



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS

**“LA FOTOGRAFÍA DIVULGADORA”**

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADA EN DISEÑO GRÁFICO

PRESENTA  
ANA ISABEL PINEDA HERNÁNDEZ

DIRECTOR DE TESIS  
LIC. VICTOR MANUEL MONROY DE LA ROSA

MÉXICO, D.F. 2005



DEPTO. DE ASESORIA  
PARA LA TITULACION

ESCUELA NACIONAL  
DE ARTES PLÁSTICAS  
XOCHIMILCO D.F.

m. 349008



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## Agradecimientos



Ai miei cari

**Madre** por la espera paciente, la confianza y el apoyo. **Padre** por el recuerdo que me ha animado seguir. **Luis** por el ejemplo. **Alejandra** por el beneficio de la duda. **Jesús** por intentar escribir el diccionario Isabel-español. Y a mis más cercanos **Amigos** por sus destellos de sapiencia.

Grazie.

A los que apoyaron directamente el desarrollo de este proyecto en el **Jardín Botánico** y el **Instituto de Biología, UNAM**

Bióloga **Carmen Loyola Blanco** por creer en mi trabajo y “correrme” a tiempo. Al **Dr. Víctor Chávez** por la apertura a la realización de este proyecto. A las M. en C. **Esthela Sandoval** y **Berenit Mendoza** por el tiempo y la ayuda para la realización de foto micro. A **Iris Suárez Quijada** por la ayuda y el tiempo prestado. Y a los **estudiantes del Laboratorio de CTV** por el préstamo de sus cultivos en pro de mi aprendizaje fotográfico.



## Introducción 1

### Capítulo 1

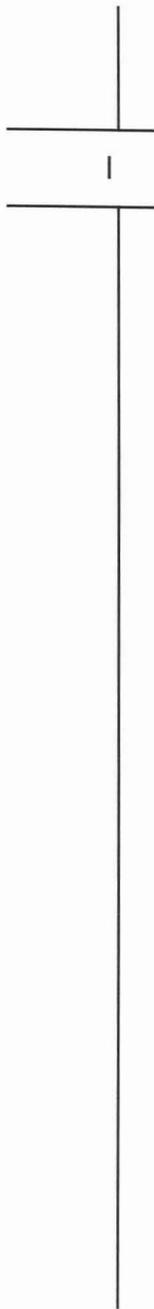


1.1. Función social del arte y la ciencia	12
1.1.1. Diseño	12
1.1.2. Tecnología	16
1.2. Imagen y ciencia	19
1.2.1. Fotografía	21
1.2.2. Divulgación	27
1.3. Medios de divulgación científica	31

### Capítulo 2



2.1. Jardín Botánico	38
2.2. Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales	45
2.2.1. Proyectos actuales	46
2.3. Cultivo de tejidos vegetales	51
2.3.1. Cultivo <i>in vitro</i>	52
2.3.2. Fases del cultivo <i>in vitro</i>	53
2.3.3. Factores que afectan el cultivo <i>in vitro</i>	57
2.4. Insectívoras	62
2.4.1. Géneros y especies de <i>Dionaea muscipula</i>	64
2.4.2. <i>Dionaea muscipula</i>	65



### Capítulo 3



67

3.1. Planeación	70
3.1.1. Equipo fotográfico y de iluminación	80
3.1.2. Pruebas	83
3.2. Realización	95
3.3. Selección	96
3.4. Soporte gráfico	99
3.5. Recomendaciones	102

Conclusiones	105
Anexo	107
Bibliografía	135
Glosario	139

# Introducción



Según Calvo Hernando<sup>1</sup>, el nacimiento de la divulgación de la ciencia se puede ubicar entre los siglos XVII y XVIII, debido probablemente al abandono del latín como lengua del conocimiento, lo que permitió que algunos conocimientos científicos quedaran al alcance de los profanos.

Con el nacimiento de la ciencia moderna en el siglo XVII se plantea la búsqueda de la verdad no sólo por el amor al conocimiento, sino también porque sus descubrimientos pueden ser útiles para la sociedad. Por esto último el Estado acoge a los científicos para que den a conocer los resultados de sus investigaciones, las cuales contribuyen a mejorar el comercio, la industria, la salud y la guerra. Se tiene como ejemplo: la integración de un sistema general de la mecánica realizada por Newton.

Con el paso del tiempo la sociedad se va interesando por los experimentos y descubrimientos de su época, con ello se va haciendo necesario un lenguaje práctico que permita dar a conocer los resultados científicos a quien no

---

<sup>1</sup> Calvo Hernando, Manuel. Periodismo científico. 1977, p. 86

conoce sus fundamentos y no únicamente a quienes lo realizaban o conocían sobre el tema.

Los periódicos y las revistas son los primeros medios en los que se intenta divulgar los conocimientos científicos a un público más amplio, con lo que se hace habitual la presencia de artículos científicos en la prensa, por ejemplo: *La Gazette de France* (1631). Varias décadas después aparecen las publicaciones dedicadas exclusivamente a asuntos científicos como el *Journal des Savants* (1664) y *Philosophical Transactions*<sup>2</sup> (1665). También surge un género literario de divulgación científica, entre los que destacan trabajos de Diderot y Voltaire<sup>3</sup>, este último es uno de los divulgadores más destacados del siglo XVIII debido a las obras que difundieron el trabajo de Newton como: *Cartas filosóficas*, de 1734, y *Elementos de la filosofía de Newton*, de 1738. Las obras de este género literario, en un principio, estaban dirigidas a la aristocracia como simples lecturas de buró y, progresivamente, gracias al auge que tuvo la divulgación estas lecturas fueron evolucionando hasta poder convertirse en instrumentos en la formación escolar de los jóvenes de la época<sup>4</sup>.

A través de los siglos XVII y XVIII la ciencia se fue desarrollando con el método experimental. Todas las teorías fueron sometidas a pruebas experimentales<sup>5</sup>. Se comenzaron a poner en entredicho algunos de los principios que se mantenían inmutables desde la antigüedad clásica, recordemos que Galileo derroca las concepciones físicas de las obras de Aristóteles<sup>6</sup>, ésta

<sup>2</sup> León, Bienvenido. El documental de divulgación científica.

1999, p. 28

<sup>3</sup> *Ibidem*.

<sup>4</sup> *Ibidem*. p. 29

<sup>5</sup> Taylor, Frank Sherwood. Breve historia de la ciencia.

1945, p 154

<sup>6</sup> Sánchez Mora, Ana Maria. La divulgación de la ciencia como literatura. 2000,

p. 23

y otras concepciones se reflejan en los grandes cambios producidos en el modo de concebir la ciencia dos siglos después. En el siglo XIX la ciencia amplía su dominio y se especializa, lo que la hace más compleja no sólo para el público en general sino para los mismos científicos.

Ante la necesidad de un medio de comunicación entre los científicos se crean las primeras revistas dirigidas únicamente a ellos, es decir, las revistas científicas. Paralelamente se inician las publicaciones de folletos científicos y revistas con carácter divulgativo. Asimismo las exposiciones universales donde se exhibían los inventos desarrollados por los científicos, así como los museos, herederos de los gabinetes del siglo XVII, también cumplieron con un papel divulgativo en la época.

Durante el siglo XIX la ciencia empieza a ocupar un lugar destacado en la vida cotidiana gracias a experimentos y descubrimientos como la luz eléctrica y los materiales desarrollados a partir de procesos químicos. Hasta este momento los científicos se habían hecho cargo de la divulgación pero, en la última década de este siglo, cuando los periodistas se dan cuenta que la ciencia puede vender, comienzan a buscar noticias científicas que sean capaces de captar la atención de los lectores, es así como nace el periodismo científico.

En la actualidad, a pesar de todos los medios de comunicación con que contamos, la ciencia sigue siendo exclusiva de grupos intelectuales reducidos. Sería ingenuo pensar que después de siglos de intentar propagar el conocimiento científico y de buscar un lenguaje apropiado se ha logrado una

verdadera (léase efectiva) divulgación científica. En el caso de México es importante destacar que la ciencia todavía no está totalmente abierta al público debido a que los medios de divulgación con que contamos usan un lenguaje críptico o en muchos otros casos se trivializa la ciencia.

La divulgación empieza con el interés tanto de los científicos por dar a conocer los resultados de sus investigaciones, como de la sociedad por entender lo que hacen los científicos en beneficio de la sociedad. Por ello, los ciudadanos de hoy y del futuro tendrán que tomar conciencia del poder y las limitaciones de la ciencia, ser conscientes de los pros y los contras de una sociedad tecnológicamente avanzada. Ante esto es necesario desarrollar vías para la comunicación efectiva de la ciencia hacia la sociedad, una de estas actividades es la que han ido desarrollando un número creciente de periodistas (en su mayoría extranjeros) a la que los científicos no deberían estar ajenos. Hasta ahora la divulgación ha sido una actividad muy marginal, desarrollada por un número muy reducido de científicos y comunicólogos, pero que ciertamente crecerá en importancia en el futuro.

La comunicación científica divulgativa es necesaria e insustituible para el desarrollo de una conciencia científica, pero en estos tiempos es insuficiente. A pesar de que existe una gran voluntad por divulgar la ciencia existe un importante desequilibrio entre las necesidades culturales de la población, derivadas del desarrollo científico y tecnológico, y la educación científica del ciudadano medio. Por eso, la divulgación es importante para la participación de los ciudadanos a través de la toma de decisiones que puedan determinar

su futuro: una sociedad más informada científicamente será también una sociedad más libre y responsable.

Las publicaciones de carácter divulgativo al alcance del ciudadano promedio en México, podemos decir, son escasas (Ciencia Hoy, Elementos, Ciencia y Cultura, Ciencia y Desarrollo) y requieren, a estas alturas de exigencia social, no sólo tener textos claros sino también imágenes de gran calidad que sean capaces de satisfacer visualmente al lector.

Es importante reconocer que la manera más fácil en que los seres humanos aprendemos es visualizando, y que nos regimos por este sentido. En términos de divulgación las imágenes son una parte importante de los artículos. Por ejemplo, cuando revisamos un libro o una revista lo primero que capta nuestra atención son las imágenes y la atracción es mayor cuando éstas nos agradan, debido al papel que desempeñan en el descubrimiento de lo visual, porque tienen la función de asegurar, reforzar, reafirmar y precisar nuestra relación con el mundo visual<sup>7</sup>.

Es por eso que presento este trabajo con el cual planteo una propuesta fotográfica que sea capaz no sólo de registrar el objeto de estudio y su desarrollo, sino que, además, agrade visualmente al lector y de esta manera fomentar el interés sobre la técnica del cultivo *in vitro* que se lleva a cabo en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV) del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM).

<sup>7</sup> Aumont, Jacques.  
La imagen. 1992,  
p. 85

Intro

## Capítulo uno



Para comenzar a abordar el presente trabajo es pertinente recordar la naturaleza y relación que mantuvieron por siglos el arte y la ciencia, ya que estas disciplinas no son totalmente opuestas, no es ajena la una a la otra como pudiéramos pensar hoy en día. La ciencia y el arte, en algún momento de la historia de la humanidad, fueron una sola, sin esta separación tajante como se concibe en nuestros días. Si recordamos, desde el siglo VII a.C. la filosofía era una reflexión científica sobre la naturaleza y las causas que provocan la existencia del universo, del hombre y la sociedad, así como de lo bello; pero a partir de los siglos XVI y XVII se empezó a distinguir entre filosofía y problemas físicos. Todavía durante el siglo XVIII y a principios del siglo XIX las sociedades científicas eran generales y cubrían ramas de la filosofía natural, pero es a finales de este mismo siglo cuando comenzó la verdadera separación. En este último periodo la ciencia tuvo un mayor impulso debido a los grandes descubrimientos que ayudaron al desarrollo de la industria y dieron pauta para que la sociedad tuviera confianza en la capacidad de la

ciencia de traer el progreso. La división se agudizó aún más con el afán del avance tecnológico, económico y social de la época<sup>8</sup>. Así, poco a poco, el arte se dejó de lado y cubrió otro tipo de necesidades como las del placer emocional (proyección sentimental como lo menciona Worringer<sup>9</sup>)

Al arte y a la ciencia se les dotó de características que después tomaron forma de oposición, al arte se le otorgó, en general, un carácter subjetivo y a la ciencia un carácter objetivo. Y de esta manera fue como se concibieron las dicotomías de arte y ciencia que menciona Roque<sup>10</sup> (Véase tabla 1).

ARTE	CIENCIA
Invencción	Descubrimiento
Subjetivo	Objetivo
Individual	Colectivo
Particular	Universal
Emocional	Racional
Intuitivo	Analítico
Inductivo	Deductivo
Imaginación	Razón
Ilógico	Lógico
Izquierdo (hemisferio cerebral)	Derecho
Tradición	Progreso
Femenino	Masculino

Tabla 1. Dicotomías del arte y la ciencia. George Roque

<sup>8</sup> Roque, Georges. *Arte y Ciencia*. XXIV Coloquio Internacional de Historia del Arte. ¿Qué onda? La abstracción en el arte y la ciencia. 2002, p. 169

<sup>9</sup> Worringer, Wilhelm. *Abstracción y naturaleza*. 1953.

<sup>10</sup> Roque, Georges. *op. cit.*, p. 170

Estas dicotomías, dice Roque, son también consecuencia de la falta de conocimiento que tiene una disciplina en relación a la otra; desde la perspectiva del arte la ciencia es descubrimiento, metodología, precisión; desde la perspectiva de la ciencia el arte es invención, libertad y dúctil. Se cree que el arte necesita de explicación para ser comprendido y la ciencia no, y que el arte no es transmisor de conocimiento<sup>11</sup>. Cada disciplina proyecta sus fantasías en el otro polo dotándola de características opuestas al suyo propio, en una “fantasía recíproca”<sup>12</sup>.

Hoy en día sabemos que la ciencia no es más universal o lógica de lo que puede ser el arte y ésta puede llegar a ser tan crítica como una pintura de Jackson Pollock (Véase imagen 1). Ahora bien, no debemos olvidar que tanto la ciencia como el arte son formas de conocimiento y han formado siempre parte de nuestro entorno, lo que llama Dorfles<sup>13</sup> nuestro *environment*. El arte y la ciencia funcionan conjuntamente y constituyen “un instrumento poderoso para la comprensión del mundo”<sup>14</sup>. En nuestros días es difícil encontrar algún aspecto de la vida cotidiana que no esté influenciado por tecnologías, concebidas en la ciencia y desarrolladas durante los últimos 100 años. La llamada cultura científica que se ha ido integrando a nuestra vida y con esto ha transformado nuestro *habitat*<sup>15</sup>. El arte también ha jugado un papel importante y ha sido, desde las cuevas de Lascaux hasta el arte urbano, la forma de expresión de cada época. Estas dos disciplinas están conectadas porque nos hablan del mismo universo, “son producto de la mente humana entregada a una actividad creadora”<sup>16</sup>.

<sup>11</sup> Gomes Cassidy, Harold. *Arte y Ciencia*. 1964, p. 33

<sup>12</sup> Roque, Georges. *op. cit.*

<sup>13</sup> Dorfles, Gillo. *Naturaleza y Artificio*. 1972, p. 16

<sup>14</sup> Gomes Cassidy, Harold. *op. cit.*, p. 16

<sup>15</sup> Dorfles, Gillo. *op. cit.*

<sup>16</sup> Gomes Cassidy, Harold. *op. cit.*, p. 22

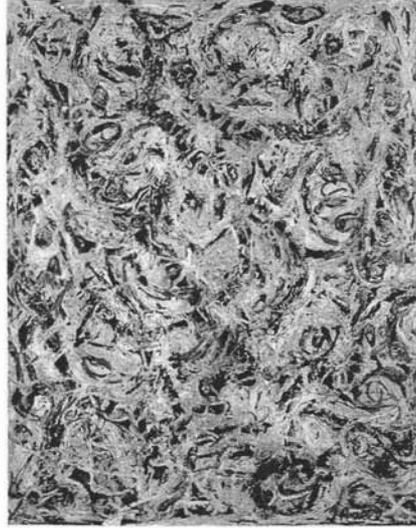


Imagen 1. Eyes in the heat.  
Jackson Pollock

Para Arnheim una de las funciones del arte, es descubrir orden, ley y necesidad en el mundo que nos parece irracional y es un instrumento en nuestra lucha por sobrevivir, porque nos exige comprender la naturaleza de las cosas por medio de la observación y así poder predecir su conducta mediante lo que hemos averiguado de esa naturaleza<sup>17</sup>.

