola fuerza como proceso definir siempre el status de especie, es decir, proporcionar un concepto con las características antes mencionadas. Así, se experimenta, en este momento, un periodo de controversia, principalmente entre taxónomos y filósofos de la biología, acerca del concepto de especie más adecuado y sería interesante que a este debate se sumaran todos los campos de la biología.

En la práctica, las especies son reconocidas y definidas por caracteres fenotípicos; la justificación para definir a las especies morfológicamente es que los caracteres morfológicos que se comparten entre los individuos son indicadores del entrecruzamiento (Ridley, 1993). Esta consideración aparentemente sencilla, planteada en el concepto de especie más utilizado, el *concepto biológico de especie*, en realidad representa una serie de dificultades prácticas que, a su vez, ha dado lugar a una larga lista de propuestas de conceptos de especie que intentan solventar dichas dificultades.

En realidad, *la controversia teórica se deriva de las dificultades prácticas* cuando se quiere aplicar el concepto biológico de especie (u otro concepto) a todo el universo vivo. Por ejemplo, la principal dificultad del concepto biológico de especie, es que está limitado en su aplicabilidad; el concepto no se puede aplicar a los organismos asexuales. La salida a esta primer gran dificultad ha sido en parte sencilla y arbitraria. Ghiselin (1987) y Mayr (1987) (*in* Duprè, 1994) han señalado que tales organismos no constituyen especies y se refieren a ellos como “**pseudoespecies**” y “**paraespecies**”, respectivamente. Por otra parte, dentro de la taxonomía de las bacterias se ha señalado que la existencia de especies asexuales es la razón para refutar el concepto biológico de especie, sumándose así, a la idea de que se deben proponer más de un concepto de especie (Cowan, 1971 *in* Duprè, 1994). No sólo la asexualidad de las bacterias, sino su alta promiscuidad en la transferencia horizontal de genes y su alta variabilidad morfológica y fisiológica, ha llevado a los microbiólogos a convencerse de que el concepto biológico de especie debe abandonarse. Una tendencia interesante que se está adoptando en este campo es la de el concepto filo-fenético de especie (*The phylo-phenetic species concept*) (Roselló-Mora & Amann, 2001), que incorpora varios conceptos designados para los eucariotas. El concepto dice que una especie debe ser un grupo monofilético, que su circunscripción se define después de un análisis fenotípico, que su homogeneidad o heterogeneidad sólo puede entenderse después del análisis de tantos caracteres como sea posible y que una especie procariótica no debería ser clasificada hasta que pueda ser reconocida por varios análisis independientes y se dé un conjunto de propiedades fenotípicas determinantes. Algo que, en mi opinión es más parecido a un análisis de evidencia total (*sensu* Mishler, 2000).

Otro argumento de la inaplicabilidad del concepto biológico de especie, es que hay la posibilidad de que las especies puedan diferir reproductivamente, pero no morfológicamente. Estas especies han sido llamadas “**especies hermanas**”, y el ejemplo clásico de ellas se presenta en el par de especies hermanas de *Drosophila pseudoobscura* y *D. persimilis*; ambas son fenéticamente indistinguibles y reproductivamente están separadas. Las especies hermanas muestran que la especie biológica y la especie fenética no son lo mismo; el punto principal es que las unidades fenéticas y reproductivas pueden diferir en la naturaleza. (Ridley, 1993). Los procesos, el proceso reproductivo, no siempre revela el mismo patrón en todos los sentidos.

También ocurre, especialmente entre las plantas, que el aislamiento reproductivo es bastante débil o incompleto. En algunos grupos de plantas (i.e. roble-*Nothofagus*, encino-*Quercus*) hay un entrecruzamiento extensivo entre especies tradicionalmente reconocidas (Williams, 1994). Una población puede mantener un flujo génico mayor con poblaciones de otra especie, respecto de la cual tienen aislamiento incompleto y cercanía geográfica, que con poblaciones de su misma especie, pero alejadas geográficamente (Levin, 1979 in Crisci, 1994). Por ejemplo, *Quercus macrocarpa* (encino) en Québec intercambia más genes con la especie local *Q. bicolor* que los que intercambia con poblaciones de *Q. macrocarpa* de Texas (Van Valen, 1976 in Crisci 1994).

Todas estas dificultades conducen a pensar que existe la necesidad de establecer un concepto que pueda aplicarse sin excepciones a cualquier grupo de organismos, un concepto que no excluya a ciertos grupos taxonómicos o a ciertas poblaciones dentro de un grupo. El hecho de que este bien documentado que el concepto biológico de especie no puede aplicarse uniformemente, significa que, aunque sea inconcientemente, se busca un concepto que defina globalmente a la especie y dentro del cual pueda encajar cualquier grupo taxonómico, es decir, un concepto *unitario*.

La contingencia puede esclarecerse si se analizan los criterios para definir a la especie. Aunque podemos ir advirtiendo que los procesos no siempre revelarán un mismo patrón en todos los sentidos. Los procesos biológicos son, prácticamente, los mismos para todos los organismos, pero la vía por la cual ocurren esos procesos puede ser diferente. Por ejemplo, los organismos con reproducción sexual intercambian genes, al igual que los organismos asexuales, sólo que estos últimos lo hacen por mecanismos de parasexualidad, en los que no hay ni meiosis ni fecundación. El entrecruzamiento como determinante del concepto biológico de especie es un criterio de proceso (el proceso del flujo de genes) que en su aplicación refleja los diversos mecanismos por los que este puede ocurrir. Cuando se dice que, por definición, los genes no se transfieren de una especie hacia otra, es porque así lo ha establecido el concepto biológico de especie, señalando que los genes sólo pueden fluir a través de una misma especie por medio del entrecruzamiento.

Por supuesto, también están implícitos procesos de aislamiento reproductivo y mecanismos de reconocimiento de las parejas.

Incluso si se analiza algún otro concepto de especie que implique otro tipo de procesos (por ejemplo el *concepto ecológico de especie*), debe analizarse, entonces, la importancia relativa de los procesos. Una especie ecológica puede ser definida como un conjunto de organismos que explotan un único nicho ecológico; el concepto supone que los nichos en la naturaleza, ocupan zonas discretas, con vacíos entre ellas (Ridley, 1993); así, los organismos pueden tener distintos grados de reclutamiento o fitness. El concepto ecológico de especie explica por qué el grado de entrecruzamiento en la naturaleza está limitado: de no ser así se producirían formas con grados de reclutamiento muy bajos; la selección limita el grado de entrecruzamiento para prevenir la producción de formas con menor probabilidad de sobrevivir. Los procesos involucrados en el concepto ecológico de especie son la coadaptación de los genes para producir descendencia fértil, la explotación de los recursos, la evasión de parásitos y competidores, además de otros.

Tanto los procesos ecológicos como los reproductivos pueden estar operando en diferentes grados y en diferentes taxa para producir grupos fenéticos que llamamos especies. Pero los grupos que se definen en función de estos procesos no siempre se corresponden (Ridley, 1993). Por este motivo debe analizarse la importancia de los procesos y las dificultades y desventajas de su aplicación.