Ni el arte ni la ciencia se dan por generación espontánea, no surgen de la nada, son producto de las necesidades psíquicas, sociales, culturales y económicas de cada individuo y sociedad. En el caso de la ciencia, como ya

<sup>17</sup> Arnheim, Rudolf.  
Hacia una psicología  
del arte, Arte y  
Entropía. 1980,  
p. 155

mencionamos, los griegos hacían reflexiones filosóficas acerca de la naturaleza y el cosmos ante la necesidad que tenían de explicarse las causas que provocaban su existencia. Por ejemplo, en la Revolución Industrial se dio un gran impulso a la ciencia ante la necesidad que tenía la sociedad de conocer los experimentos científicos y sus aplicaciones en la vida diaria.

El arte es, también, resultado de una necesidad. A través de la historia se han satisfecho las necesidades psíquicas de cada pueblo y de cada individuo materializándolas en la obra de arte. El arte nace de las necesidades psíquicas y las satisface<sup>18</sup>. En opinión de Dorflès, lo que el ser humano necesita es una condición de equilibrio entre su entorno modificado y su naturaleza debido a que nuestro hábitat se ha ido transformando cada vez más, en un principio por el advenimiento de la máquina<sup>19</sup> y actualmente por la llegada del formato digital. La condición de equilibrio que busca el hombre, grupal o individualmente, se refleja en su voluntad artística, que constituye el estado psíquico en el cual se encuentra frente al cosmos.

La necesidad humana es el punto en el que se unen estas dos disciplinas. El artista y el científico cada uno, desde sus “polos opuestos”, precisa del otro, el primero encuentra una percepción de la naturaleza en la ciencia para satisfacer una necesidad psíquica y el segundo encuentra en el arte un medio visual para cubrir su necesidad de registro y comunicación (divulgación científica). La ciencia y el arte se sirven una de la otra.

<sup>18</sup> Worringer, Wilhelm.  
*op. cit.*, p. 26

<sup>19</sup> Dorflès, Gillo.  
*op. cit.*

## 1.1. Función social del arte y la ciencia

Hasta finales del siglo XIX el arte había satisfecho las necesidades sociales en el aspecto emocional únicamente. Pero esto se fue modificando y el arte comenzó a ser no sólo contemplativo. Empezó a tomar un papel económico importante cuando las enseñanzas academicistas fueron cambiadas por la experimentación y por la mezcla de las técnicas pictóricas con las llamadas artes menores. El resultado al principio no fue muy bien aceptado, pero ha tenido un impacto enorme en la historia visual en los últimos 80 años. En el caso de la ciencia, desde el momento en que se comienzan a probar y descartar las leyes antiguas se dieron descubrimientos que cambiaron la vida y la historia del ser humano sobre la tierra. Los avances que se han conseguido gracias a la tecnología, resultado de la ciencia, nos ha llevado a conocer mundos que jamás imaginamos. Tanto ha sido su poder de transformación que ha tocado hasta la historia misma del arte. La ciencia es y seguirá siendo la generadora de tecnología destinada a la transformación, mejoramiento y destrucción de nuestro hábitat.

### 1.1.1. Diseño

“El arte es el sismógrafo que registra con fidelidad las conmociones de los tiempos y las interpreta en forma cabal. Capta aquellas manifestaciones anímicas de las multitudes e idealiza los fines sociales que persiguen los grupos dirigentes”<sup>20</sup>.

<sup>20</sup> Chaves Villa, Humberto. Espacio del Arte. 1955, p 12.

La Alemania de principios del siglo XX demandó la producción de mejores productos para satisfacer la necesidad de una sociedad que enfrentaba los problemas sociales y económicos del momento. Para cubrir esta necesidad se trató de crear productos que fueran funcionales y que al mismo tiempo presentaran un diseño atractivo para el mercado. Se hicieron esfuerzos por relacionar estrechamente las artes con los oficios, se reformó la educación y con esto se impulsaron dos exigencias fundamentales: la enseñanza de las artes basada en la formación artesanal y la variedad de actividades artesanales<sup>21</sup>. Es así como nacieron los Institutos para el Diseño. Hermann Muthesius, preocupado por emplear el diseño en la industria para el mejoramiento de los productos manufacturados, fundó en 1907 la organización Werkbund, que tenía como objetivo “la reconciliación del arte, la artesanía, la industria y el comercio...”<sup>22</sup>. En esta organización participó el después Director de la Bauhaus: Walter Gropius (Véase imagen 2).



Imagen 2. Walter Gropius.

<sup>21</sup> Para efecto de esta tesis, lo que en los tiempos de la Bauhaus se consideraba “artes menores”, son las artes aplicadas, como cerámica, telares, encuadernación, etcétera.

<sup>22</sup> Whitford, Frank. La Bauhaus. 1991, p 20.

En 1919, tras la unión de la Academia de Bellas Artes y la Kunstgewerbeschule de Weimar surge la Bauhaus, cuyos objetivos fundamentales eran<sup>23</sup>:

1. Rescatar todas las artes del aislamiento en el que se encontraban y educar a los artesanos, pintores y escultores del futuro para integrarlos en proyectos cooperativos que combinaran todos sus conocimientos.
2. Elevar la artesanía al mismo nivel que el de las bellas artes.
3. Establecer un contacto permanente con los responsables de los oficios y de las industrias del país.

Walter Gropius, cuando fue director de la Bauhaus, elige como maestros de forma a pintores y escultores como: Itten, Feininger, Marks, Klee, Kandinsky, Muche, Nagy, Bayer, entre otros. Éstos estuvieron encargados de talleres de encuadernación, telares, vidriería, pintura mural, metalistería, ebanistería, talla en madera, imprenta y cerámica. En el corto periodo que existió la Bauhaus se elaboraron las bases de lo que hoy conocemos como “diseño”, lo que representa una de las contribuciones más importantes a la educación estética<sup>24</sup>.

Ante a la situación económico-política de la época se comenzó a adaptar la enseñanza en la Bauhaus a la demanda de la industria, esto es, no sólo crear con un fin estético y contemplativo, sino diseñar objetos estéticos bajo las necesidades del mercado. Entonces se proyectan objetos funcionales con

<sup>23</sup> *Ibidem*, p. 19.

<sup>24</sup> Wick, Rainer.  
Pedagogía de la Bauhaus. 1986, p. 15.

diseño. Así es como esta escuela vincula el arte a las necesidades económicas de aquella época. En 1933 la Bauhaus cierra sus puertas debido a los problemas políticos que enfrentaba Alemania, pero su gran aporte es dejar todo un nuevo tipo de concepciones<sup>25</sup> que forman parte, en la actualidad, de la enseñanza del arte y del diseño. Después de estos 14 años de experimentación y una posterior teorización, el diseño no ha dejado de ser parte funcional de la industria. El diseño se convirtió en la aplicación del arte, es decir, el diseño es la materialización práctica del arte o como lo llamaría Acha: “prolongación de los procesos de las artes”<sup>26</sup>. En la Bauhaus los pintores y escultores aplicaron el arte en muebles, casas, utensilios, carteles, entre otros objetos y los convirtieron en diseño (véase imagen 3).



Imagen 3. Juego de Jarras

<sup>25</sup> *Ibidem.*

<sup>26</sup> Acha, Juan. Introducción a la teoría de los diseños. 1990, p. 75

En la actualidad el acto de diseñar se considera una actividad teórica y práctica que cada vez se vuelve más compleja, orgánica e integral. Esto debido a que nuestra vida ha sido invadida por la tecnología. Actualmente un diseñador debe contar con un saber interdisciplinario, conocer sobre los nuevos sistemas tecnológicos<sup>27</sup> que derivan de las investigaciones científicas. Por eso es necesario nutrirnos de conocimientos generales y específicos concernientes a la ciencia. No se puede dar solución a problemas visuales si el tema a tratar es desconocido.

Diseñar consiste según Vilchis<sup>28</sup> en proyectar el ambiente donde el hombre vive para establecer un orden significativo.

### 1.1.2. Tecnología

En el siglo V Atenas constituyó el centro del pensamiento científico<sup>29</sup>. Para los griegos el hecho de encontrar una explicación sobre las cosas era suficiente, no realizaban experimentos para demostrar sus teorías<sup>30</sup>. La ciencia fue resultado de reflexiones sin comprobar de los fenómenos naturales. Con el tiempo esto cambió y pasó a ser más que sólo una reflexión. Con ayuda del método experimental y tras una lucha contra las ideas concebidas en la antigüedad, la ciencia comenzó a ser práctica. Galileo, por ejemplo, con la ayuda de un antejo pudo demostrar la hipótesis del universo heliocéntrico de Copérnico (Véase imagen 4). Además, descubrió el relieve de la luna, los

<sup>27</sup> Pérez Cortés, Francisco. Lo material y lo inmaterial en el arte-diseño contemporáneo. Materiales, objetos y lenguajes virtuales. 2003, p. 16

<sup>28</sup> Vilchis, Luz del Carmen. Metodología del diseño. Fundamentos teóricos. 2000, p. 38

<sup>29</sup> Taylor, Frank Sherwood. *op. cit.*, p. 29

<sup>30</sup> *Ibidem*, p. 34

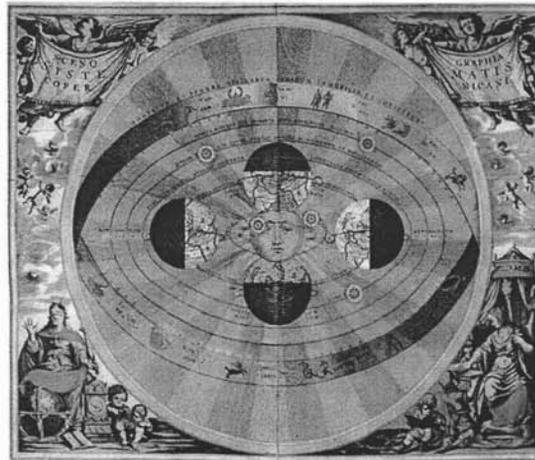


Imagen 4. Dibujo inspirado en el universo heliocéntrico de Copérnico

principales satélites de Júpiter y las manchas solares. Con esto revolucionó la observación del universo y dejó conocimientos que dieron paso a nuevos hallazgos astronómicos.

La concepción de nuevas teorías y los nuevos descubrimientos científicos que se han dado a lo largo de la historia han permitido el desarrollo tecnológico que está presente en todos los aspectos de nuestra vida. Con las aplicaciones de estos conocimientos teóricos y prácticos se obtuvieron beneficios económicos que se vieron reflejados en la industria, la guerra y más tarde en

la educación. La sociedad fue quien, con su necesidad de progreso, impulsó el desarrollo de nuevas tecnologías para su comodidad. Inventos como la bombilla, la pila, el telégrafo, entre otros, son resultados de experimentos realizados bajo bases científicas y que más tarde formaron parte de la vida cotidiana. En un principio estos inventos no fueron bien recibidos, pero posteriormente representaron el progreso tecnológico del siglo XIX. El campo de investigación de la ciencia parece inagotable, por lo que imaginarnos todas las aplicaciones de los descubrimientos científicos sería una labor casi imposible de realizar. Hoy en día contamos con aparatos tan increíbles que no los podíamos imaginar hace 20 años. Incluso la ciencia ha sido participe en el desarrollo del arte, las nuevas manifestaciones artísticas son resultado de este mismo avance tecnológico. La fotografía es un ejemplo de esto.

No podemos negar que la forma primordial que tenemos de aprender sigue siendo la visual. La información que somos capaces de absorber es en su mayoría por imágenes. Cuando hojearmos una revista, por ejemplo, lo primero que capta nuestra atención son las imágenes que acompañan a los artículos, pues éstas nos refuerzan o ilustran la información que en ocasiones no es del todo clara, y más cuando se trata de artículos científicos.

Por ejemplo, de la época prehistórica tenemos las pinturas rupestres de las cuevas de Lascaux y Altamira, en donde los animales plasmados cuentan con mucha información anatómica y didáctica (véase imagen 5). Otros ejemplos de que la imagen nos ha servido para expresar, explicar y entender ideas son: el universo heliocéntrico de Copérnico, las lunas de Júpiter de Galileo (véase imagen 6), el árbol dibujado por Darwin cuando desarrolló la teoría de la evolución. En el siglo XIX muchos de los científicos aprendieron las artes de dibujar y pintar. Miraron al mundo natural y lo describieron no sólo con palabras sino también con dibujos<sup>31</sup>. Desafortunadamente esta “costumbre” se ha perdido en la mayoría de los investigadores y únicamente es practicada por aquellos que se dedican a la divulgación. Las imágenes cruzan los límites de la lengua y la cultura, su empleo en la comunicación visual tiene una calidad universal.

<sup>31</sup> Reid, Rosalind. Taller “Explicación de la investigación científica con imágenes”. 14 de octubre de 2004.

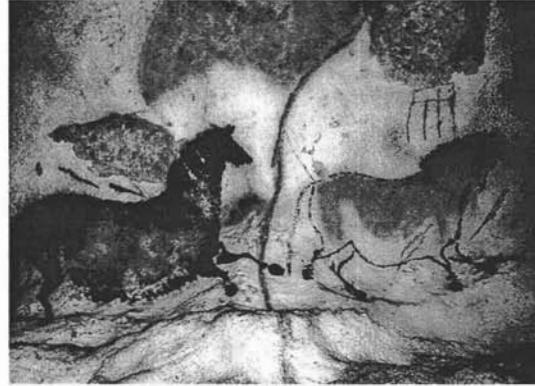


Imagen 5. Pinturas de Cuevas de Lascaux

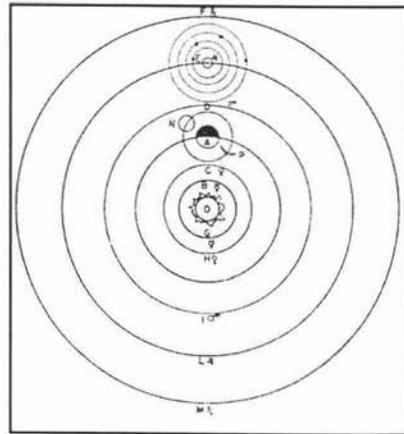


Imagen 6. Lunas de Júpiter. Galileo

### 1.2.1. Fotografía

C1

Aunque existen muchas expresiones en el arte son pocas las que han servido a la ciencia como la escultura, el grabado y la pintura, ejemplo de esta última son los óleos de las Eras Geológicas que realizó José María Velasco para el Instituto Geológico en 1894 (véase imagen 7). Velasco logró hacer de la iconografía científica mexicana un arte independiente y no un simple acompañamiento de la descripción, mostrando de esta manera cuál debía ser el tipo de colaboración que puede existir entre el científico y el artista<sup>32</sup> (véase imagen 8, 9 y 10). Sin embargo, el surgimiento de la fotografía y su avance tecnológico la hacen uno de los medios más recurridos en el área científica. Actualmente un investigador se sirve de la fotografía para capturar datos y registrarlos de tal manera que pueda recurrir a ellos sin necesidad de tener su objeto de estudio en vivo, o para apoyar con imágenes los datos al momento de dar a conocer sus investigaciones. El artista de igual manera se sirve de la ciencia para satisfacer una especie de sentimiento vital, encuentra en ella un motivo para su obra.

La necesidad de los investigadores, en el caso que nos ocupa, de contar con el registro de los procesos de sus investigaciones los ha llevado a realizarlos ellos mismos con la ayuda y la facilidad que les otorga actualmente la fotografía digital. Con estos nuevos equipos digitales se ha llegado a prescindir del trabajo de un profesional de la imagen, puesto que la mayoría de los investigadores consideran que se pueden hacer tomas automáticamente sin

<sup>32</sup> Trubulsee, Elias. José Ma. Velasco. Un paisaje de la ciencia en México. 1999, p. 117

C1

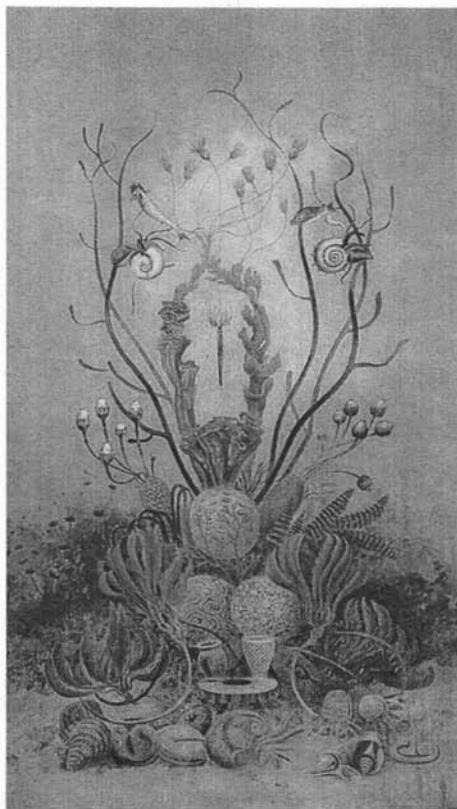


Imagen 7. Flora y fauna marina del periodo Mesozoico Jurásico. Oleo sobre tela. José María Velasco

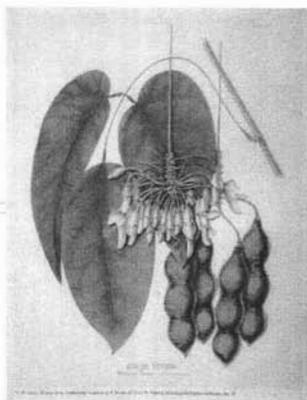


Imagen 8. Ojo de venado. José María Velasco



Imagen 10. Puente rustico en el río de San Angel. José María Velasco



Imagen 9. Bosque de pacho. José María Velasco

tener conocimientos previos de fotografía. Como es de suponerse este tipo de imágenes carecen de un criterio estético como equilibrio, luz y forma, y no pueden considerarse artísticas. En este caso sólo hablamos de fotografías de registro, aunque como en todo, siempre hay excepciones.