Aunada a la idea de que se busca un concepto *unitario*, también se ha señalado que se necesita más de un concepto de especie, un concepto *plural* de la especie. Dado este panorama, se ha presentado la controversia de saber si el concepto de especie es, debe o puede ser *Unitarista* o *Pluralista*. Aunque, como ya se dijo, una de las características de un concepto es el monismo y no el pluralismo.

Unitarismo-Pluralismo.

Decir que la especie es *Unitarista*, significa decir que hay una sola característica unificadora o un conjunto de características que todos los grupos que son llamados “especies” poseen; por ejemplo, si el concepto biológico de especie es la definición correcta de especies, bajo este esquema unitarista, entonces todas las especies deberían tener la característica del entrecruzamiento especificada en la definición (Williams, 1994). Esto, por supuesto, no es cierto. El concepto biológico de especie no es un concepto que pueda englobar a todos los organismos vivos, no es un concepto unitario.

El *concepto de cohesión de especies* se ha calificado como un concepto unitario que define a la especie como la población de individuos más inclusiva que tiene el potencial de cohesión fenotípica a través de mecanismos que promueven la identidad genética, el aislamiento reproductivo, la descendencia común y la selección natural. Así, la *cohesión* es la característica unificadora que todas las especies tienen y si ha aparecido el pluralismo, es debido a que se ha definido a la especie en función de un solo mecanismo de cohesión (Williams, 1994).

Por otra parte si la especie es *Pluralista*, esto significa que no hay tal característica(s) unificadora.

El origen del pluralismo radica en que para varias definiciones de especies, algunos grupos que, tradicionalmente se han considerado como especies, no satisfacen tales definiciones o algunos grupos que si las satisfacen no deberían ser considerados especies. Por ejemplo Ghiselin (1987, in Williams, 1994), simplemente considera que los organismos asexuales no son especies. Pero, lejos de proponer salidas arbitrarias, deberían revisarse objetivamente los problemas que existen para identificar a algunos grupos como especies. El pluralismo da al concepto de especie una flexibilidad que le permite describir la dinámica y variedad del mundo vivo (Horvath, 1997)

La pregunta es: ¿hay un significado diferente para cada grupo taxonómico diferente? Algunos autores piensan que aún no es claro si los diferentes grupos taxonómicos tienen diferentes conceptos de especie. Y ¿las especies tienen diferente significado en biología evolutiva que en taxonomía? Se ha buscado que la unidad básica de la taxonomía (T-especie) coincida con la unidad básica de la evolución (E-especie). Así, se ha asumido que, en el fondo, se encontrará un concepto que emerja de la unidad taxonómica y de la unidad evolutiva (Williams, 1994), y que este sería un concepto nacido de las relaciones naturales de los grupos.

¿La especie como patrón?

Aquellos interesados en el uso de los resultados (“patrones”) de la evolución, para propósitos comparativos han enfatizado conceptos de especie formulados en congruencia amplia con la teoría evolutiva y, de esta forma, contar con unidades útiles para los estudios evolutivos (Stevens, 1994). Si la clasificación debe reflejar las relaciones de ancestría descendencia, entonces sólo los grupos monofiléticos (aquellos constituidos por todos los descendientes de un ancestro exclusivo) pueden ser reconocidos y nombrados formalmente como grupos taxonómicos, como especies. Es lógico, ya que estos grupos son los únicos que existen en la naturaleza como resultado de la evolución; cualesquiera otros grupos son resultado de otros criterios para clasificar de manera convencional y subjetiva. La biodiversidad tiene su propia estructura y organización jerárquica, en la cual, las unidades son naturales (Mishler & De Luna, 1997). Cómo se reconocen estos grupos y cómo se reconstruye su relación histórica sería motivo de otros trabajos. Los conceptos que han surgido de esta visión se han llamado conceptos filogenéticos y su revisión en la literatura crea cierta confusión. Mishler & De Luna (1997) presentan una definición que puede resultar como una síntesis de casi todas las que hay disponibles. Su definición es la siguiente:

“Una especie es el taxon menos inclusivo reconocido en una clasificación filogenética formal. Como en todos los niveles jerárquicos de taxa en tales clasificaciones, los organismos son agrupados en especies porque existe evidencia de monofilesis. Ciertos grupos son categorizados como especies en vez de otro rango de mayor nivel, porque son los grupos monofiléticos más pequeños considerados merecedores de reconocimiento formal. Este reconocimiento se basa en consideraciones sobre el grado de apoyo de caracteres, la estabilidad de los grupos monofiléticos y/o su importancia en los procesos biológicos que operan en los linajes en cuestión”.

En este trabajo se apoya la visión monista de un concepto de especie, en el sentido de que el concepto filogenético de especie puede ser aplicado a cualquier grupo de organismos. Sin embargo, el concepto filogenético de especie es plural con respecto a los criterios de rango (Horvath, 1997). Pero ésta pluralidad es radicalmente distinta de aquella señalada anteriormente y que implica varias definiciones de especies. Una propuesta ha sido que se remueva el concepto de rangos y que reforme por completo el sistema Linneano de nomenclatura (véase Graybeal, 1995, Cantino & de Queiroz, 2003).

Ninguna de las definiciones de especie propuesta es completamente satisfactoria. Algunos biólogos y filósofos de la biología han comenzado a señalar que la fuente real de esta dificultad es que hemos estado tratando de encontrar una definición unitaria para un concepto pluralista (Williams, 1994). Como ya hemos dicho, la particular visión de este trabajo es que las relaciones de ancestría-descendencia pueden ser el criterio que permita reconocer la identidad profunda que se comparte dentro de un grupo, para que pueda ser llamado *especie*. Este punto de vista implica que el concepto de especie no puede ser pluralista. Los criterios de proceso que se han utilizado para definir a la especie (criterios ecológicos, reproductivos) si pueden ser plurales, pero un proceso no define ampliamente a la misma.

El concepto de Especie y los códigos de Nomenclatura.

El mundo vivo se divide en grupos de organismos llamados *taxa*, que han sido ordenados en una serie de niveles o *categorías taxonómicas*, en las que la *especie* es el elemento esencial. La asignación de nombres a estos grupos es la parte de la taxonomía llamada *nomenclatura*. Por acuerdo entre los biólogos, los nombres científicos son asignados en función de un conjunto de reglas llamadas *Códigos de Nomenclatura*, que se desarrollaron en el marco de la Clasificación Linneana.

Los códigos de nomenclatura que existen en la actualidad son: el Código Internacional de Nomenclatura Zoológica (ICZN), el Código Internacional de Nomenclatura Botánica (ICBN), el Código Internacional de Nomenclatura para Bacterias (ICNBa) y el Código Internacional de Nomenclatura y Clasificación de Virus (ICVCN). No se pretende aquí, dar una descripción detallada de cada uno de los actuales códigos nomenclaturales, sino sólo dar un panorama de la forma en cómo son utilizados, de sus propósitos y de la manera en cómo encaja algún concepto de especie en ellos.

El propósito principal de los códigos es proporcionar un nombre único, científico y binomial a cada una de las especies que se descubren en el mundo vivo (Winston, 1999). De esta manera, se puede realizar una identificación y reconocimiento posteriores de los organismos descritos. Esto se hace mediante reglas y recomendaciones para *nombrar, describir y publicar* las descripciones de nuevos *taxa*. Así, cada uno de los códigos esta conformado por un conjunto de *reglas o artículos* que deben seguirse cuando se nombra a los *taxa*.

Dentro de los principios más importantes de los códigos de nomenclatura, se deben señalar el de la *tipificación* y el de la *prioridad*. La *tipificación* es un sistema que hace a una identificación objetiva, ya que liga un nombre con un espécimen, en el que está basada la descripción de la especie nombrada (Winston, 1999). Dicho espécimen es llamado *tipo* y proporciona una referencia fija para el nombre del taxon. Por otra parte el principio de *prioridad* significa que el primer nombre que se publica para un organismo particular, es el nombre correcto que se debe usar. Todos los códigos de nomenclatura actuales prohíben la homonimia,

es decir, garantizan que la combinación de un nombre genérico y un epíteto específico, den como resultado un binomio único; pero la *unicidad* no debe ser confundida con la noción de “correcto” o “válido” (Dayrat *et al.*, 2004). La prioridad es un principio que permite seleccionar entre dos o más nombres que pueden ser válidos o correctos. El resto de los nombres disponibles que, por prioridad, no son legítimos, son *sinónimos*. Las sinonimias son el reflejo de dos o más visiones acerca de una misma entidad y, los códigos de nomenclatura, al no circunscribir y definir lo que se nombra, permiten que se plasmen estas visiones, teniendo como solución, el principio de prioridad: el nombre más viejo tiene preferencia y el resto se convierten en sinónimos.

Aunque los códigos de nomenclatura intentan proporcionar un sistema estable para nombrar a las especies, con frecuencia los nombres deben cambiar (Winston, 1999). Los motivos por los que esto ocurre pueden ser múltiples. Por ejemplo, lo que una vez se consideró una sola especie, en la actualidad se puede considerar como varias especies hermanas (morfológicamente iguales). Por el contrario, también puede resultar que lo que una vez se describió como especies separadas, ahora representen una variación intraespecífica de poblaciones de la misma especie.

La discusión tiene que ver con la forma en cómo deberían ser definidos los nombres de las especies; los actuales códigos de nomenclatura determinan los nombres en función de especímenes tipo, pero una alternativa es que los nombres estén basados en definiciones filogenéticas similares a los clados en el *FiloCodigo* (Dayrat *et al.*, 2004) El problema no está en los códigos nomenclaturales, sino en la conceptualización de lo que se nombra.

Otra cuestión sujeta a discusión es la naturaleza de la clasificación. Una de las teorías más importantes en biología es la Teoría de la Evolución. Se ha dicho, por ejemplo, que la evolución representa el principio ordenador en biología (Mayr, 1987), que lo que da a la investigación biológica su carácter especial es la acción continuada de la selección natural (Crick, 1989), etc. Por lo tanto, también se piensa que la clasificación del mundo vivo debería reflejar el curso de la evolución, eliminando así subjetivismos y arbitrariedades y, al mismo tiempo, proporcionando información filogenética. La taxonomía Linneana no cumple con este propósito (Welzen, 1998) ya que es un sistema que ha sido construido para describir especies en función de caracteres y para asignar un nombre y una categoría taxonómica. La idea básica de la Taxonomía Linneana son los caracteres (Brummitt, 1997). Además, en la clasificación Linneana, los taxa parafiléticos son inevitables (Brummitt, 1998) y, por lo tanto nunca sería compatible con alguna propuesta de clasificación filogenética, que estaría fundamentada en taxa monofiléticos. Los grupos monofiléticos incluyen a todos los descendientes de un sólo ancestro común y son los únicos grupos con existencia real y natural en relación al proceso evolutivo (Mishler & De Luna, 1997). En cambio los grupos parafiléticos no tienen existencia real ni natural, sino que son el resultado de una clasificación que interpreta las similitudes entre organismos.

La estructura de una clasificación Linneana y de una clasificación filogenética, también es marcadamente incompatible (Brummitt, 1997). La clasificación Linneana esta basada en el concepto de “clase” (géneros, familias, órdenes, etc.), en el sentido esencialista; las categorías son completamente inclusivas, pero los grupos que se reconocen (taxa) en un nivel, son mutuamente exclusivos. Por el contrario, la jerarquía de descendencia, o filogenia, adopta una noción de “individuo” acerca de las unidades que clasifica, y en ella, los grupos que se reconocen (clados) no son mutuamente exclusivos, sino inclusivos. El contraste entre los sistemas Linneano y filogenético puede reflejarse en el cuadro 1 (Brummitt, 1997).

CUADRO 1. Comparación de las jerarquías Linneana y Filogenética.

	Unidades	Grupos reconocidos (taxa o clados)	Categorías (géneros, familias, etc.)
Jerarquía Linneana.	Clases	Mutuamente exclusivos	Inclusivos
Jerarquía Filogenética.	Individuos	Inclusivos	Ausentes

Así, como ya habíamos mencionado, ha surgido la propuesta relativamente reciente, de reformar el sistema Linneano de clasificación y remover el concepto de rangos (de Queiroz & Gauthier, 1992 in Mishler & De Luna, 1997; Cantino & de Queiroz, 2003; Dayrat *et al.*, 2004).

El concepto de especie y las escuelas de clasificación.

Se han desarrollado tres enfoques para proponer relaciones entre taxa: el de la sistemática tradicional, denominada también taxonomía evolucionista, gradista o filista, el de la taxonomía numérica conocido también como enfoque fenético, neoadansoniano o taximétrico y el de la sistemática filogenética o cladística. Cada uno de estos enfoques parte de bases conceptuales claramente distintas, entre ellas, por ejemplo, el concepto de especie (cuadro 2), que ha sido motivo de grandes polémicas.

CUADRO 2. Concepto de especie empleado en las diferentes escuelas de clasificación.

ESCUELAS	Evolucionista	Fenética	filogenética
CONCEPTO DE ESPECIE	Especie biológica	Operacional Taxonomic Unit (OTU's)	Especie Evolutiva.

La sistemática tradicional valora los caracteres de una manera intuitiva, sin un método claramente explícito. El investigador selecciona de acuerdo a su criterio y experiencia ciertos caracteres que considera importantes para delimitar especies y taxa supraespecíficos. Por su parte la escuela feneticista ha diseñado un método empírico para determinar las relaciones taxonómicas con base en similitud fenética total, sin pretender establecer relaciones genealógicas ni clasificaciones que reflejen la filogenia. La sistemática filogenética, por el contrario, busca establecer filogenias atendiendo exclusivamente a las relaciones genealógicas, es decir, de ancestría-descendencia.

Según toda la discusión previa, en torno de la controversia teórica de la especie y acerca del unitarismo-pluralismo y de la especie como patrón, queda claro que la postura en relación a las escuelas de clasificación, es que el concepto filogenético de especie permite reconocer a grupos que están definidos fundamentalmente por relaciones de ancestría descendencia y cuya aplicabilidad sería universal y carente de subjetividades. Esto coloca a la escuela de la sistemática filogenética frente al gran reto de explicar, difundir y proponer tanto sus principios como sus conceptualizaciones en cada uno de los grupos biológicos.