En este sentido, se le llama fotografía de registro a un tipo de fotografía documental: la documentación para archivo que se lleva a cabo para crear un fondo de material para su posterior estudio y comprensión. Este tipo de trabajo está motivado por la constatación de que un sujeto está cambiando o desapareciendo, por lo que se perderá una valiosa información a menos que sea documentada. Por consiguiente el trabajo consiste en recoger y preservar la mayor cantidad de datos posibles.

Con esta característica de simple registro, en los inicios del S. XIX, la fotografía incursionó en la ciencia debido al gran interés de los científicos por los micromundos. Ellos se dieron cuenta del valor documental que tenía este nuevo medio en la obtención de imágenes y lo aprovecharon. Por ejemplo, algunos de los primeros trabajos fueron realizados por Wedgwood y Davy quienes lograron obtener imágenes microscópicas a partir de fotogramas; Donné, en 1840, registró imágenes por medio de daguerrotipos lo que le permitió publicar un Atlas de 80 imágenes microscópicas; el científico Bertsch, expuso sus fotografías microscópicas en la Exposición Universal de París de 1855. Así se comenzaron a publicar con mayor frecuencia este tipo de fotografías, no sólo en las revistas especializadas sino también en las revistas de actualidad<sup>33</sup>. Desde ese momento la exploración de lo invisible dejó de ser

<sup>33</sup> Vid. Stelzer, Otto. Arte y Fotografía. Capítulo Logros especiales de la fotografía y sus posibilidades en la creación de estilos pictóricos. 1981

interés único de los científicos, también atrajo a los artistas, quienes por medio de esta exploración llegaron a desarrollar nuevas manifestaciones artísticas, incluso la fotografía como nuevo medio de expresión.

A finales del siglo XIX la fotografía fue también de gran apoyo en estudios de anatomía, en veterinaria y biomecánica, ejemplo de esto son las tomas fotográficas de animales y personas en movimiento que realizaron Muybridge y Marey. El campo de estudio de Eadweard Muybridge fue la fisiología, su investigación se concentró en el cuerpo humano y la relación entre la física y la ingeniería, por ello creó un dispositivo que le permitía fotografiar todas las fases del movimiento de un caballo a galope (Véase imagen 11). En el caso de Etienne Jules Marey su objetivo central era documentar la forma en la que se produce el movimiento del cuerpo humano, es decir, el fluir de la sangre que irriga a todo el cuerpo, el movimiento de las articulaciones, etcétera (Véase imagen 12). Jules consideraba el cuerpo como una máquina animada y por ello dedicó toda su vida al análisis de las leyes que gobiernan el movimiento del cuerpo.

También la fotografía contribuyó accidentalmente en descubrimientos científicos y adelantos tecnológicos de los siglos XIX y XX. Por ejemplo, en 1896, Becquerel descubrió casualmente la radioactividad natural al detectar que una placa fotográfica protegida de la luz había sido impresa por una muestra de sal de uranio. A partir de este evento la fotografía participó como una herramienta importante en el desarrollo de otras investigaciones.

C1

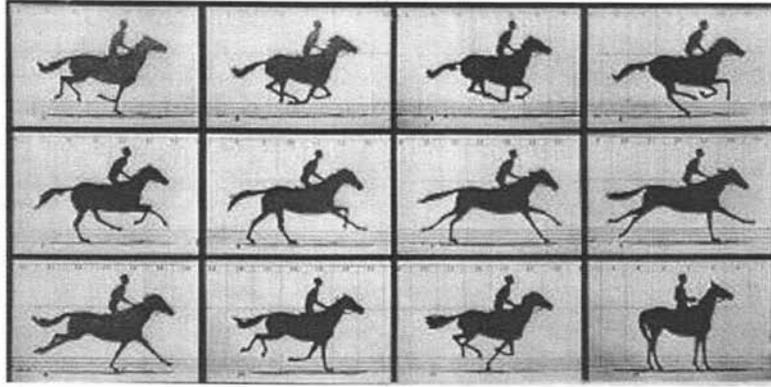


Imagen 11. Galloping horse. Muybridge

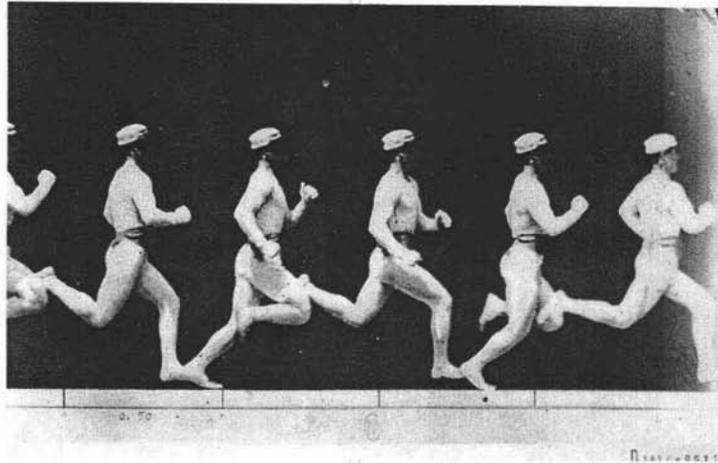


Imagen 12. Station physiologique  
photographique. Marey

La necesidad de un medio visual de registro también se extendió a otras áreas como la Física en donde se utilizó en el estudio de estructuras atómicas y trayectorias de partículas.

Actualmente la fotografía ya no es solamente una herramienta para la ciencia, se ha convertido en una parte fundamental dentro del proceso científico, ejemplo de ello son las fotografías con las que se analizan estructuras moleculares, células, astros, insectos, formaciones geológicas, registros radiológicos, metales o fósiles entre otros tantos estudios. Y para ello se hace uso de las técnicas del infrarrojo, ultravioleta, de la fotomicrografía (Véase imagen 13 y 14) y la fotomacrografía (Véase imagen 15), con las cuales se puede obtener datos que no son visibles al ojo humano.

Por ejemplo, en el Jardín Botánico de la UNAM se llevan a cabo diversas investigaciones con relación al estudio de plantas, en las cuales la fotografía es parte del desarrollo de éstas. Con las imágenes de microscopio los investigadores de estos proyectos pueden identificar, medir y clasificar su objeto de estudio.

### 1.2.2. Divulgación

“La divulgación es una labor que no admite una sola definición, que además cambia según el lugar y la época”<sup>34</sup>.

Ciertamente no tiene una sola definición, la divulgación que se hace en España, por ejemplo, es diferente a la que se realiza en nuestro país y la que

<sup>34</sup> Sánchez Mora, Ana María. La divulgación de la ciencia como literatura. 2000, p. 12

C1

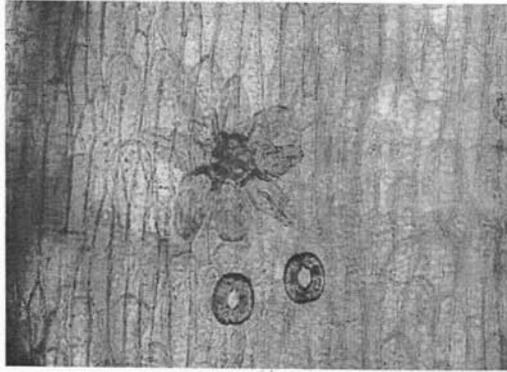


Imagen 13. *Dionaea muscipula*  
tricoma y estomas X400 c.c.

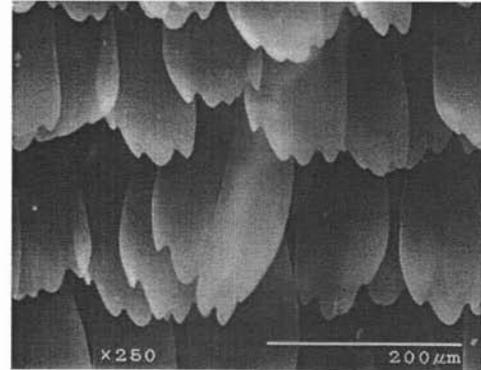


Imagen 14. Ala de mariposa. Microscopio  
electrónico de barrido



Imagen 15. Ala de mariposa.  
Fotomacrografía

funcionó hace diez años ya no se puede seguir reproduciendo en la actualidad. Las nuevas generaciones tienen un modo distinto de percibir y procesar las cosas a su alrededor debido a que nuestro entorno ha cambiado, por ende nuestra mente y nuestra visión. Pero también es cierto que la tarea primordial de la divulgación es educar a la humanidad para vivir en el nuevo mundo creado por la “revolución científica”<sup>35</sup>.

Ana Maria Sánchez Mora<sup>36</sup> reconoce tres vertientes en la divulgación: la de los comunicólogos cuyo interés principal es la transmisión del mensaje; la de los popularizadores con interés fundamental en los productos; y la integración de las ciencias y las humanidades. Si revisamos las publicaciones existentes en México nos daremos cuenta que la mayoría caen en las dos primeras vertientes.

Considero que para que la divulgación tenga un mejor impacto en el público es necesario que se dé en un equilibrio entre lo escrito y lo visual, donde no exista una separación, donde la imagen no sólo acompañe al texto y que éste no tenga mayor peso que la imagen ni viceversa, es decir, se debe buscar que ambos formen un todo.

Uno de los problemas que existen en las publicaciones es que las imágenes que se utilizan no son resultado o producto del proceso de investigación. Y aquellas que son parte de las investigaciones no son técnicamente bien realizadas.

<sup>35</sup> Calvo Hernando.  
*op. cit.*, p. 97

<sup>36</sup> Sánchez Mora,  
Ana Maria.  
*op. cit.* p. 12

La fotografía no es sólo una herramienta de la ciencia, como ya se dijo, actualmente forma parte importante de todo estudio y como tal deberían presentarse como un resultado más de la investigación, no sólo como acompañantes a un texto.

Una buena imagen realizada durante el proceso de investigación aportaría mucho más al conocimiento del lector que aquella imagen deficiente y ajena al texto, que actualmente utilizan los divulgadores de la ciencia en México. Estas imágenes se ofrecen como simple adorno al artículo y le quitan importancia a lo que se presenta.

En este punto nos damos cuenta de que existe un problema entre los divulgadores mexicanos y su relación con la educación que tiene la población para digerir o entender la ciencia. Es necesario que el divulgador tome conciencia de que la mejor manera de aprender es a partir de la realidad (como lo hemos hecho todos a lo largo de nuestra vida) y no utilizando hechos caricaturizados y lejanos a lo que la gente podría observar estando donde se desarrollan las investigaciones.

### 1.3. Medios de divulgación científica

C1

Los medios más recurridos para la divulgación de la ciencia son los impresos, por la facilidad, la permanencia y el alcance que estos tienen; también existen los medios documentales como los videos y los programas de televisión; así como los de mediano alcance a saber: conferencias, seminarios, charlas, talleres y cursos, sin olvidar los medios electrónicos.

La divulgación no se podría dar sin estos medios, ya que sin ellos sería difícil poder hacer público el conocimiento. Existen instituciones educativas en México como la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL) y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), interesadas en llevar a cabo una labor de divulgación científica eficiente, a través de cursos, talleres, diplomados, maestrías, mesas redondas, congresos, programas de radio y televisión y publicaciones diversas.

Se podría decir que la divulgación de la ciencia comenzó en el momento en que surge la imprenta ya que con esta se pudieron diseminar los conocimientos científicos más rápidamente. Otra contribución a la divulgación vino por parte de Galileo quien dejó de lado el latín, para escribir en lengua toscana, lo que hoy conocemos como italiano. Esto debido a que el

conocimiento no era del dominio público, sino exclusivo de la Iglesia, de quien dependía la educación. Esta educación era impartida sólo a grupos privilegiados y en latín.

Actualmente el conocimiento científico está relativamente al alcance de cualquiera, pero desafortunadamente este conocimiento, debido a tantos avances científicos, resulta incomprensible. Por este motivo se le ha dado una mayor importancia a la divulgación de la ciencia, porque es necesario contar con medios y lenguajes que faciliten la explicación y comprensión de las bases científicas a un gran número de personas. Anteriormente el principal objetivo de la divulgación científica era que los descubrimientos y resultados de investigaciones fueran conocidos entre colegas, y con el paso del tiempo esta función se amplió al público en general como ocurre en la actualidad.

Como ya lo mencionamos hoy contamos con más recursos para divulgar aparte de la imprenta, tenemos el video, el cine y la internet, de tal manera que la posibilidad de comunicar es aún mayor. Los medios impresos son los más utilizados, las revistas resultan ser las más recurridas por los divulgadores debido a la permanencia de la información que estas brindan.

En este trabajo me enfocaré en las imágenes que se encuentran en los artículos de divulgación publicados en medios impresos. Para el análisis de estos artículos se parte de la premisa de que la falta de calidad visual en las imágenes publicadas disminuye considerablemente el impacto y la seriedad a que pudieran aspirar estas revistas. Esto lo podemos encontrar en algunas

publicaciones como El Faro, ¿Cómo ves? (Véase imagen 16), Ciencia y Desarrollo (Véase imagen 17), Ciencia Hoy (véase imagen 18), en donde tanto la falta de correspondencia del texto con las imágenes, así como de armonía visual, hacen parecer a sus artículos como notas sensacionalistas y burdas.



Imagen 16. Portada revista ¿Cómo ves?. Año 6, núm. 61

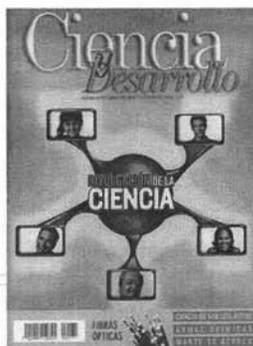


Imagen 17. Portada revista Ciencia y Desarrollo. Vol. XXIX, núm. 171



Imagen 18. Portada revista Ciencia Hoy. Vol. 6, núm 36

El hecho de divulgar no es motivo para omitir calidad tanto en el contenido escrito como visual. En las revistas ya mencionadas podemos encontrar fotografías poco cuidadas en su elaboración, es decir, faltas o exageradas de iluminación, mal enfocadas y con escasas normas de composición. Todas estas características dan como resultado imágenes poco agradables a la vista y que no ayudan a la comprensión de la idea central del artículo.

Las imágenes que se realizan en el desarrollo de las investigaciones deben contar con armonía visual para que sea un placer verlas. Para obtener buenos resultados visuales es necesario que la realización de las fotografías en las investigaciones esté a cargo de personas con conocimientos y experiencia en fotografía e imagen. De esta manera, con la unión de la ciencia y las artes se podrían obtener resultados interesantes y mucho más enriquecedores para la divulgación. Crear un vínculo entre los investigadores y los profesionales de la imagen (llámese diseñadores o artistas visuales), para trabajar conjuntamente, permitirá obtener imágenes apetecibles a la vista del público desconocedor del tema y sin dejar de lado la importancia del registro fotográfico en la investigación.

Bajo estas premisas propongo el presente trabajo fotográfico, que formará parte de una publicación de carácter divulgativo sobre la técnica de cultivo *in vitro* de la planta insectívora *Dionaea muscipula*, que se lleva a cabo en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV), dentro del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México (IBUNAM).

El 9 de noviembre de 1929 se creó el Instituto de Biología bajo la dirección del profesor Isaac Ochoterrena Mendieta, en las Instalaciones de la Casa del Lago de Chapultepec (Véase imagen 19). El personal del Instituto estuvo integrado por algunos alumnos de Ochoterrena que trabajaban en el laboratorio de la Escuela Nacional Preparatoria, más otros que pasaron por las aulas de Filosofía y Letras y Medicina. Esos alumnos fueron: Helia Bravo Hollis, Antonio Ramírez Laguna, Leopoldo Ancona Hernández, José de Lille Borja, Carlos Cuesta Terrón, Eduardo Caballero y Caballero, Clemente Robles Castillo, José Gómez Robleda y Francisco Contreras. Posteriormente, se integraron profesores extranjeros: Carlos C. Hoffmann, Federico Mülleried, Juan Roca Olivé y Demetrio Sokoloff. La Casa del Lago fue el espacio donde el nuevo personal y las colecciones biológicas cedidas por la Dirección de Estudios Biológicos comenzaron una nueva era de la biología en la Ciudad de México<sup>37</sup>.