Segunda parte: El aspecto práctico.

a) Sobre la morfología.

El género *Codium* (Codiaceae, Chlorophyta) es un género de algas verdes cenocíticas, que presentan condición multinucleada y ausencia de paredes celulares. Su tamaño puede ser desde pocos milímetros hasta 15 metros. Este género posee niveles de organización morfológica que van de costras fuertemente adheridas al sustrato a plantas erectas ramificadas, incluyendo talos membraniformes, pulvinados, esféricos (huecos o no) y acintados o laminares (Pedroche *et al.*, 2002).

El género *Codium* cuenta mundialmente con cerca de 120 especies, de las cuales aproximadamente la mitad son distintivas mientras que el resto conforman agrupamientos o complejos de intrincada variación morfológica cuya asignación específica es complicada (Pedroche *et al.*, 2002). Es una pequeña parte de este problema de ubicación (clasificación), reflejo de la tradición Linenana, el que quiere abordarse desde el punto de vista práctico.

Se presenta la diagnosis de las 4 especies que fueron reconocidas (*C. taylorii*, *C. decorticatum*, *C. simplex* Inéd y *C. isthmocladum*), así como figuras de los talos y utrículos respectivos. La gran variación morfológica y anatómica impide considerar el reconocimiento de estas especies como absoluto, además de que no hay detrás de él, alguna consideración evolutiva. Queda pues, abierto, el uso de otras herramientas que complementen estos resultados.

b) Sobre lo molecular.

Los ensayos de extracción que se llevaron a cabo dieron resultados solamente para tres de los ejemplares. Con los resultados de estas extracciones se realizaron amplificaciones diluyendo 1:100 y sin diluir, dada la baja concentración de ADN que se obtuvo. Los resultados de las amplificaciones vía PCR, no fueron satisfactorias, quizá debido a la cantidad y calidad del ADN extraído. El inicio en la aplicación de estas técnicas moleculares permite conocer los fundamentos bioquímicos de las mismas, así como detectar los pasos clave a seguir. La tentativa de continuar experimentando con la obtención de secuencias es muy interesante, ya que permitirá llevar a cabo un análisis más profundo de las relaciones filogenéticas del grupo y con ello se podrán exponer hipótesis de relaciones de parentesco y de discriminación de especies.

Diagnosis.

***Codium simplex* Silva, Chacana & Pedroche Inéd.**

Figuras 1-13 y A-C.

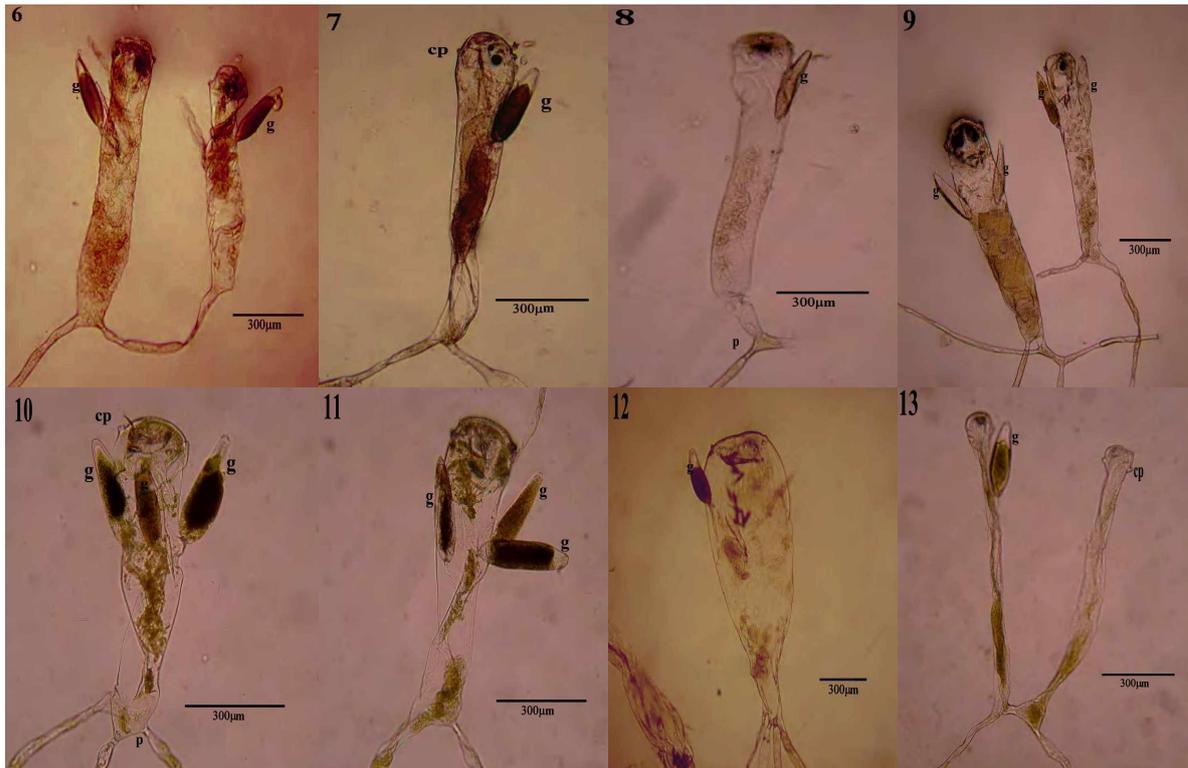
Talos de color verde claro a verde oscuro, no ramificado, de hasta 11.5 cm. de altura; el eje semicilíndrico es un poco más ancho en el centro y estrecho en la base y ápice. El disco basal por medio del cual se fija al sustrato, es esponjoso. Utrículos cilíndricos, subcilíndricos y, los más grandes, claramente claviformes, (710-) 788-1132 (-1500) μm de longitud, (120-)140-228 (-530) μm de diámetro; ápices truncados o redondeados, pared apical de 10 μm de grosor. Pelos y cicatrices poco abundantes situados a (50-) 68-104 (-120) μm del ápice. Filamentos medulares de 35 μm de diámetro. Gametangios elipsoidales, muy abundantes, hasta cuatro por utrículo, (200-) 248-335 (-400) μm de longitud y (65-) 57-86 (100) μm de diámetro. Situados a una distancia del ápice que oscila entre (300-) 346-478 (-520) μm .

Material examinado: Herbario UAMIZ

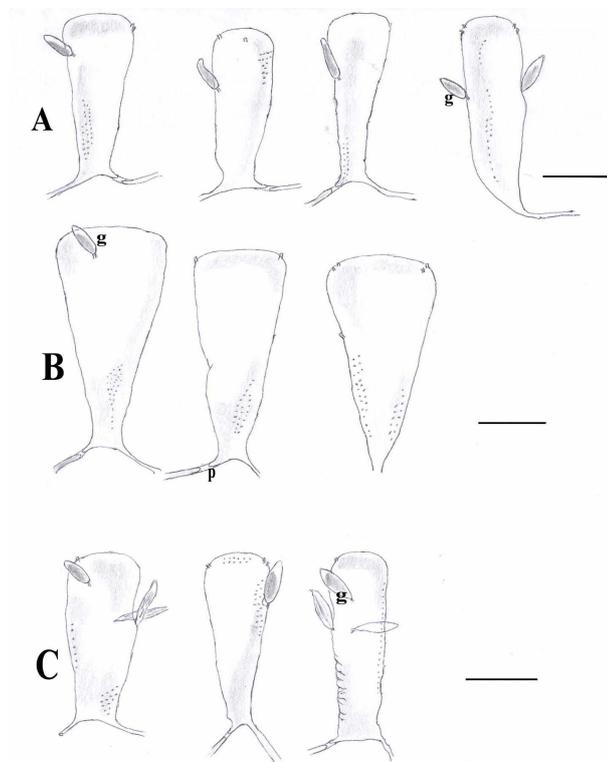
Distribución geográfica: México (Veracruz, Punta Morro, Isla Guadalupe)



Figuras 1-5. Fotografías de *C. simplex* (Localidades: La Mancha, Ver.; Villa Rica, Ver. y Playa Paraíso, Ver.)



Figuras 6-13. Fotografías de utrículos de *C. simplex*. 6 y 7 pertenecen al talo de la Fig. 1, 8 al talo de la Fig. 2, 9 al de la Fig. 3, 10 y 11 al de la 4 y 12 y 13 al de la FIG. 5 (g = gametangio; p = “plug”; cp = cicatriz de un pelo).



Figuras A-C. Dibujos de utrículos de *C. simplex*. Las figuras A y B pertenecen al talo de la Fig. 5 y C al de la Fig. 1 (g = gametangio; p = “plug”; barra = 400µm).

***Codium taylorii* Silva, 1960.**

Figuras 14-20.

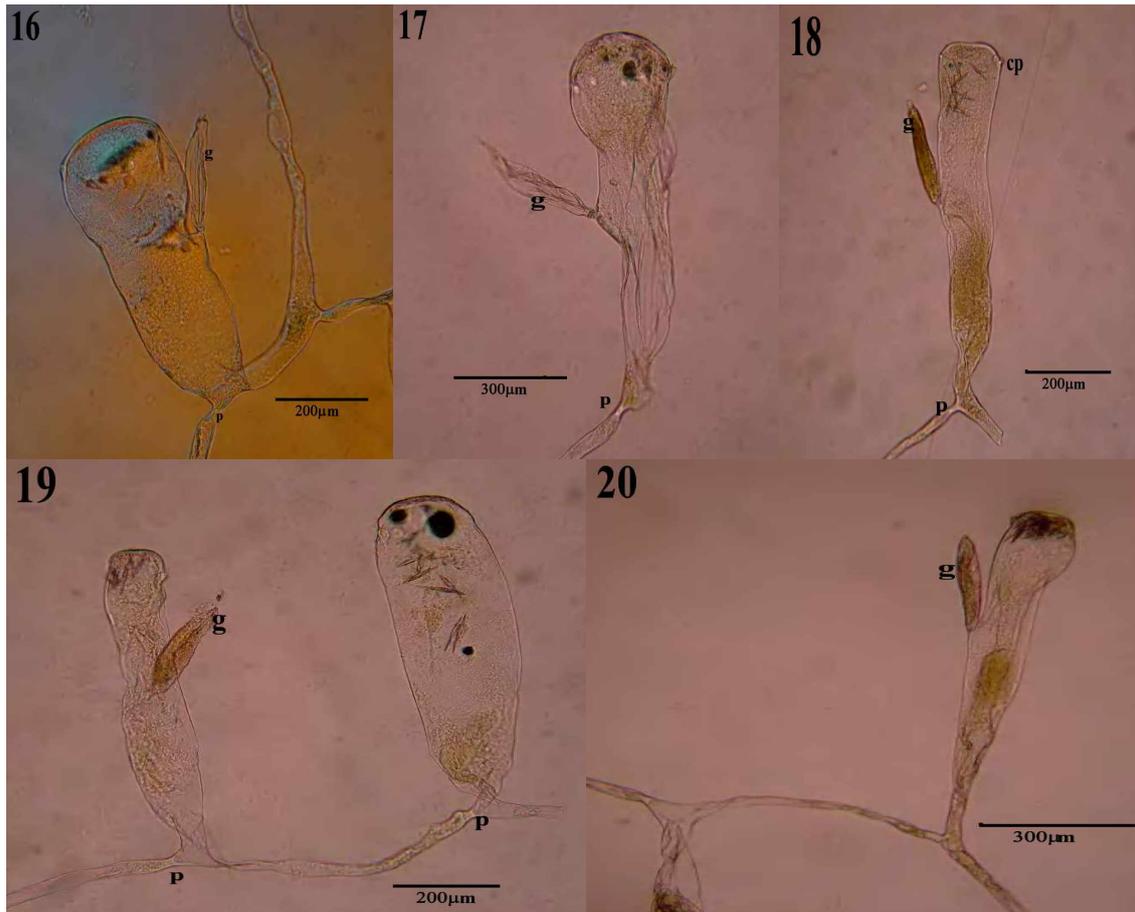
Talos de color verde oscuro con ramificación dicotómica irregular, de hasta 9 cm. de altura; el desarrollo de las ramas nunca es el mismo, así como tampoco el de las interdicotomías y los segmentos terminales son cortos y con apariencia cervicorne o largos y elongados; disco basal esponjoso. Utrículos cilíndricos claviformes de (650-) 700-890 (-1000) μm de longitud, (100-) 143-191 (-230) μm de diámetro. Ápices redondeados, o subtruncados. Estos ejemplares no presentan engrasamientos apicales de ningún tipo. El grosor de la pared apical es de 10 μm . Los pelos y cicatrices son escasos, situados a una distancia del ápice que varía de (60-) 74-91 (-100) μm . Los filamentos medulares tienen un diámetro que oscila entre 30-40 μm . Gametangios elipsoidales, poco abundantes, uno o dos por utrículo, con una longitud entre (230-) 248-331 (-380) μm y diámetro entre (50-) 74-90 (-110) μm , situados a una distancia del ápice que varía entre (290-) 315-429 (-500) μm .

Material examinado: Herbario UAMIZ

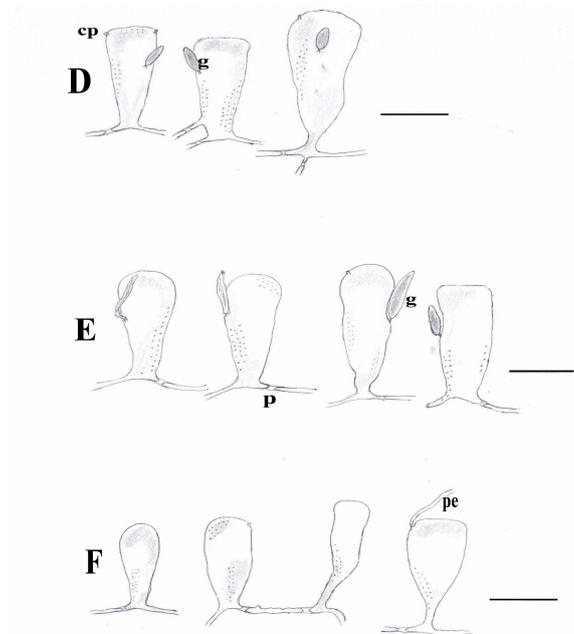
Distribución geográfica: México (Golfo y Caribe), Mar Caribe, Brasil, Florida, Madeira, Cabo verde, Islas Canarias, Ghana e Israel.