---

<sup>37</sup> Ortega, Martha, *et. al.* Relación histórica de los antecedentes y origen del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. 1996, p.77-79

c2



Imagen 19. Casa del Lago. Colección  
Cantú-Souvade ca. 1902

Actualmente el Instituto de Biología es una de las más grandes y complejas dependencias universitarias dedicadas a la investigación. Cuenta con 151 académicos agrupados en dos departamentos: el de Botánica y el de Zoología, en el Jardín Botánico y las dos estaciones de investigación, ubicadas en Los Tuxtlas, Veracruz y Chamela, Jalisco. La mayoría de los proyectos que se llevan a cabo en el Instituto están orientados a incrementar nuestro conocimiento de la biodiversidad, haciendo énfasis en el estudio de la composición, la distribución, los orígenes y los usos potenciales de los elementos de la flora y la fauna de México<sup>38</sup>.

Desde sus orígenes el Instituto ha formado, enriquecido, custodiado y estudiado las Colecciones Biológicas Nacionales (CBN). Es depositario del acervo de información sobre la biodiversidad en México. Las CBN son resultado de un legado patrimonial bien documentado desde fines del siglo XIX y oficialmente decretado por Emilio Portes Gil en agosto de 1929. Las colecciones son elementos fundamentales del Instituto, y un valioso patrimonio de la Universidad y del país.

<sup>38</sup> Jardín Botánico (folleto). 2004

## 2.1. Jardín Botánico

El Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM fue fundado por el Dr. Faustino Miranda y el Dr. Manuel Ruiz Oronoz en 1959. Desde sus inicios tuvo como propósito mantener una colección de plantas vivas representativa de la diversidad vegetal de México que sirviera de apoyo a la investigación y la educación en Botánica (Véase imagen 20).

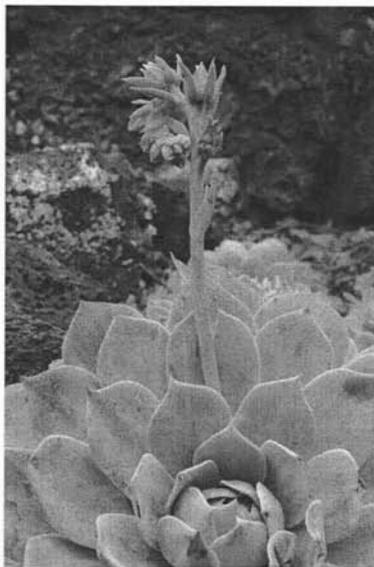


Imagen 20. Colecciones vivas. Jardín Botánico, IBUNAM

El Jardín Botánico de la UNAM tiene como objetivo investigar la utilización, el manejo y los valores culturales de la flora mexicana en general y de algunas familias botánicas en particular desde el punto de vista histórico, su situación actual y futura. Promover la conservación *in situ* y *ex situ* de las plantas basadas en la investigación, y difundir este conocimiento a la comunidad académica y a la sociedad. Otro objetivo es la colaboración en la enseñanza y divulgación de la botánica. Año con año un gran número de personas acuden al jardín para buscar información sobre diversos temas botánicos. De forma continua se realizan cursos, talleres, ciclos de conferencias, visitas guiadas, entre otros servicios, dirigidos al público en general (Véase imagen 21).



Imagen 21. Curso de cultivo de tejidos vegetales. 2004

En cuanto a la conservación de la biodiversidad, el Jardín desempeña un papel muy activo sobre todo con aquellos grupos de plantas amenazadas por la destrucción de su hábitat natural, así como por el saqueo y comercialización ilegal, para lo cual lleva a cabo programas de propagación de especies en peligro de extinción. Mantiene la Colección Nacional de Agavaceas, la cual constituye cerca del 70% de todas las especies mexicanas de esta familia. Actualmente se está formando la colección nacional del género *Dalia*, y como proyectos futuros se planea establecer la colección de orquídeas, crasuláceas y plantas acuáticas.

También se desarrollan diversos programas de investigación con el propósito de conocer, aprovechar y conservar la diversidad vegetal. Estas investigaciones son de estudios citogenéticos, anatómicos, morfológicos, moleculares y sobre sistemática de grupos en plantas con gran importancia biológica (Véase imagen 22). Se llevan a cabo estudios etnobotánicos sobre evolución de plantas bajo domesticación, y ligado a la conservación se realizan estudios de propagación por cultivo de tejidos vegetales de plantas en peligro de extinción.

Actualmente, el Jardín Botánico es el segundo más antiguo y el más importante de México y el líder en ámbito Latinoamericano, además de mantener importantes vínculos científicos con los principales Jardines Botánicos del mundo.

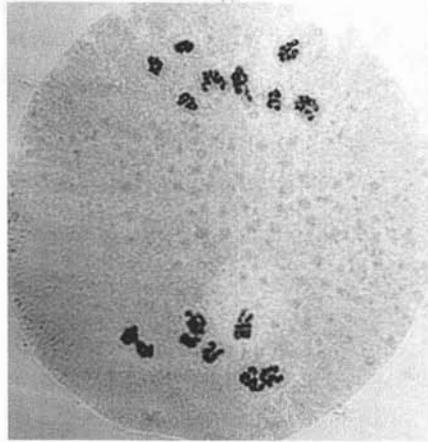


Imagen 22. Citogenética. Foto  
Javier Martínez

El Jardín Botánico cuenta con colecciones de plantas vivas y están organizadas en: zona árida (Véase imagen 23), que cubre la mayor superficie del Jardín Botánico Exterior y está dividida en 5 secciones que albergan una gran cantidad de especies xerófilas (son las plantas y asociaciones vegetales adaptadas a la vida en un medio seco); la zona templada (Véase imagen 24), representada por el *arboretum* en el que se encuentran principalmente coníferas; la zona cálida húmeda (Véase imagen 25), que está conformada por los invernaderos “Manuel Ruiz Oronoz” y “Faustino Miranda”, donde se mantienen especies representativas de Veracruz, Chiapas y Oaxaca; y por

c2



Imagen 23. Zona árida.  
Jardín Botánico, IBUNAM



Imagen 24. Zona templada.  
Jardín Botánico, IBUNAM



Imagen 25. Zona cálido-húmeda.  
Jardín Botánico, IBUNAM



Imagen 26. Plantas medicinales. Jardín Botánico, IBUNAM

último la zona de plantas medicinales (Véase imagen 26) en la que se encuentran representadas algunas especies que forman parte de la herbolaria tradicional mexicana. Además de contar con estas colecciones exteriores, el Jardín Botánico realiza actividades tanto de difusión y educación, como de conservación de la biodiversidad e investigación<sup>39</sup>.

<sup>39</sup> Jardín Botánico (folleto). 2004

## 2.2. Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales

C2

Las alteraciones y la pérdida del equilibrio en la naturaleza están ocurriendo a una gran velocidad y por desgracia rebasan la capacidad de los sistemas biológicos para restablecer su orden natural.

La recomendación general es proteger el hábitat natural y conservar *in situ* la vida silvestre, sin embargo, los múltiples procesos de la enorme destrucción y las colectas han llevado a recomendar el empleo de técnicas de micropropagación y almacenamiento de especies nativas amenazadas<sup>40</sup>.

Durante las últimas tres décadas se ha presenciado un rápido incremento en el ámbito mundial del número de botánicos que están utilizando técnicas de cultivo de células de tejidos, las cuales han sido adaptadas por universidades en donde se emplean en investigaciones y demostraciones de prácticas escolares<sup>41</sup>.

En 1980 se inicio el grupo de Cultivos de Tejidos Vegetales (CTV) en el Jardín Botánico del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM). Este grupo aplica estas técnicas en el rescate de recursos genéticos vegetales de México útiles y potencialmente útiles, es decir, para su estudio, conservación y aprovechamiento.

<sup>40</sup> Chávez, Víctor. Morfogénesis experimental *in vitro* de plantas tropicales y subtropicales (amenazadas y alimenticias) inédito.

<sup>41</sup> *Ibidem*.

El Laboratorio de CTV tiene como objetivos realizar estudios básicos y aplicados a partir de los cultivos *in vitro*; establecer condiciones para la regeneración y micropropagación de especies de la flora mexicana, principalmente aquellas en peligro de extinción, así como su almacenamiento; y abastecer las colecciones del Jardín Botánico. Con esto se busca reducir las presiones de colecta que sufren las poblaciones silvestres al vincular los resultados obtenidos con las actividades comerciales de viveros, y promover beneficios para las comunidades donde se encuentran las especies en estudio<sup>42</sup>.

Los proyectos que actualmente se realizan son<sup>43</sup>:

1. Regeneración *in vitro* de cícadas. Se han cultivado seis especies y se han obtenido cultivos a partir de hojas de plantas adultas, a fin de establecer en condiciones de invernadero la mayor cantidad posible de plántulas (Véase imagen 27).
2. Regeneración *in vitro* de *Picea chihuahuana*. A partir de embriones se intenta conocer el periodo del desarrollo de forma y estructuras para la formación de brotes e inducir el enraizamiento.
3. Regeneración *in vitro* de *Asteraceas* (*Cosmos Atrosanguineus*, *Dalia spp.*). Se ha logrado la micropropagación por cultivo de nudos y establecimiento en invernadero de *Cosmos*. Esta especie está extinta en su hábitat (Véase imágenes 28 y 29).

<sup>42</sup> *Ibidem.*

<sup>43</sup> *Ibidem.*

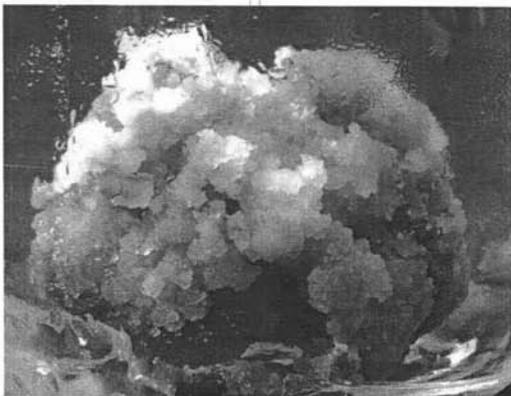


Imagen 27. Regeneración  
*in vitro* de cíadas

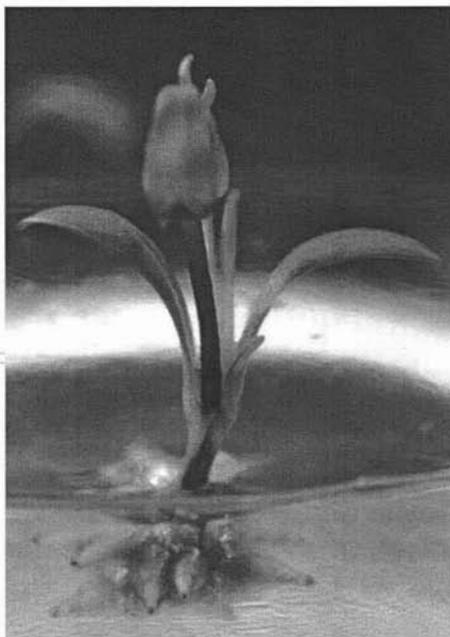


Imagen 28. Regeneración  
*in vitro* de *Cosmos*

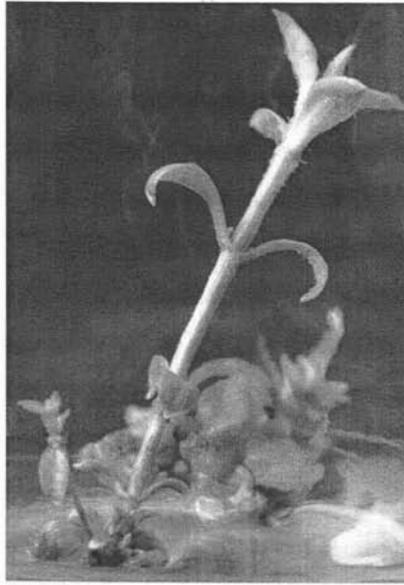


Imagen 29. Regeneración *in vitro* de *Dalia spp.*

4. Regeneración *in vitro* de *Agave victoriae-reginae*. Se logró la regeneración a partir de embriones y secciones de tallo de plántulas y se analizó la variación genética dentro y entre poblaciones silvestres (Véase imagen 30).
5. Regeneración *in vitro* de cactáceas (*Ariocarpus*, *Turbiniarpus*). Se ha logrado la regeneración de plantas mediante órganos y embriones (Véase imagen 31).

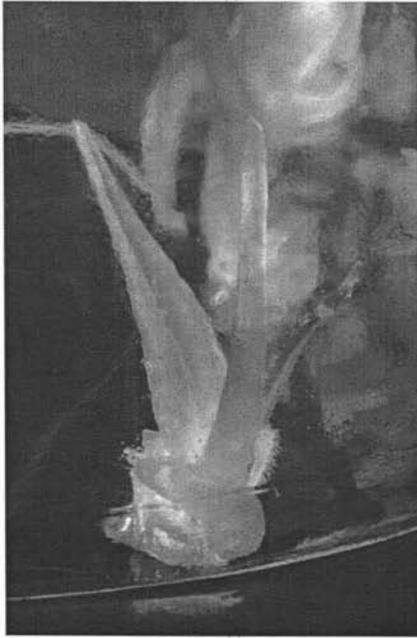


Imagen 30. Regeneración *in vitro*  
de *Agave victoriae-reginae*

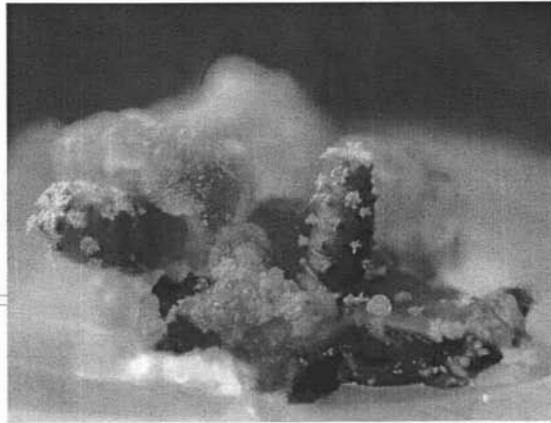


Imagen 31. Regeneración *in vitro*  
de *Turbinicarpus*

6. Regeneración *in vitro* de orquídeas (*Oncidium*, *Bletia*, *Laelia*). Mediante cultivo *in vitro* de semillas y ápices se logró la regeneración de plantas a partir de embriones en medio líquido y sólido (Véase imagen 32).



Imagen 32. Regeneración *in vitro* de *Laelia*

### 2.3. Cultivo de tejidos vegetales

C2

El Cultivo de Tejidos Vegetales (CTV), en términos generales, es una rama de la biología que basada en la totipotencialidad celular ha establecido un conjunto de técnicas que hacen posible dividir un organismo en sus bloques constituyentes y cultivar *in vitro*.

Las técnicas de CTV han permitido en el ámbito mundial propagar especies agrícolas y agronómicas en un tiempo y cantidad que podrían abastecer las necesidades actuales y futuras. Son más de 500 millones de plantas las que se producen cada año por medio de esta tecnología, sin embargo, en nuestro país, hasta ahora estas técnicas han sido poco utilizadas con especies útiles y menos aún con especies silvestres que se encuentran en serio peligro de extinción. Por esto en los últimos 20 años las técnicas para cultivar *in vitro* células, tejidos y órganos han tenido un enorme desarrollo que permite, en la actualidad, aplicarlas a un gran número de especies.

En 1984 existían sólo 48 investigadores en nuestro país que realizaban 60 proyectos de investigación sobre CTV en 15 diferentes instituciones, a dos décadas de distancia, son más de 100 laboratorios que aplican esta técnica.

El cultivo *in vitro* es una técnica de reproducción en condiciones totalmente asépticas, en la que a partir de un pequeño segmento inicial de tejido es posible regenerar en poco tiempo plantas genéticamente iguales a la planta madre, cuando a este tejido se le aplica un estímulo por medio de variables físicas y químicas controladas en un medio de cultivo.

A diferencia de las técnicas tradicionales de cultivo, el cultivo *in vitro* permite la propagación de grandes volúmenes de plantas en menor tiempo, así como el manejo de las mismas en espacios reducidos. Por otro lado, la técnica es de gran utilidad en la obtención de plantas libres de patógenos, plantas homocigotas, en la producción de plantas en peligro de extinción, en estudios de ingeniería genética, etcétera. El enorme potencial que posee esta metodología ha propiciado que en los últimos años se haya incrementado el número de laboratorios de cultivo de tejidos en el país para la producción comercial de plantas ornamentales y frutales, esto ha motivado que algunos floricultores la estén utilizando como una alternativa viable en sus programas de producción.