Figuras 14-15. Fotografías del talo de *C. taylorii*. (Localidad: La Mancha, Ver.)



Figuras 16-20. Fotografías de utrículos de *C. taylorii*. 16 y 17 pertenecen al talo de la Fig. 15; 18-20 son utrículo del talo de la Fig. 14 (g = gametangio; p = “plug”; cp = cicatriz de un pelo).



Figuras D-F. Dibujos de utrículos de *C. taylorii*. E y F son utrículos reproductivos y vegetativos, respectivamente, del talo de la Fig. 15 y D pertenece al talo de la Fig. 14 (g = gametangio; p = “plug”; cp = cicatriz de un pelo; pc = pelo; barra = 400µm).

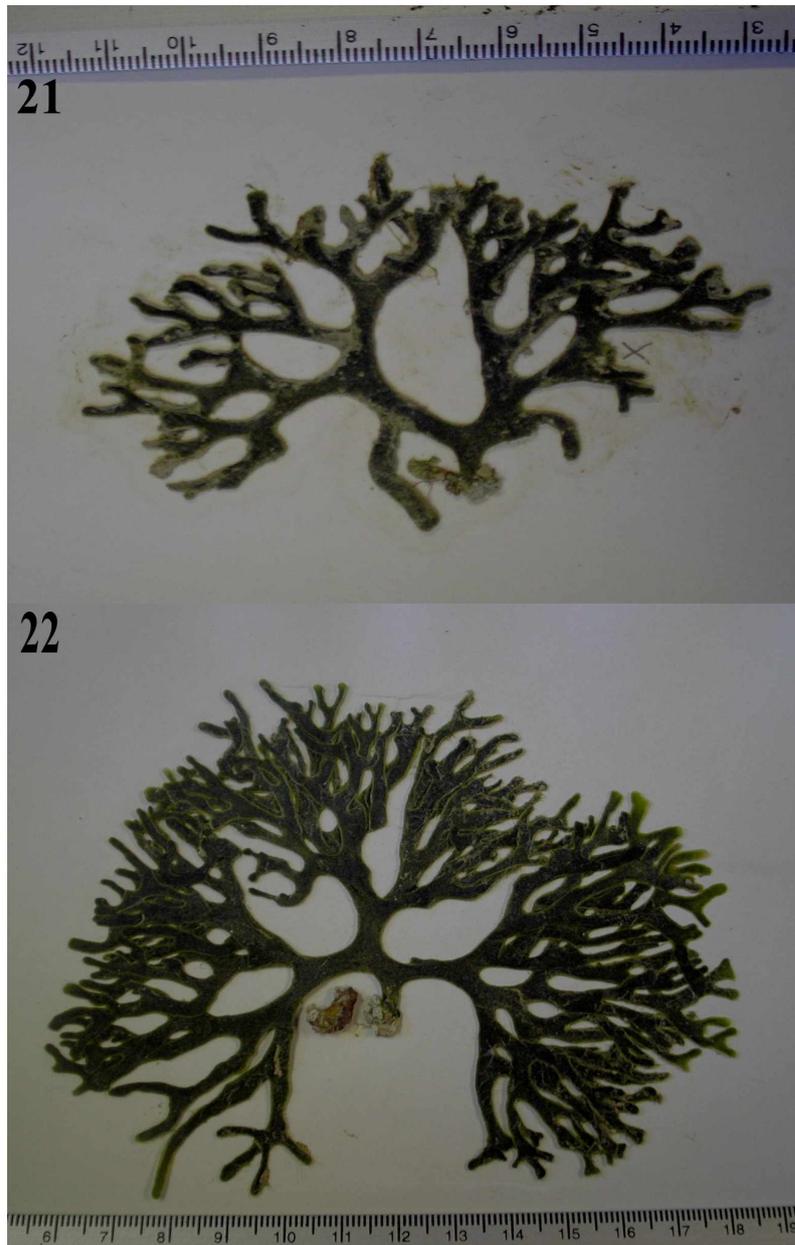
***Codium isthmocladum* Vickers, 1905.**

Figuras 21-26.

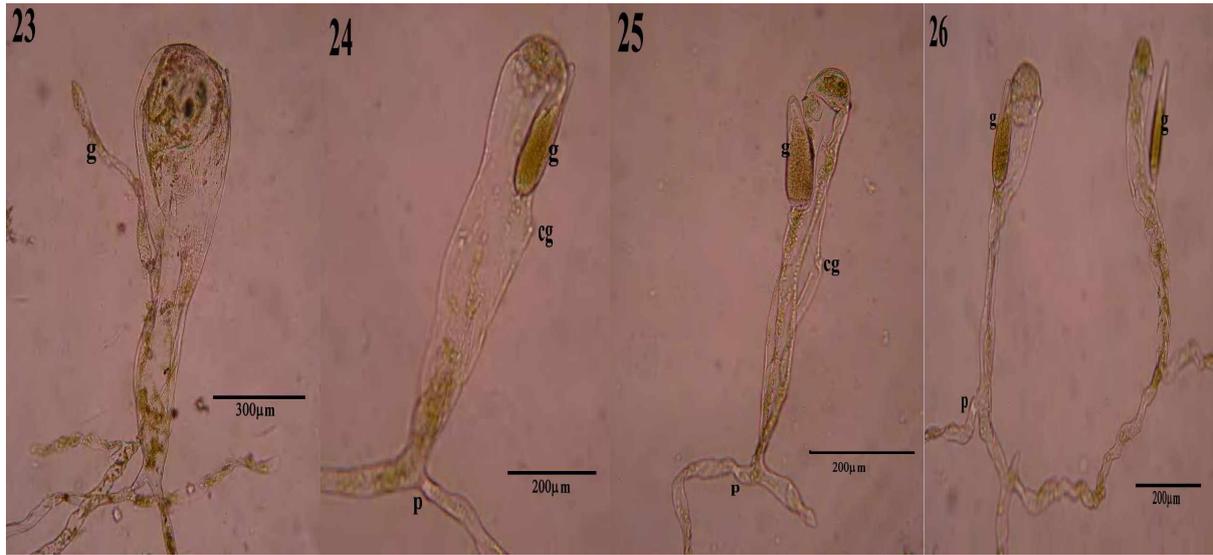
Talos de color verde oscuro a verde claro en las porciones apicales, dicotómicamente ramificado de hasta orden 10. El disco basal que se fija al sustrato es costroso. La mayoría de las ramas presentan una constricción por arriba de las dicotomías. Utrículos subcilíndricos o claviformes, de (430-) 485-740 (-870) μm de longitud y (80-) 94-141 (-210) μm de diámetro. Ápices redondeados y pocos truncados o subtruncados; pared apical lisa con un grosor de 5 μm ; filamentos medulares de 30 μm de diámetro. Gametangios lanceolados a ovoides, con una longitud que oscila entre (190-) 213-250 (-290) μm y un diámetro entre (30-) 34-63 (70) μm , situados a (230-) 262-342 (-370) μm por debajo del ápice. Algunos gametangios se transforman en propágulos vegetativos.

Material examinado: Herbario UAMIZ

Distribución geográfica: México (Golfo y Caribe), Mar Caribe, Carolina del Norte, Florida y Brasil.



Figuras 21 y 22. Fotografías del talo de *C. isthmocladum*. (Localidades: Isla de Enmedio, Ver.).



Figuras 23-26. Fotografías de utrículos de reproductivos de *C. isthmocladum*. 24, 25 y 26 son utrículos que pertenecen al talo de la Fig. 22 y el utrículo de la Fig. 23 pertenece al talo de la Fig. 21 (g = gametangio; cg = cicatriz de un gametangio; p = “plug”).

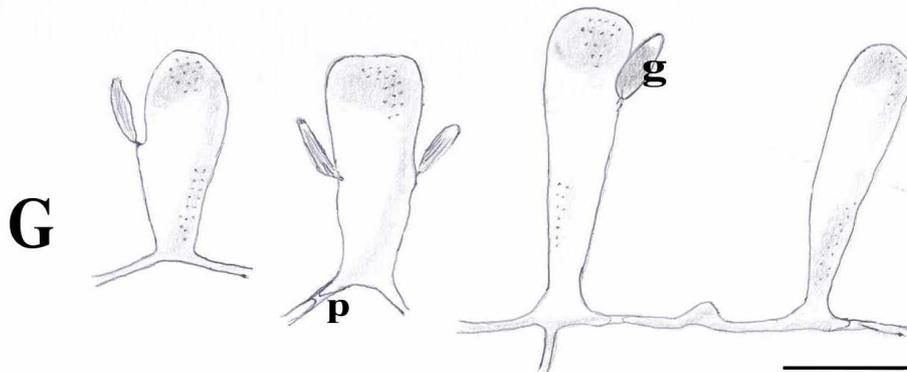


Figura G. Dibujos de *C. isthmocladum*. Los dos utrículos de la izquierda pertenecen al talo de la Fig. 21 y los dos restantes corresponden al talo de la Fig. 22 (g = gametangio; p = “plug”; barra = 400µm).

***Codium decorticatum* (Woodwar, 1797) Howe, 1911.**

Figuras 27-36.

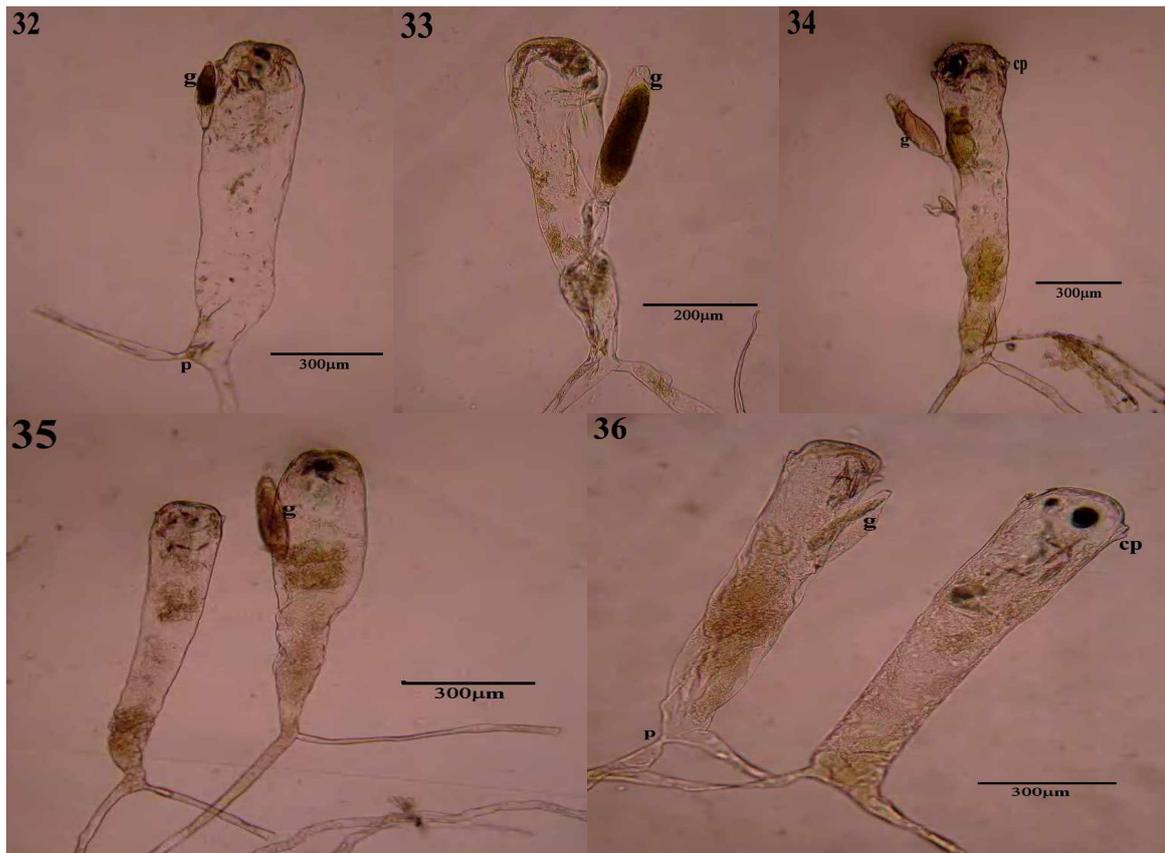
Talos de color verde claro, compuestos por una o más ramas que se ramifican dicotòmicamente, de hasta 13 cm. de alto. El disco basal que se fija al sustrato es costroso. Las ramas son cilíndricas; las dicotomías son aplanadas, expandidas y cuneadas, de hasta 2.5 cm. de ancho; los segmentos terminales son elongados. Es una planta que puede presentar una gran variabilidad en su hábito, influenciado por la edad y el medio ambiente. Utrículos de cilíndricos a claviformes, de (640-) 765-1237 (-1540) μm de longitud y de (100-) 157-250 (-340) μm de diámetro. Ápices de redondeados a truncados; pared apical con un grosor de 10 μm . Pelos y cicatrices abundantes sólo en algunos ejemplares, situados en una zona entre (30-) 69-102 (-150) μm por debajo del ápice. Filamentos medulares de 30-40 μm de diámetro. Gametangios lanceolados, ovoides y con un pedúnculo evidente, uno o dos por utrículo, de (200-) 233-320 (-360) μm de longitud y de (50-) 55-82 (-110) μm de diámetro, situados entre (310-) 333-526 (-650) μm por debajo del ápice.