El material vegetal con el que se inicia un cultivo *in vitro* puede ser cualquier célula, tejido u órgano de la planta. Se puede partir de fragmentos de tallo, raíz, hoja, meristemos, embriones, es decir, de tejidos somáticos; pero también se puede iniciar a partir de células o tejidos no somáticos: anteras, polen, microesporas, óvulos, etcétera. Según sea el explante que se

haya utilizado se hablará de cultivo de secciones nodales, cultivo de hoja, de meristemo, de polen, de embriones, etcétera.

C2

### 2.3.2. Fases dentro del cultivo *in vitro*

La técnica de cultivo *in vitro* comprende cuatro fases y son las siguientes:

#### 1) Establecimiento del cultivo:

El cultivo de tejidos comienza a partir de los explantes, los cuales deben de ser esterilizados antes de ser introducidos en el medio de cultivo. Posteriormente se introducirán en el medio y se mantendrán en condiciones asépticas (Véase imagen 33).

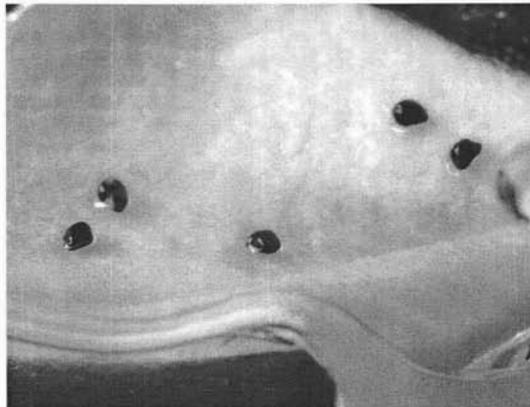


Imagen 33. Establecimiento del cultivo

## 2) Multiplicación:

Una vez que la primera fase se ha completado con éxito, comienza el desarrollo y la multiplicación de los brotes y tallos. El explante encuentra en el medio de cultivo todo aquello que necesita para su crecimiento y desarrollo (agua, elementos minerales, azúcares, hormonas, etcétera). Tras un período de crecimiento de 4 a 8 semanas, es necesario el subcultivo y pasar a un nuevo medio. Es en este paso donde se produce la multiplicación de las plantas (véase imagen 34).

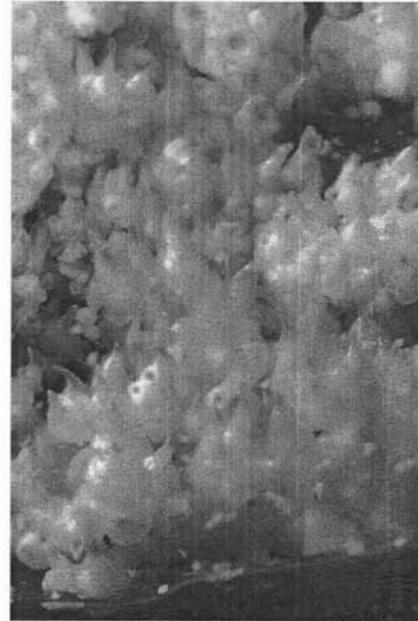


Imagen 34. Multiplicación

### 3) Enraizamiento:

Antes de llevar las nuevas plantas a su medio natural es necesario cuenten con una raíz para que sean capaces de absorber los nutrientes. La inducción de estas raíces se produce modificando ligeramente las características del medio de cultivo adecuándolas para la generación de raíces (Véase imagen 35).

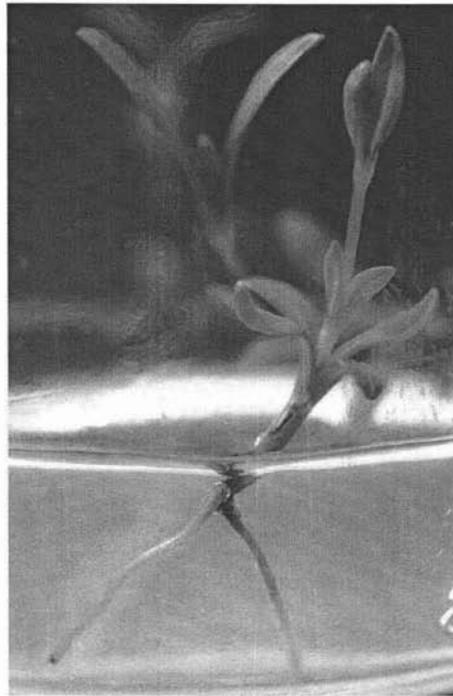


Imagen 35. Enraizamiento

#### 4) Aclimatización:

Esta fase consiste en el paso de las plantas del cultivo al medio natural. Esta parte del proceso es muy importante, ya que si no se realiza cuidadosamente se pueden perder gran número de plantas. Las plantas en condiciones de cultivo están en una atmósfera con alta humedad y baja intensidad luminosa, por tanto el tejido epitelial se caracterizará por tener menos ceras que protejan a las plantas contra la deshidratación. El acondicionamiento al nuevo medio exterior se efectuará, por tanto, cuidadosamente a través del uso de invernaderos (Véase imagen 36).

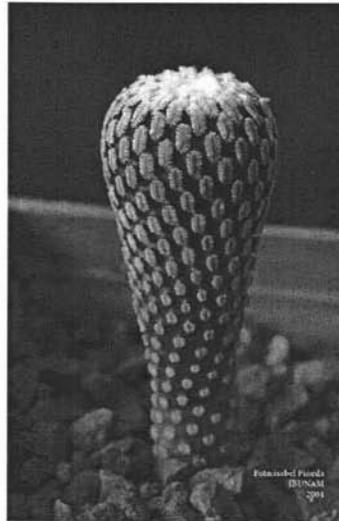


Imagen 36. Aclimatización

2.3.3. Factores que afectan  
el cultivo *in vitro*

C2

Existen dos tipos de factores de carácter no biológico que afectan o modifican el desarrollo de los cultivos *in vitro*:

1. Ambiente químico (composición del medio y pH)

Medio de cultivo

El medio de cultivo es la combinación sólida o líquida de nutrientes y agua que usualmente incluye sales inorgánicas, carbohidratos, vitaminas y aminoácidos. A menudo se denomina medio basal y puede ser suplementado con algún regulador de crecimiento. Los nutrientes son esenciales para el crecimiento y desarrollo de la planta: sin agua y nutrientes minerales una planta no puede vivir. También se deben añadir azúcares al medio de cultivo, ya que las plantas (o sus fragmentos) no son completamente autotróficas cuando se desarrollan en estas condiciones.

pH

Cuando se prepara un medio de cultivo, después de añadir todos sus componentes, se procede a ajustar el pH final al valor deseado. Una vez ajustado el pH se procede a esterilizar el medio.

## 2. Ambiente físico (temperatura y luz)

### Temperatura

La temperatura a la que está expuesto el explante cultivado *in vitro* afecta a la mayoría de procesos fisiológicos y por consiguiente es un factor fundamental a controlar. En general, cada especie tiene un intervalo de temperaturas en el que se produce el crecimiento de manera óptima. Este intervalo puede variar en función del genotipo, del órgano del que se ha obtenido el explante, de la época del año, de la edad de la planta madre, del fotoperiodo, etcétera. Pero se pueden obtener resultados satisfactorios con temperaturas de incubación que oscilan entre los 20 y 28°C.

### Luz

Es uno de los factores principales que determinan el desarrollo de los organismos autótrofos, en ello radica la importancia de controlar el factor luz en los cultivos *in vitro*. Sólo una parte de la energía radiante (la luz y algunas de las radiaciones infrarrojas y ultravioletas próximas) tiene influencia conocida sobre el desarrollo de las plantas.

Los tres aspectos de la luz que son importantes en los cultivos *in vitro* son:

### a) Irradiación

La capacidad fotosintética de las plantas se determina por la cantidad de luz que incide sobre las superficies fotosintéticas de éstas. Las necesidades de luz de los cultivos *in vitro* son inferiores a las de los cultivos tradicionales dado que el medio de cultivo contiene cantidades importantes de sacarosa; los cultivos *in vitro* se comportan sólo parcialmente de forma autotrófica. Además, una irradiación excesiva produciría un aumento notable de la temperatura dentro del recipiente de cultivo debido al efecto invernadero.

### b) Espectro

La luz es esencial para las plantas debido a que proporciona la energía necesaria para la fotosíntesis. La clorofila y los demás pigmentos fotosintéticos captan la energía contenida en diferentes radiaciones para incorporarla a las diversas reacciones químicas que constituyen el proceso. Pero la luz también puede intervenir en otros procesos fisiológicos, como el fototropismo, la germinación, la floración.

Todos estos fenómenos no son producidos en igual medida por todas las radiaciones de cualquier longitud de onda, sino que algunas radiaciones concretas tienen un efecto notable mientras que otras tienen poco o ningún efecto. La cámara de cultivo deberá reproducir

lo mejor posible ese espectro de luz activo, por lo tanto conviene conocer cuál es el espectro que emiten las fuentes de luz y en qué medida se adapta éste a las necesidades del cultivo.

c) Fotoperiodo

Algunos fenómenos propios del desarrollo de las plantas (germinación, floración, tuberización) pueden ser activados por el número de horas diarias de luz que recibe la planta. De forma análoga, el número de horas de luz que recibe el explante cultivado *in vitro* puede afectar a su desarrollo.

Los cultivos son almacenados dentro de llamadas “cámaras de cultivo” (Véase imagen 37), éstas son receptáculos diseñados para permitir el control de algunas variables del ambiente físico. Habitualmente se pueden controlar la temperatura, la iluminación y el fotoperiodo, y en algunos casos, menos frecuentes, la humedad del aire y su composición.



Imagen 35. Cámara de cultivo

## 2.4. Insectívoras

Dentro del reino vegetal las plantas insectívoras son un grupo diferente. Tanto en su anatomía como en su alimentación resultan un tanto extrañas y ciertamente sus estrategias para capturar su alimento son fascinantes.

Charles Darwin se dedicó por muchos años al estudio de las plantas insectívoras, realizó exhaustivos experimentos con los que llegó a la conclusión de que estas plantas han evolucionado de tal forma que complementan su alimentación con la ingesta de insectos. En 1875, como resultado de sus experimentos, publicó el libro “Insectivorous Plants” en el que reafirmó su teoría de la evolución de las especies (Véase imagen 38). Aunque para la comunidad científica de finales del siglo XIX no fueron suficientes ni creíbles las evidencias mostradas en su trabajo, para la imaginación popular resultó ser todo un fenómeno, esto devino en artículos e historias alrededor de estas plantas insectívoras, un ejemplo de ello es “El árbol come-hombres de Mindanao” publicado por el semanario *American Weekly*. Hoy en día siguen despertado la curiosidad de los amantes de las plantas y principalmente de aquellos que no lo son.

Estas plantas sólo se alimentan de insectos, más comúnmente moscas, mosquitos, arañas, lombrices, gusanos y cuando alcanzan la madurez y un mayor tamaño pueden atrapar mariposas, pequeñas lagartijas y renacuajos.

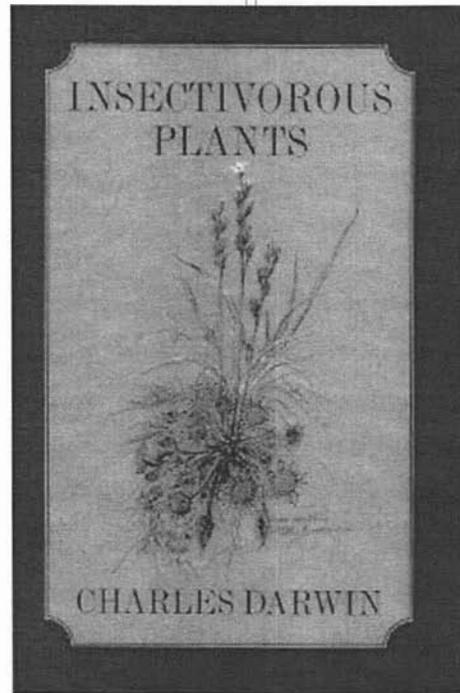


Imagen 38. Insectivorous Plants. Charles Darwin

La mayoría viven en terrenos pantanosos, turberas, con tierra ácida, es decir, en suelos pobres en nitrógeno que es indispensable para las raíces, de ahí que desarrollaran métodos para atrapar animales y completar así sus necesidades nutritivas<sup>44</sup>.

<sup>44</sup> Las plantas insectívoras. Ibarra, Adolfo; Balcázar, Teodolinda; Chávez, Víctor. Inédito. 5 de agosto de 2004

## 2.4.1 Géneros y especies de insectívoras

Existen alrededor de 600 especies de plantas insectívoras, en todo el mundo, repartidas en 14 géneros botánicos.

El número de especies de cada género que a continuación se enlista es aproximado:

- *Aldrovanda*. Una sola especie y es planta acuática.
- *Byblis*. Existen tres especies en el oeste de Australia.
- *Cephalotus*. Una sola especie del Sudoeste de Australia.
- *Darlingtonia*. Una sola especie, crece silvestre en California y Oregon, EUA.
- *Dionaea*. Sólo una especie de América del Norte.
- *Drosera*. 100 especies.
- *Drosophyllum*. Una especie, oriunda de montañas pedregosas de la Península Ibérica y Oeste de Marruecos.
- *Genlisea*. Aproximadamente 16 especies.
- *Heliophora*. Cinco especies y son de Venezuela y las Guayanas.
- *Nepenthes*. Más de 60 especies repartidas por las selvas tropicales de Malasia, Australia y Madagascar.

- Pinguicula. Existen al rededor de 70 especies en todo el mundo, incluyendo México.
- Sarracenia. Nueve especies, son originarias de América del Norte.
- Triphyophyllum. Solo una especie.
- Utricularia. 250 especies.

En México existen entre 80 y 100 especies distintas: cinco de Drosera (Droseraceae); una de Genlisia (Lentibulariaceae); entre 40 y 50 de Pinguicula (Lentibulariaceae); y entre 20 y 50 de Utricularia (Lentibulariaceae)<sup>45</sup>.

#### 2.4.2. *Dionaea muscipula*

Debido a la curiosidad de conocer y cultivar una planta insectívora por parte de Isaac Reyes Vera y Alejandro Vallejo Zamora, ambos estudiantes del Laboratorio de CTV, se pudo conseguir la semilla de la *Dionaea muscipula*, conocida como la Venus atrapa moscas. Esta planta ha servido como cultivo base a otros estudios y principalmente como inductora a la técnica de cultivo *in vitro*. Actualmente la *Dionaea muscipula* es utilizada como planta base en los cursos y talleres que el Laboratorio imparte a lo largo del año, a través del Jardín Botánico del IBUNAM<sup>46</sup>.

<sup>45</sup> *Ibidem*.

<sup>46</sup> Entrevista. Dr. Víctor Chávez. IBUNAM. 2004

También se producen otras especies de insectívoras, pero siempre la *Dionaea muscipula* es la más solicitada. La propagación y venta de esta especie insectívora permite proveer de recursos económicos al Laboratorio de CTV, debido a que aproximadamente el 40% de los bienes obtenidos a través de su venta, dentro del Jardín Botánico, es destinado al apoyo y sustento de algunos proyectos de investigación con la técnica *in vitro*<sup>47</sup>.

La *Dionaea muscipula* se localiza de forma silvestre en Carolina del Norte, EUA y suele ser la preferida de la gente y la más conocida. Con buenos cuidados pueden llegar a vivir 25 años. Además de alimentarse de los nutrientes que le proporciona el sustrato requiere de insectos o animales pequeños que al ser atraídos por un néctar dulce, se posan en los cepos y cuando rozan las cerdas éstas se cierran automáticamente impidiendo el escape. La presa se mueve y eso estimula la secreción de jugos digestivos para su desintegración por varios días. Las trampas se abren y cierran tres o cuatro veces, tras las que suelen morir, y dan paso a otras nuevas.

<sup>47</sup> *Ibidem.*

## Capítulo tres

# Propuesta fotográfica

para la técnica de cultivo  
*in vitro* del proyecto  
*Dionaea muscipula*



El objetivo del proyecto de cultivo *in vitro* de la *Dionaea muscipula* es contribuir, a través de su venta, en la generación de una conciencia ambiental en las personas que visitan el Jardín Botánico. El público al saber que las plantas que están adquiriendo fueron producidas por tecnologías *in vitro*, las valora más y esto les genera mayor interés y aprecio por las plantas en general. Con la venta de estas plantas el Jardín Botánico obtiene otros beneficios. Contribuye a la formación de recursos humanos, al capacitar a los estudiantes de distintos niveles en las técnicas de micropropagación y de aclimatización. Genera apoyos económicos para los estudiantes participantes en este y otros

programas. Y representa recursos económicos para el Laboratorio de CTV para la adquisición de reactivos, instrumental, equipo o materiales diversos necesarios en sus actividades. Es por esto que el Laboratorio de CTV tuvo la necesidad de contar con registros fotográficos de los procedimientos, avances y resultados de este y otros proyectos. Estos registros visuales tendrán dos utilidades primordiales: la primera para servir como material de apoyo en conferencias, talleres, seminarios, presentación de resultados finales y capacitación de los estudiantes; y la segunda para la publicación de un folleto de carácter divulgativo sobre la técnica de cultivo *in vitro* de *Dionaea muscipula*. Es así como se me hizo la invitación, a través del Laboratorio de Fotografía Científica del Instituto de Biología, para colaborar con la realización de estos registros fotográficos.

Al inicio de este trabajo fue necesario tener una reunión con el doctor Víctor M. Chávez A., investigador responsable del Laboratorio de CTV, y la bióloga Carmen Loyola Blanco, responsable del Laboratorio de Fotografía Científica, para conocer y comprender las necesidades visuales que requería el registro del procedimiento de la técnica de cultivo *in vitro*. En esta reunión tuve el primer contacto con el material de estudio, los registros fotográficos anteriores de éstos (Véase imagen 39), el espacio de trabajo, el material y equipo con el que contaban, así como de un conocimiento general sobre la técnica de cultivo. Esto permitió comenzar a reconocer los problemas de registro referente al material de estudio y al fotográfico.

Con esta información se comenzaron a plantear las características generales del trabajo para dar una propuesta fotográfica, la cual parte de la importancia de la imagen para que no sólo sea un paso fundamental del proceso mismo de investigación, sino que participe de la comunicación entre los investigadores y el público que visita el Jardín Botánico. Partiendo de la importancia de la forma para “informar acerca de la naturaleza de las cosas a través de su aspecto exterior”<sup>48</sup>. Para este efecto se comenzó a trabajar en la realización del material fotográfico para conferencias, talleres, seminarios y presentación de resultados finales.

La experiencia y la revisión del resultado visual de estos registros me permitieron obtener mejores resultados en las imágenes para divulgación.

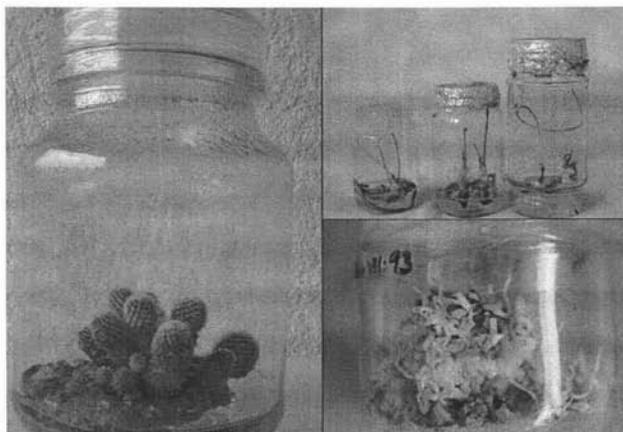


Imagen 39. Archivo Laboratorio de CTV

<sup>48</sup> Arnheim, Rudolf. Arte y percepción visual. Psicología del ojo creador. 1981, p 115.

### 3.1. Planeación

Para comenzar con el primer tipo de registro me dieron una explicación más específica de la técnica de cultivo *in vitro*. Después de contar con este conocimiento hice anotaciones que me permitieron planear el proceso fotográfico de acuerdo a sus características, el lugar de trabajo, equipo y material fotográfico a usar. Estas anotaciones fueron: la luz, se trabajaría en un espacio reducido con luz natural lateral (Véase imagen 40) para lo que requeriría rebotadores; los fondos, en el laboratorio de CTV no contaban con fondos adecuados; el tipo de lente a usar, en su mayoría eran de acercamiento; el equipo fotográfico, por las necesidades del proyecto se utilizaría una cámara análoga de 35 mm; la película, para cubrir los requerimientos del trabajo se emplearía película positiva y negativa a color; y por último los reflejos en los frascos de los cultivos, se construiría una pantalla de papel translúcido para eliminarlos. Estos problemas se resolvieron con material y equipo proporcionado por el Laboratorio de Fotografía Científica (rebotadores, fondos, cámaras, lentes, rollos y papeles).

Una vez reunido el equipo y material, comencé el trabajo fotográfico, en enero del 2003, con las cámaras fotográficas Minolta X-370 y Nikon F2 con lentes macro y tubos de acercamiento. Registré cultivos *in vitro* de cactáceas, utilizando aperturas de 22 a 16 de diafragma para obtener profundidad de campo. La experiencia con estas tomas me permitió observar



Imagen 40. Espacio de trabajo

la dificultad y el cuidado que se requería en la manipulación del material biológico para no dañarlo y con esto afectar el proceso de la investigación. Después de analizar las imágenes realizadas con formato de 35 mm me percaté de que para la realización de las imágenes para la publicación, de carácter divulgativo, era necesario usar un formato más grande. Para esto

se planteó la utilización de un formato de 120 mm que permitiría obtener mayor detalle en cada una de las etapas del cultivo in vitro y mejor calidad en la impresión.

Otros problemas a resolver fueron el procedimiento de control y registro de los cultivos mismos en la investigación. Esto debido a que los estudiantes realizan anotaciones correspondientes a los tratamientos, medios y fechas de iniciación sobre la superficie de los frascos y sobre las tapas (Véase imagen 41). Además son cubiertos con plástico *sellapack* para evitar contaminaciones. Para resolver estos problemas que afectan la calidad en el resultado de la imagen fue necesario contar con la participación (en algunos casos) de los mismos estudiantes a cargo de cada proyecto para la limpieza de los frascos, recuperación de los datos y retirar lo más posible el plástico protector para no afectar el desarrollo del proyecto. Las anotaciones de los cultivos se realizan sobre cinta o directamente en el frasco, con un plumón. La cinta al momento de ser retirada deja residuos que manchan el frasco. Por eso la limpieza de los datos se hizo con alcohol, este procedimiento causa evaporación y condensación de los líquidos empañando las paredes internas del cultivo, lo cual impide realizar una toma fotográfica definida. La solución a este problema fue hacer limpieza de los frascos un día antes de la toma fotográfica.

La temperatura es otro de los inconvenientes en el proceso de registro. Los frascos se encuentran en la cámara de cultivo con luz fluorescente a determinada temperatura y el cambio de ésta también provoca el mismo



Imagen 41. Control y registro de cultivos

empañamiento en las paredes de los frascos dificultando la toma. Para esto fue necesario sacar los frascos de la cámara sólo al momento de la toma o con 24 horas de anticipación para ambientarlos a la temperatura del espacio de trabajo. Anteriormente cuando los frascos se empañaban los estudiantes recurrían al calor (fuego o secadora) para limpiar las paredes y poder obtener una imagen más clara. Este procedimiento llega a contaminar los cultivos por lo que durante este trabajo de registro se evitó este tratamiento, se limitó la solución de este problema a la ambientación de los frascos o una manipulación mínima fuera de la cámara de cultivo.

Para los cultivos se utilizan, principalmente, frascos muy similares a aquellos utilizados en la comida para bebé. Éstos representan otro inconveniente para la calidad de la imagen ya que provocan aberraciones debido al grosor del vidrio y a su mal acabado. En este caso sólo se pudo hacer la observación a los estudiantes para que en el momento de introducir el explante en el frasco consideraran su ubicación en el lugar más uniforme de la superficie del vidrio. También se utilizan en menor proporción matraces de Erlenmeyer, tubos de ensayo y cajas de Petri. Con estos materiales no hubo este tipo de problemas.

Posteriormente realicé registros de cultivos de cícadadas, orquídeas y cosmos en los cuales surgieron otro tipo de problemas debido a las características particulares de cada uno de ellos. En algunos cultivos por el tipo de tratamiento empleado, era necesario mantenerlos en oscuridad o penumbra (Véase imagen 42), para lo que se debía tener mayor cuidado en su manipulación. Para ello fue necesario hacer el encuadre, previamente, con otro tipo de cultivo para después hacer la toma y exponer el cultivo indicado a la luz lo menos posible. En algunos frascos se utilizó medio líquido con carbono cuya característica es que el cultivo no está sujeto al medio, esto hace aún más difícil su manipulación (Véase imagen 43). El movimiento al transportar los frascos debía ser cuidadoso para no manchar la superficie del vidrio y obstaculizar la visibilidad o llegar a mover el cultivo del papel absorbente en el que se depositan para absorber el medio. Para estos cultivos se realizó el mismo procedimiento que los de penumbra.



Imag. 42. Cultivos en penumbra



Imagen 43. Cultivos con medio líquido

En marzo de 2004 el Laboratorio de CTV requirió una forma más rápida en la obtención de imágenes para su utilización en cursos, talleres y demás, por lo cual comencé a trabajar con un equipo Canon Digital EOS. Con este equipo se realizaron registros de *laelia speciosa*, *laelia gouldiana*, *laelia eyermanianadalia*, *turbinicarpus*, *mamillaria*, *cephalocerreus apicephalium*, *agave comiteco*, *agave peacockii*, *encyclia meliosma*. Además, se continuó con el registro de los avances de las otras especies mencionadas anteriormente.

Para seguir el proceso de la técnica de cultivo *in vitro* dentro de la investigación es necesario hacer el registro desde los primeros cambios de los cultivos. Algunos de los cultivos necesitan de un mayor acercamiento. Como el equipo fotográfico con que se cuenta no permite registrar adecuadamente las pequeñas áreas donde se desarrollan dichos cambios, fue necesario realizar las tomas en microscopio. En estas tomas, además de todas las consideraciones ya mencionadas, fue necesario aplicar otras en relación con la luz, los tiempos de exposición y el manejo de los cultivos. Con la asesoría de la bióloga Ana Claudia Sánchez Espinosa en cuanto al funcionamiento del microscopio óptico Carl Zeis Stemi SV 11 con respaldo MC 80 (Véase imagen 44), pude realizar una prueba para el registro de estos cultivos. Asimismo, fue necesario pedir a los estudiantes cultivar en cajas de Petri para no tener problemas con la manipulación, el acomodo y el enfoque de los cultivos. El microscopio cuenta con fuentes de luz incandescentes, una integrada y otras dos externas. Para balancear la coloración amarilla en las imágenes el microscopio cuenta con un filtro cian. A las fuentes de luz les instalé pequeños difusores de luz para

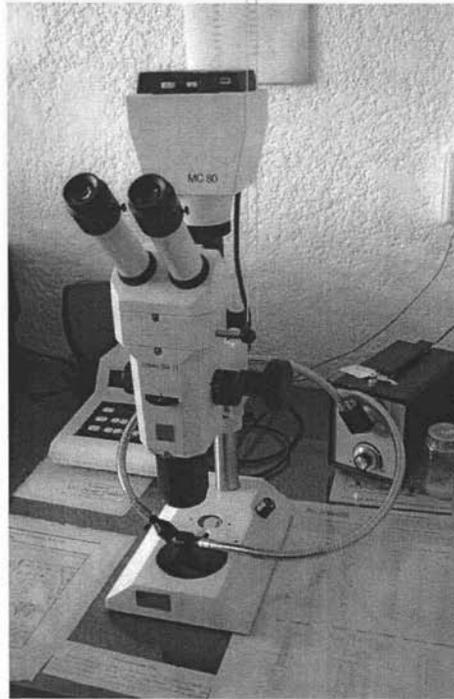


Imagen 44. Microscopio Carl Zeiss Stemi SV 11  
con respaldo MC 80

evitar las sombras duras y que con el calor emitido se creara condensación en las cajas. Las lámparas de brazo se colocaron lateralmente y no muy cerca de las cajas para evitar el calor (Véase imagen 45). En cuanto a la apertura de diafragma se utilizó el más cerrado para poder obtener un buen enfoque, con esto los tiempos de exposición se alargaron obteniendo tiempos de entre treinta y sesenta segundos.

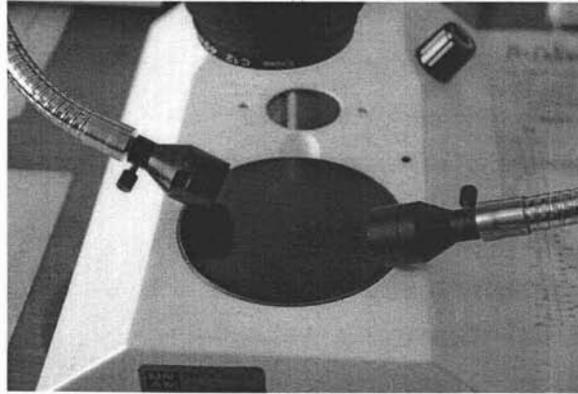


Imagen 45. Lámparas de brazo

Las tomas de la etapa final de cada cultivo se realizaron tanto en exteriores como en interiores. Para ello se utilizaron fondos, rebotadores y luz natural. Esta etapa comprende la aclimatación de la planta en tierra por lo que no hubo dificultades en el manejo del material. Para algunos cultivos realicé tomas fotográficas de acercamiento de semillas como de *agave comiteco*, *agave peacockii* y *Dioon Merolae* (Véase imágenes 46 y 47).

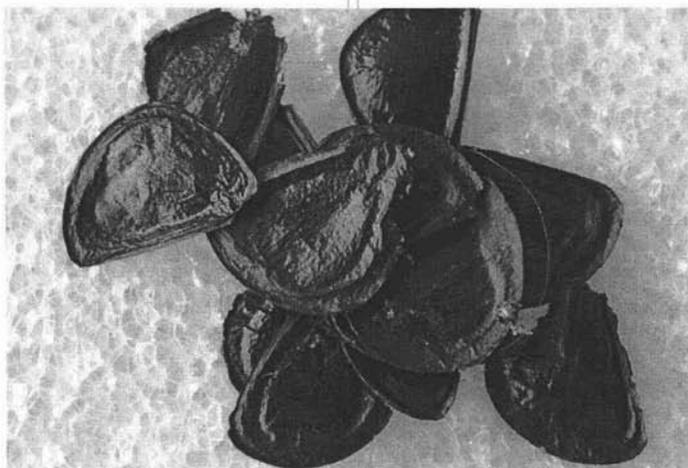


Imagen 46. Semilla *Agave Peacockii*

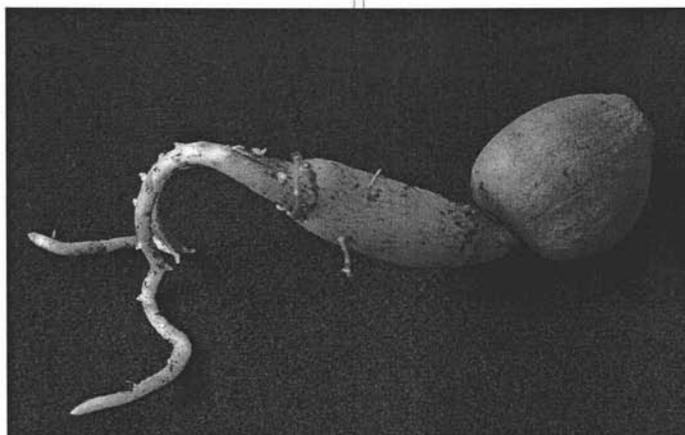


Imagen 47. Semilla *Dioon merolae*

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

En el transcurso de este trabajo se realizaron registros fotográficos de carácter divulgativo como apoyo a investigaciones en otras áreas del Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM). Para la bióloga Gilda Ortiz Calderón, del Herbario Nacional, realicé tomas en microscopio óptico de cultivos de violeta africana con vinculación al Laboratorio de CTV. Para el doctor Manuel Pino Moreno, realicé fotografías digitales y con formato de 35 mm en microscopio de mariposas.

Todo el trabajo realizado durante dos años en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales del Jardín Botánico del IBUNAM comprende más de 2000 imágenes, tanto en película positiva y negativa a color de 35 mm con cámara réflex y microscopio, así como con cámara digital.

Me di cuenta de que para obtener una buena imagen se corría el riesgo de dañar el cultivo, por lo que decidí hacer la toma de las fotografías para su publicación con frascos hechos específicamente para ello, con el fin de no causar alteración alguna a las investigaciones.

#### 3.1.1. Equipo fotográfico y de iluminación

A partir de todos los aspectos y dificultades enfrentadas en los registros fotográficos realizados fue necesario considerar otro tipo de procedimiento más controlado para el proceso en la realización de las fotografías para la divulgación de la técnica de cultivo *in vitro*.