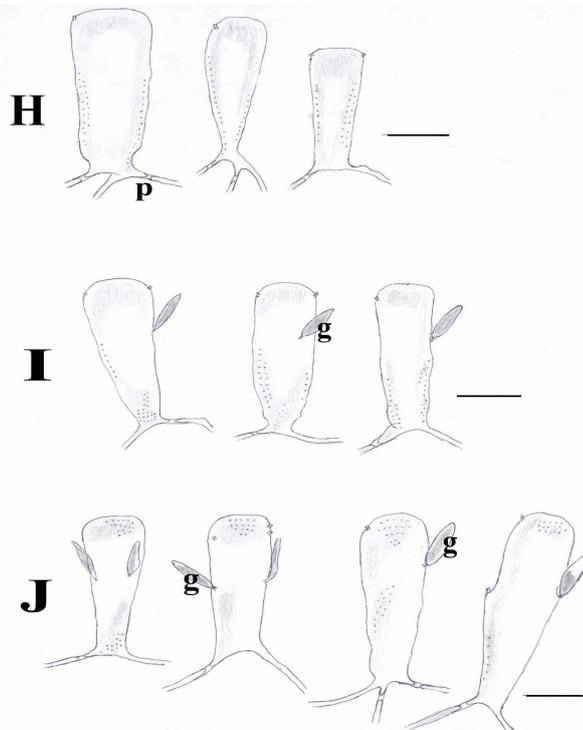
Figuras 27-31. Fotografías del talo de *C. decorticatum* (Localidades: Escaleras de Boca del Río, Ver. y Playa Paraíso, Ver.).

Material examinado: Herbario UAMIZ

Distribución geográfica: México (Caribe), Mediterráneo, Caribe, Brasil, Uruguay, Argentina, Macaronesia, Cabo Verde, Senegal, Angola, Sahara, Marruecos y Mauritania.



Figuras 32-36. Fotografías de utrículos de *C. decorticatum*. 32, 33, 34, 35 y 36 pertenecen respectivamente a los talos de las Fig. 27, 28, 29, 30 y 31 (g = gametangio; p = "plug"; cp = cicatriz de un pelo).



Figuras H-J. Dibujos de utrículos de *C. decorticatum*. H e I son utrículos vegetativos y reproductivos, respectivamente, del talo de la Fig. 31. los dos utrículos de loa izquierda de la Fig. J pertenecen al talo de la Fig. 28 y los dos restantes al talo de la Fig. 27 (g = gametangio; p = "plug"; barra = 400µm).

CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Los criterios de evaluación fueron el análisis de los avances mediante reportes mensuales en los que se evaluó el incremento de la capacidad para sintetizar e integrar la información acumulada.

BIBLIOGRAFÍA.

- Bueno, H. A. A. & C. Pérez. 1994. **Sistemática y evolución biológica: relación entre el estudio de patrones y procesos.** *Tópicos de Investigación y Posgrado III* (4): 34-41.
- Brummitt, R.K. 1997. **Taxonomy versus cladonomy, a fundamental controversy in biological systematics.** *Taxon*, 46 (4): 723-734.
- Brummitt, R.K. & M.S.M. Sosef. 1998. **Paraphyletic taxa are inherent in Linnaean classification – a reply to Freudenstein.** *Taxon*, 47(2): 411-412.
- Cantino P. D. & de Queiroz, K. 2003. PhyloCode. <http://www.ohio.edu/phylocode/>
- Crick, F. 1989. **Què loco propòsito. Una visión personal del descubrimiento científico.** Tusquets editores. España.
- Crisci, J. 1994. **La especie: realidad y concepto.** En Llorente-Bousquets, J. y Luna edrs. *Taxonomía Biológica.* UNAM-FCE. México, D.F.
- Dayrat, B. Ch. Schander & K. D. Angielczyk 2004. **Suggestions for a new species nomenclature.** *Taxon*, 53 (2): 485-491.
- Doyle, J. F. & J. L. Doyle, 1987. **A rapid isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue.** *Phytochemical Bulletin*, 19(1): 11-15.
- Duprè, J. 1994. **Species: Theoretical Contexts in Keywords in evolutionary biology.** E. F. Keller & E. A. Llyod (Edrs). 1994. Harvard University Press. USA. 302-311.
- Graybeal, A. 1995. **Naming species.** *Syst. Biol.* 44(2): 237-250.
- Higgins, D. G., A. J. Blesby & R. Fuchs, 1992. **CLUSTAL V: improved software for multiple sequence alignment.** *CABIOS*, 8(2): 189-191.
- Horvath, Ch. D. 1997. **Discussion: Phylogenetic Species Concept: Pluralism, Monism and History.** *Biology and Philosophy* 12: 225-232.
- Mayr, E. 1987. **La evolución.** 3ª ed. Scientific American. Libros de investigación y ciencia, 7-16.
- Mayr, E. 1998. **Así es la biología.** Editorial Debate. Madrid. 326 pp.
- Mayr, E. & P. D. Ashlock. 1991. **Principles of Systematic Zoology.** 2nd Edition. McGraw-Hill. Singapore. 475 pp.
- Mishler, B. D. 2000. **Deep Phylogenetic relationships among “plants” and their implications for classification.** *Taxon*, 49: 661-683.
- Mishler, B. D. & De Luna, E. 1997. **Sistemática filogenética y el concepto de especie.** *Bol. Soc. Bot. México* 60: 45-57.
- Palmer, J. D., 1986. **Isolation and structural analysis of chloroplast DNA evolution and the origin of amphidiploid Brassica species.** *Methods in Enzymology*, 118: 167-186.
- Pedroche, F.F. 1981. **Los géneros Codium y Halimeda (Chlorophyta) en el Salvador, C.A.** Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Pedroche, F. F.; P. C. Silva & M. Chacana. 2002. **El género Codium (Codiaceae, Chlorophyta) en el Pacífico de México.** A. Senties & K. M. Dreckmann (Editores). En: *Monografías Filológicas.* 2002. UAMI-Red Latinoamericana de Botánica. pp
- Ridley, M. 1993. **Evolution.** Blackwell Publishers. USA. 768 pp.
- Roselló-Mora, R. & R. Amann. 2001. **The species concept for prokaryotes.** *FEMS Microbiology Reviews* 25: 39-67.
- Stevens, P. 1994. **Species: Historical perspectives in Keywords in evolutionary biology** edited by E. F. Keller & E. A. Llyod. 1994. Harvard University Press. USA. 302-311.
- Valencia-Àvalos, S. 1991. **El problema de la especie.** *Ciencias* 24: 13-22.
- Welzen, P.C. van. 1998. **Phylogenetic versus Linnaean taxonomy, the continuing story.** *Taxon*, 47(2): 413-423.
- Williams, M. B. 1994. **Species: Current Usages in Keywords in evolutionary biology** edited by E. F. Keller & E. A. Llyod. 1994. Harvard University Press. USA. 302-311.
- Winston, J. E. 1999. **Describing Species. Practical Taxonomic Procedure for Biologists.** Columbia University Press. New York 518 pp.