El primer aspecto a controlar fue la luz. Determiné utilizar las mismas características empleadas en la cámara de cultivo, para ello busqué materiales que permitieran mantener de algún modo el ambiente en el que los frascos se encuentran dentro de dicha cámara. Diseñé una caja de luz que permitiera tener mayor regularidad y control de la iluminación. Este diseño debía también solucionar los reflejos del frasco. Como resultado obtuve un portafolio de madera con un ciclorama de acrílico. Dentro, incorporé 6 lámparas fluorescentes para que iluminaran el frasco por atrás y debajo (Véase imagen 48). Cuenta también con tres placas de acrílico blanco translúcido, se colocan

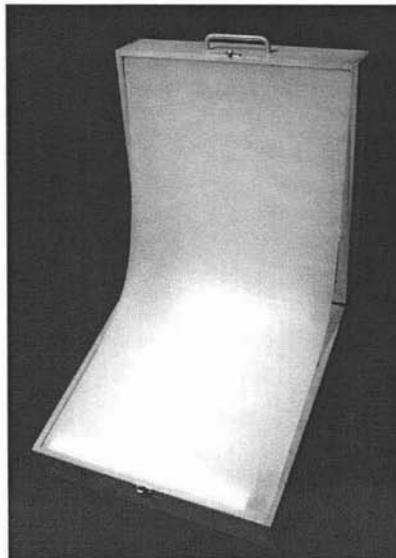


Imagen 48. Caja de luz

dos a los lados y una arriba para que funcionen tanto de difusores como rebotadores. Para la iluminación se contempló el uso de dos unidades de flash para tener una fuente lateral y otra cenital. El material para la construcción de la caja de luz lo proporcionó el Laboratorio de CTV.

Para la calidad requerida en las fotografías de este trabajo de registro era imprescindible el uso de un equipo y material fotográfico que reuniera las características necesarias para la cubrir este requisito. Se pidió el apoyo del Laboratorio de Fotografía Científica para el préstamo del siguiente material:

- Cámara Hasselblad 503CX (Véase imagen 49)
- Chasis de película A16
- Pantalla de enfoque Acute-Matte
- Visor PME 3
- Fuelle de extensión
- Objetivo planar CF 80mm
- Dos unidades de flash SLS 520ML
- Exposímetro manual Minolta
- Película positiva 120 mm



Imagen 49. Cámara Hasselblad 503 CX

### 3.1.2. Pruebas

Comencé a realizar pruebas que me permitieron establecer las intensidades de la luz principal y secundaria, el tiempo de exposición y el diafragma, para esto utilicé cultivos de *mammillaria*. Estas pruebas las tomé con película positiva en color Kodak profesional E100 EPP y con película b/n t-max ISO 100.

Tomé la lectura de las luces con exposímetro manual y utilicé una de las unidades de flash como luz principal a la derecha y la otra como luz secundaria

en posición lateral, la luz de la caja fue de relleno. Para la primera prueba utilicé la película positiva a color. La intensidad de la unidad de flash principal la utilicé en  $1/4$  y la secundaria en  $1/8$  de potencia. La lectura marcada fue de  $f16_{1/2}$  y  $t60$ . La distancia del fuelle era de 100 mm por lo que a la lectura se le compensó un paso en el tiempo, obteniendo  $f16_{1/2}$  y  $t30$ . Las variaciones las hice modificando el tiempo porque la cámara Hasselblad 503CX cuenta con un sistema que permite exposiciones con flash a cualquier unidad de tiempo.

Hice las siguientes variaciones:

f	t
$16_{1/2}$	30 (Véase imagen 50)
$16_{1/2}$	15 (Véase imagen 51)
16	30 (Véase imagen 52)
16	15 (Véase imagen 53)
$11_{1/2}$	30 (Véase imagen 54)



Imagen 50.  $f16_{1/2}$ ,  $t30$



Imagen 51.  
f16 $\frac{1}{2}$ , t15



Imagen 52.  
f16, t30



Imagen 53.  
f16, t15



Imagen 54.  
f11 $\frac{1}{2}$ , t30

c3

Debido a que las variantes no me permitieron obtener buenos resultados en la iluminación y tuve problemas de enfoque, procedí a realizar una segunda prueba con la misma película. En ésta la intensidad de la luz principal la utilicé en  $1/2$  y la secundaria en  $1/4$ . La lectura que obtuve fue de f22 y t30. Con la misma distancia de fuelle compensé un paso. La exposición final fue de f22 y t15 y realicé las siguientes variantes:

f	t
22	15 (Véase imagen 55)
22	8 (Véase imagen 56)
22	4 (Véase imagen 57)
22	$1/2$ (Véase imagen 58)
$16\frac{1}{2}$	15 (Véase imagen 59)
$16\frac{1}{2}$	8 (Véase imagen 60)
$16\frac{1}{2}$	4 (Véase imagen 61)
$16\frac{1}{2}$	$1/2$ (Véase imagen 62)



Imagen 55.  
f22, t15



Imagen 56.  
f22, t8



Imagen 57.  
f22, t4



Imagen 58.  
f22, t1/2

c3



Imagen 59.  
f161/2, t15



Imagen 60.  
f161/2, t8



Imagen 61.  
f161/2, t4



Imagen 62.  
f161/2, t1/2

Los resultados obtenidos no cumplían con los objetivos requeridos para las imágenes de registro por la iluminación insuficiente y una coloración verdosa resultado del revelado. Entonces, procedí a realizar la tercera prueba para la que preferí utilizar película b/n t-max para enfocarme únicamente en la iluminación y por la rapidez con que podía ver los resultados. La intensidad de la luz principal la utilicé en  $1/2$  de potencia y la secundaria en  $1/4$ . Modifiqué la distancia del fuelle a 170 mm y se le compensó un paso y medio a la lectura obtenida, el resultado fue una lectura de f22 y t60. Se hicieron tomas con las siguientes variaciones de diafragma y tiempo:

f	t
22	60 (Véase imagen 63)
16 $1/2$	60 (Véase imagen 64)
16	60 (Véase imagen 65)
22	30 (Véase imagen 66)
16 $1/2$	30 (Véase imagen 67)
16	15 (Véase imagen 68)

C3

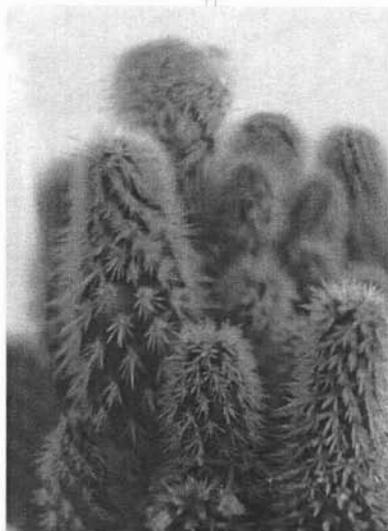


Imagen 63.  
f22, t60

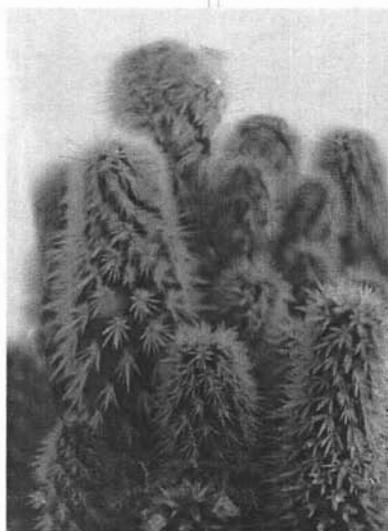


Imagen 64.  
f16<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, t60

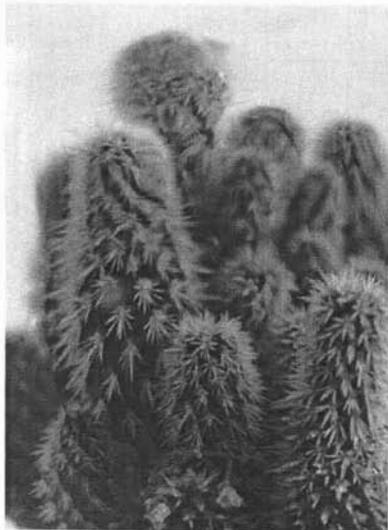


Imagen 65.  
f16, t60



Imagen 66.  
f22, t30

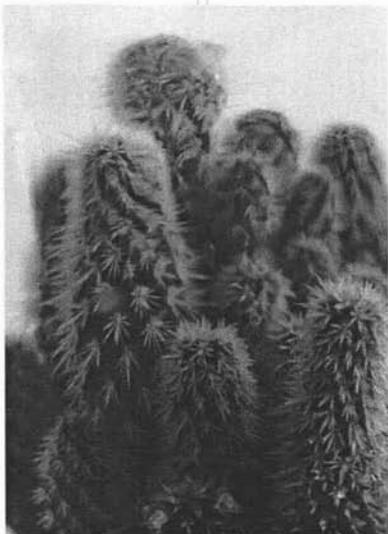


Imagen 67. f161/2, t30



Imagen 68. f16, t15

Los resultados obtenidos cumplieron los objetivos de las imágenes, así se obtuvo una buena iluminación y enfoque por lo que decidí realizar una última prueba con la película positiva a color. En esta hice dos variaciones en la intensidad de la luz principal, usándola para las primeras cuatro tomas en  $1/2$  de potencia y para las siguientes cuatro en  $3/4$ , la luz secundaria siempre en  $1/4$ . También hice modificaciones a la posición de la luz secundaria colocándola en las primeras tomas como luz lateral superior y en las segundas como cenital. La lectura de luz obtenida fue de  $f32_{1/2}$  y  $t60$  a la cual se le compensó un paso y medio por la distancia del fuelle (170 mm). Inicé con  $f22$  y  $t60$  e hice las siguientes variantes:

f	t
22	60 (Véase imagen 69)
22	125 (Véase imagen 70)
$16_{1/2}$	60 (Véase imagen 71)
22	30 (Véase imagen 72)



Imagen 69.  
f22, t60



Imagen 70.  
f22, t125



Imagen 71.  
f16 1/2, t60



Imagen 72. f22, t30

Con esta última prueba obtuve buenos resultados de iluminación con f22 y t30 por lo cual decidí tomar las fotos finales para el políptico divulgativo.

Para las tomas finales utilicé los frascos que fueron hechos especialmente para este fin. Para la preparación de los frascos conté con la colaboración de la estudiante de biología Iris Suárez Quijada.

Se abrieron frascos con cultivos de *Dionaea muscipula* en diferentes etapas para tomar una parte de la planta y cultivarla en un medio nuevo. Esto me permitió tener frascos libres de anotaciones y plástico con el fin de obtener mejor información de cada etapa de cultivo *in vitro* y a su vez obtener mejores resultados a nivel visual. Registré 12 frascos con cultivos, con lo que abarqué las etapas de crecimiento dentro de la técnica de cultivo *in vitro*. Además, registré tres plantas insectívoras en su fase de aclimatación, con lo cual cubrí el registro de las cuatro fases principales de la técnica de cultivo *in vitro* descritas en el capítulo anterior.

Para estas tomas finales utilicé película positiva en color Kodak profesional E100 VS. Aumenté la potencia de la luz principal a full y la secundaria a 1/2. La distancia del fuelle la aumenté a 200 mm. La lectura que me dio fue f64 y t60. Se compensaron tres pasos en diafragma, dos por la distancia del fuelle y uno por gusto personal, el resultado f22 y t60.

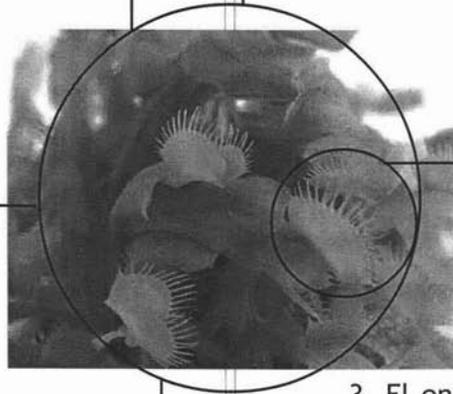
La selección de las imágenes para el folleto divulgativo de la técnica de cultivo *in vitro* de *Dionaea Muscipula* se realizó en conjunto con el doctor Víctor M. Chávez Ávila. Los parámetros que se tomaron en cuenta para la selección de las fotografías fueron resultado de las necesidades que se tenían en el Laboratorio, así como los factores de composición de la imagen como la forma, el equilibrio y la luz. (Véase imágenes 73 y 74). Estos parámetros fueron los siguientes:

1. La profundidad de campo debe ser la máxima posible para poder observar el conjunto de trampas de las insectívoras.
2. La iluminación en la imagen debe permitir observar perfectamente la planta insectívora.
3. El enfoque debe estar situado en la parte más importante de la planta en cada fase del cultivo.
4. El encuadre debe abarcar la parte más importante de la planta insectívora de acuerdo a cada fase de cultivo.
5. Se debe abarcar las cuatro fases importantes dentro del cultivo *in vitro*.

1. El aspecto más importante a considerar en la fotomacro es la profundidad de campo para obtener mas información nítida del objeto de estudio. En este caso se usó diafragma 22 para tal fin.

2. La iluminación en la planta fue difuminada para evitar las sombras duras que alteraran la información anatómica.

5. Cuatro fases: establecimiento, multiplicación, enraizamiento y aclimatación.



3. El enfoque a la parte más importante de la planta.

4. El encuadre muestra la fase del cultivo armonizando su posición en relación al entorno.

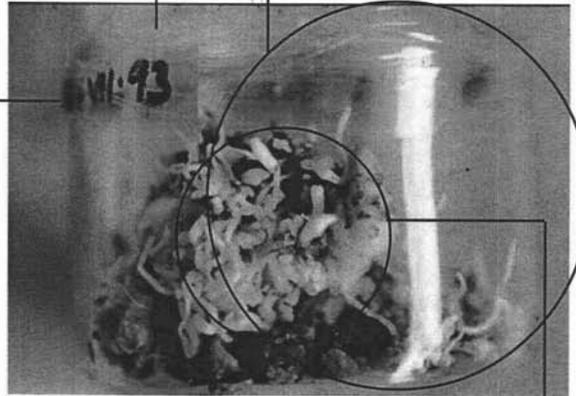
Imagen 73. Cultivo in vitro de *Dioneae muscipula* para políptico divulgativo.

C3

1. En esta imagen la profundidad de campo no se consideró para obtener información nítida del objeto de estudio.

2. La iluminación en la planta no fue difuminada para evitar las sombras y los reflejos del frasco alteraron la calidad de la imagen.

5. La información del cultivo no fue retirada de la superficie del frasco y demerita la calidad visual.



3. Carece de enfoque.

4. El encuadre provoca ruido , distrae la atención al objeto de estudio y no armoniza su posición en relación al entorno.

Imagen 74. Cultivo in vitro.

Archivo Laboratorio de CTV.

Las imágenes seleccionadas (anexo) para el folleto divulgativo se escanearon a tamaño original a 1200 de resolución en un equipo Epson Perfection 3170 Photo del Laboratorio de Fotografía Científica del IBUNAM.

“El diseño gráfico es la disciplina proyectual orientada hacia la resolución de problemas de comunicación visual que el hombre se plantea en su continuo proceso de adaptación al medio y según sus necesidades físicas y espirituales”<sup>49</sup>.

Como se vio a lo largo de este trabajo, la búsqueda de soluciones a los problemas de comunicación visual que se generan en la práctica de la divulgación de los conocimientos científicos, corresponde no sólo a aquellas personas dedicadas a la ciencia, es también responsabilidad de quienes están inmersos en el área de la comunicación visual. La solución a los problemas en la divulgación de la ciencia debe ser resultado de la armonía entre las dos áreas planteadas en los capítulos anteriores: el diseño y la ciencia. El trabajo de un diseñador debe hacerse notar en los medios de divulgación científica para obtener mejores resultados visuales y didácticos.

Los medios utilizados en la divulgación de la ciencia son numerosos, pero los más recurridos son los impresos. Estos medios son clasificados como género editorial, por Luz del Carmen Vilchis, debido a sus características físicas y sus condiciones de configuración, producción y reproducción. Este género comprende el libro, periódico, cuadernillo, informe anual, revista, folleto y catálogo.

<sup>49</sup> Vilchis, Luz del Carmen. Diseño universo de conocimiento. Investigación de proyectos en la comunicación gráfica. 1999. p. 35

Para la divulgación de la técnica de cultivo *in vitro* se le propuso al doctor Víctor M. Chávez Ávila un políptico como el medio de comunicación idóneo. Las necesidades del Laboratorio de CTV requerían un medio de fácil acceso tanto para su manipulación como en el aspecto económico para el público que visita diariamente el Jardín Botánico Exterior. En este políptico se explica de forma escrita y visual el desarrollo e importancia de este tipo de cultivos para la flora en extinción de nuestro país.

Las medidas del soporte son 15 cm X 60 cm. Consta de seis caras de 10cm X 15cm cada una (Véase imagen 75 y 76).

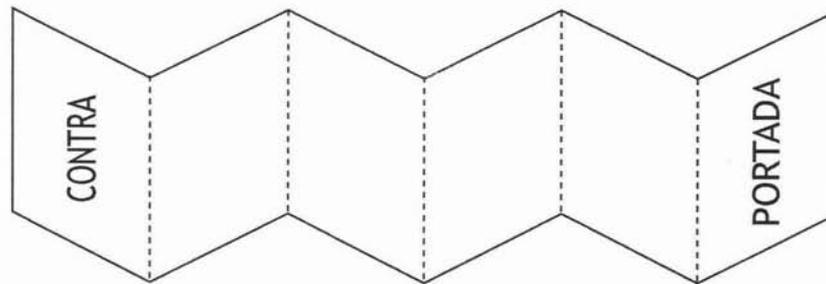


Imagen 75  
Esquema políptico



c3

Imagen 76.  
Políptico

### 3.5. Recomendaciones

Con todas las observaciones realizadas durante dos años pude formular recomendaciones para los posteriores registros fotográficos que se realicen en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales. Pretendo que con éstas los estudiantes puedan obtener mejores resultados visuales para sus investigaciones con la técnica de *cultivo in vitro*.

Las recomendaciones son las siguientes:

- Poner especial atención en la limpieza del frasco antes y después del establecimiento del cultivo, esto evitará exponer el cultivo a sustancias como el alcohol para evitar evaporaciones que afecten la visibilidad en la toma.
- En caso de tener frascos con cualquier marca o registro en la superficie, retirarlos con alcohol, por lo menos un día antes de la toma para evitar la evaporación y el empañamiento.
- Mantener los frascos dentro de la cámara de cultivo hasta el momento de la toma, para evitar cambios de temperatura prolongados que se materializan en empañamiento y evaporación. O en su defecto ambientarlos 24 horas antes de las tomas para no exponerlos al fuego y correr el riesgo de contaminación.

- Y, por último, retirar lo más posible el plástico protector sin llegar a afectar el cultivo.

Dentro de las recomendaciones de manejo de cultivos se planteó el uso de frascos especiales para las futuras tomas de imágenes de carácter divulgativo, es decir, para la toma de aquellas imágenes que tengan el objetivo de ilustrar información sobre la técnica de cultivo *in vitro* es necesario seleccionar y abrir cultivos en diferentes etapas para después ser subcultivados individualmente. Estos frascos tendrán esa única finalidad, de modo que si sufren alguna contaminación no afectarán el proceso de la investigación.

También se planeó, con participación de la bióloga Carmen Loyola Blanco, una capacitación para el manejo del ciclorama de luz diseñado para realizar las tomas fotográficas. Y sobre aspectos básicos de fotografía.

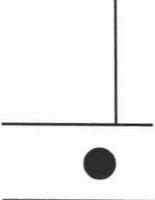


## Conclusiones



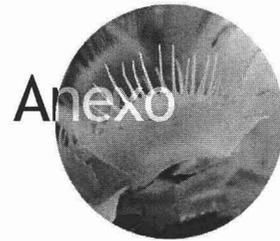
Las dificultades en la comunicación de la ciencia en México son innegables, pero las instituciones como la Universidad Nacional Autónoma de México a través de sus institutos colaboran incansablemente para cambiar esta situación. Es importante que las instituciones escolares dedicadas a la comunicación visual sean partícipes de este esfuerzo. Deben crearse mayores vínculos entre las escuelas de diseño, artes y comunicación con los institutos de ciencias de nuestro país para mejorar la situación de la divulgación científica. Este trabajo es sólo una parte del amplio campo que abarca la divulgación científica. Deben crearse equipos de investigadores y profesionales de la imagen para desarrollar de manera más amplia proyectos como el descrito en este trabajo.

Se debe comenzar por acercar, en el ámbito educativo, a los estudiantes y profesionales del diseño, de las artes y de la comunicación al área científica, así como también a los estudiantes de ciencias para ampliar su conocimiento de lo visual y borrar por completo la polaridad errónea en que se encuentran sumergidas las artes y la ciencia.



En la Escuela Nacional de Artes Plásticas de la UNAM hace falta establecer más vínculos con el subsistema de la investigación científica de la misma universidad donde los estudiantes puedan poner en práctica sus conocimientos y colaborar en la parte visual de los proyectos científicos que se realizan. Además es necesario fomentar la colaboración y valoración del trabajo de los profesionales de la imagen en los institutos de investigación.

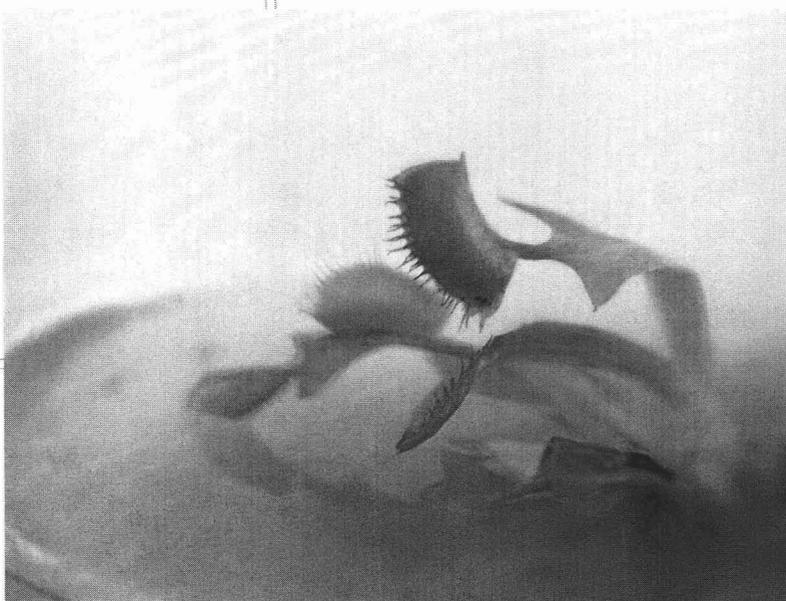
En mi estancia de dos años en el Instituto de Biología de la UNAM (IBUNAM) pude conocer muchos proyectos de investigación escasos de material visual que apoyen sus procesos. Con este trabajo he conocido y apreciado los conocimientos científicos a nivel visual y me ha permitido ser parte de la revaloración de la imagen en los procesos de investigación en el área científica.



*Dionaea muscipula*  
*in vitro*

f22, t60





Anexo

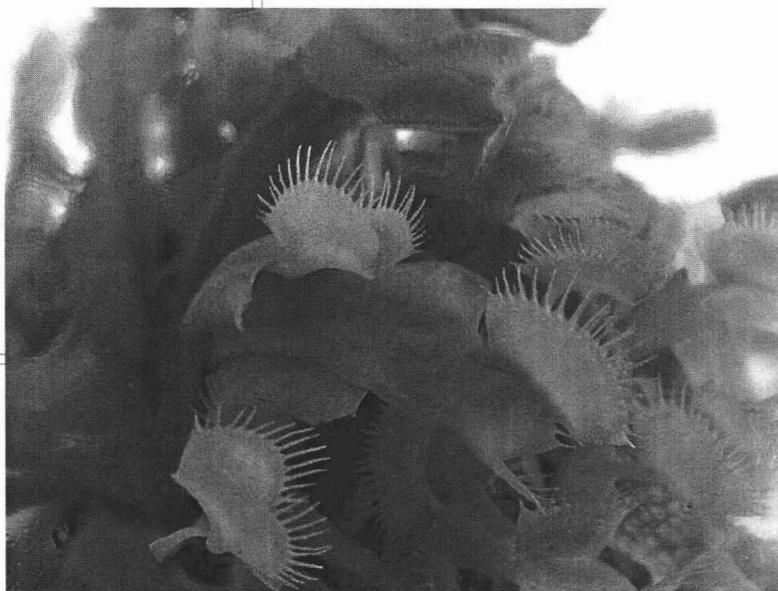






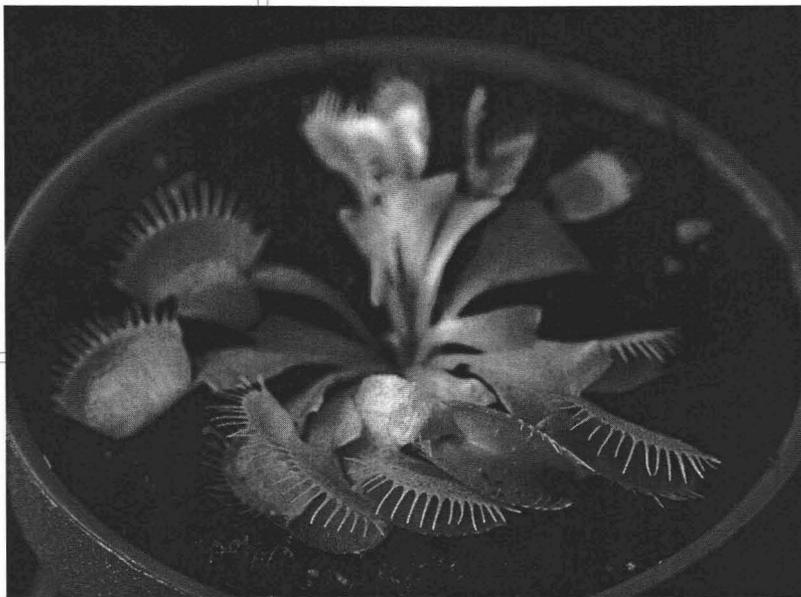


Anexo

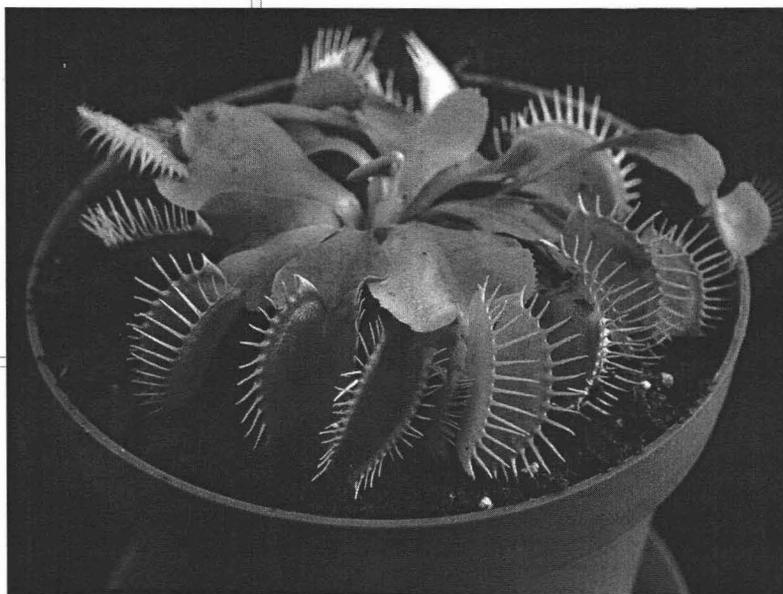


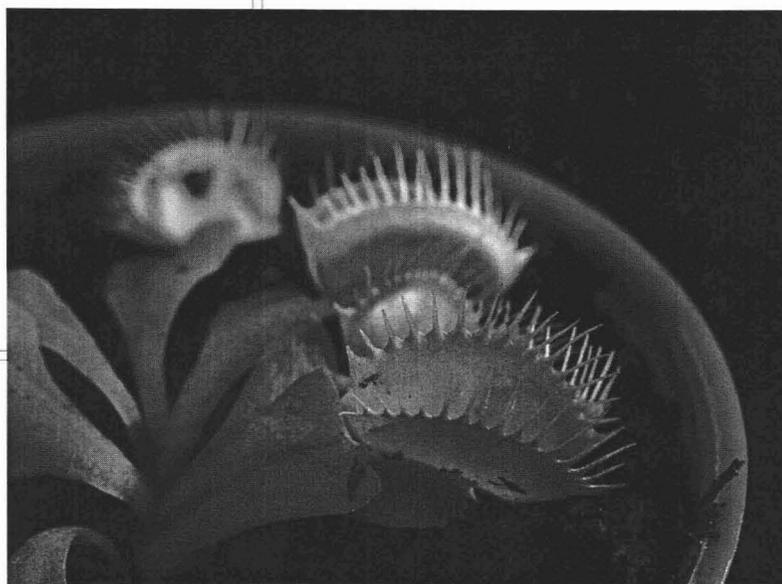












# Bibliografía



1. Acha, Juan. Introducción a la teoría de los diseños. Editorial Trillas, México, 1990.
2. Amount, Jaques. La imagen. Editorial Paidós Comunicación, Barcelona. 1992, 336p.
3. Arnheim, Rudolf. Hacia una psicología del arte, Arte y Entropía. Alianza Editorial, Barcelona, 1980. 340p.
4. Arnheim, Rudolf. Arte y percepción visual. Psicología del ojo creador. Alianza Editorial, Madrid, 1981. 153p.
5. Chaves Villa, Humberto. Espacio del arte. Universidad de Antioquia, Medellín. 1955, 120p.
6. Chávez, Víctor M. Morfogénesis experimental *in vitro* de plantas tropicales y subtropicales (amenazadas y alimenticias) Inédito.
7. Dorfles, Gillo. Naturaleza y Artificio. Editorial Lumen, Barcelona. 1972, 280p
8. Fontcuberta, Joan. Ciencia y fricción. Fotografía, naturaleza, artificio. Editorial Meztizo, Murcia. 1998, 292p.

9. Fontcuberta, Joan. El beso de Judas. Fotografía y verdad. Editorial Gustavo Gili, Barcelona. 2002, 191p.
10. Fontcuberta, Joan. Fotodiseño. Enciclopedia del diseño. Barcelona. 1988, 260p.
11. Gomes Cassidy, Harold. Las Ciencias y las Artes. Taurus Ediciones, Madrid. 1964, 200p.
12. Hildebrand, A. El problema de la forma en la obra de arte. Editorial La balsa de la medusa 10, España. 1988, 109p.
13. Jardín Botánico (folleto). Instituto de Biología, UNAM. México. 2005.
14. León, Bienvenido. El documental de divulgación científica. Paidós Comunicación, Buenos Aires. 1999, 220p.
15. 14.Ortega, Marta; *et. al.* Relación histórica de los antecedentes y origen del Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM. México. 1996, 77p.
16. Pérez Cortés, Francisco. Lo material y lo inmaterial en el arte-diseño contemporáneo. Materiales, objetos y lenguajes virtuales. UAM, México. 2003, 150p.
17. Arte y Ciencia. XXIV Coloquio Internacional de Historia del Arte. Instituto de Investigaciones Estéticas. UNAM, 2002
18. Sánchez Mora, Ana María. La divulgación de la ciencia como literatura. Col. Divulgación para divulgadores, DGDC, UNAM. México. 2000, 178p.
19. Stelzer, Otto. Arte y fotografía. Contactos, influencias y efectos. Gustavo Gili, Barcelona. 1981, 264p.
20. Trabulse, Elias. José Ma. Velasco. Un pasaje de la ciencia en México. Instituto de Cultura Mexiquense, México. 1999, 332p.
21. V Coloquio Latinoamericano de Fotografía. CNCA, Centro de la Imagen, México. 1996, 354p.

22. Vilchis, Luz del Carmen. Diseño universo de conocimiento. Investigación de proyectos de la comunicación gráfica. UNAM. México. 1999, 163p.
23. Whitford, Frank. La Bauhaus. Ed. Destino, Barcelona. 1991, 320p.
24. Worringer, Wilhelm. Abstracción y naturaleza. Fondo de Cultura Económica, México. 1953, 137p.

B



## Glosario



**Antera.** Parte de un estambre (órgano sexual masculino) de las flores que contiene los sacos polínicos donde se producen los granos de polen.

**Autótrofo.** Organismo capaz de generar su propio alimento partir de sustancias inorgánicas.

**Explante.** Es una porción o fragmento de la planta que es cortado y se utiliza para iniciar un cultivo de tejidos.

**Meristemo.** Región de la planta formada por células con capacidad de división que se encuentran activas durante toda la vida de la planta. Las células que lo conforman están indiferenciadas por lo que continua o periódicamente crecen y se multiplican para dar lugar a la formación de tejidos adultos. Por tanto, a partir del mismo surgirán los tejidos que conformarán el cuerpo de la planta.

**Microespora.** Célula haploide (n) o grano de polen inmaduro que se desarrollará para constituir el gametofito masculino de las plantas.

**Nodo.** Es la parte del tallo en donde se insertan las hojas.

**Tejido somático.** Se refiere a aquellos tejidos cuyo origen es asexual (clonación), es decir, surgen a partir de células somáticas y no de células sexuales.

**Totipotencialidad.** Capacidad con que cuenta una célula para desarrollarse hasta formar un organismo completo, si las condiciones ambientales le son favorables y si se le aplican los estímulos adecuados.

**Tubérculo.** Tallo o raíz subterráneos de forma alargada que presentan cierta flexibilidad, cuya función es el almacenamiento de nutrientes o bien la reproducción vegetativa.