

139
rej.



Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias



Clave para familias (Magnoliophyta)
presentes en México

Miguel Murguía Romero

México, D.F., 1987.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



INDICE

1) Introducción.....	1
2) Objetivos.....	4
3) Claves dicotómicas y policlaves.....	5
4) Ventajas y desventajas de claves dicotómicas y policlaves.....	7
5) Sistema taxonómico utilizado.....	9
6) Banco de datos.....	10
1.- Estructura.....	10
2.- Llenado.....	11
3.- Policlave de tarjetas como ayuda.....	12
4.- Verificación.....	13
7) Implantación en la computadora.....	15
1.- Algoritmo.....	15
2.- Lenguaje de programación.....	15
3.- Computadora.....	16
4.- El programa.....	16
5.- Estructura del programa ante el usuario.....	17
8) Conclusiones.....	20
1.- Limitaciones.....	20
2.- Funcionalidad.....	20
3.- Perspectivas.....	21
9) Bibliografía.....	22
10) Anexos.	
1.- Lista de familias (orden sistemático).....	26
2.- Lista de familias (orden alfabético).....	29
3.- Lista de enunciados.....	33
4.- Porción de programa FAMEX.....	36
5.- Policlave en tarjetas (109 tarjetas).	

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



1) INTRODUCCION.

La Botánica, como toda ciencia, requiere de metodologías y técnicas para lograr su completa expresión.

Para poder adquirir conocimientos, ordenarlos y sistematizarlos, el botánico hace uso de procesos de abstracción que le facilitan estas tareas. Así, las claves son parte de la metodología utilizada que ayudan en los procesos de identificación de los ejemplares biológicos y también a la comunicación entre investigadores a través del tiempo y el espacio.

Determinar no es el objetivo, sino su consecuencia; podría decirse que el proceso de determinación forma parte de la metodología científica.

Radford et al. (1974) definen a la identificación (o determinación) como "el acto de reconocer o establecer el taxón al cual pertenece un ejemplar", y la consideran como una actividad básica y uno de los principales objetivos de la sistemática.

El proceso de determinación involucra comparación y requiere de una definición de los criterios de similitud, los que se dan mediante un sistema de clasificación.

Los sistemas de clasificación han evolucionado. Los primeros sistemas basados en "Plantas útiles" y "Plantas perjudiciales" se fueron modificando de acuerdo al conocimiento que el hombre tenía de los vegetales. Así, podemos observar el sistema de clasificación vegetal en el mundo náhuatl descrito por Francisco del Paso y Troncoso (in López, 1984) como iconográfico, en donde los grupos de orden superior eran representados por un símbolo, por ejemplo, un fruto en forma de vaina para las leguminosas, una raíz tuberosa para ciertas convolvuláceas, etc.. En cuanto a la nomenclatura, el nombre de la especie era formado agregando al determinativo del grupo, otro que era característico de la especie. A través de su trabajo, describe las reglas de nomenclatura y el sistema de clasificación en general, recalcando que debiera llamarse nomenclatura pictográfica.

El adjetivo "pictográfico" que Francisco del Paso y Troncoso asocia a la nomenclatura náhuatl nos dice mucho del

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



2

sistema de determinación del que se hacía uso. Los dibujos que el "Tlacuilo" elaboraba, caracterizaban en muchos de los casos tan bien a la planta que hasta en nuestros días es posible saber a que especie se refería.

Mientras los sistemas de clasificación van adquiriendo formas más complejas, los métodos de determinación van modificándose, pues para poder poner en práctica un sistema, se hace necesario la identificación de los organismos con éste.

Teofrasto, alumno de Aristóteles, construyó una clasificación detallada de plantas y un listado de muchas características binarias. Por mucho tiempo, la determinación se hacía por medio de comparación con dibujos. En el siglo XVII aparecen trabajos, como el de Morrison en 1672 (in Pankhurst, 1978a), en los que se muestran clasificaciones en forma de árboles, pero no se dice de ellos que se puedan utilizar como claves dicotómicas.

Greu, en 1682 (in Pankhurst, 1978a), apunta ya algunos criterios para seleccionar las características diagnósticas. Más tarde, en 1736, Linneo (in Pankhurst, 1978a) describe una "clavis".

Lamarck, en 1778 (in Pankhurst, 1978a), señala que la manera de proceder ante un análisis (determinación) no puede ser arbitrario y el camino para encontrar el nombre de la planta se debe construir teniendo en cuenta:

- Llegar al resultado por la ruta más segura.
- Esta ruta debe ser lo más corta posible,

criterios que en la actualidad siguen vigentes.

Después, los métodos de identificación evolucionaron poco, y es hasta mediados de este siglo cuando se aportan nuevas ideas. Las claves sinópticas o tabulares las da a conocer Odgen en 1943 (in Leenhouts, 1966). El método de tarjetas perforadas se comenzó a utilizar durante la tercera década de este siglo (Bianchi, 1936 in Leenhouts, 1966; Clarke, 1937, in Pankhurst, 1978a). Es hasta 1967 cuando se propone a la computadora como auxiliar en el proceso de identificación (Williams, 1967, in Wilson y Partridge, 1986) e inmediatamente aparecen programas en computadora para la determinación (Bouhey et al., 1968, Goodal, 1968, in Wilson y Partridge, 1986). Posteriormente se crearon programas para la generación de claves dicotómicas (Pankhurst, 1970, in Wilson y Partridge, 1986; Raynal, 1974).

En la actualidad las claves son una herramienta muy común y

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



3

no solo para la identificación, sino para representar árboles evolutivos, pero aquí se hablará de claves en términos de identificación.

La herramienta quizá más reciente, difundida y empleada en los últimos años es la computadora. No por moda, sino por eficiencia, no por presunción, sino por necesidad, es que el uso de la computadora se ha incorporado recientemente a muchas de las actividades del hombre, una de ellas: la Ciencia.

La primera computadora construida en 1947 ha ido evolucionando mediante la tecnología humana y ahora, 40 años después, la gente que puede tener acceso a una computadora ha crecido enormemente. En México, la computadora ha comenzado a formar parte de las herramientas fundamentales para cualquier profesionista, pero desgraciadamente, aún no se ha alcanzado una familiaridad con ella, de tal manera que se pueda aprovechar al máximo, al menos dentro de la comunidad de biólogos. La Botánica mexicana no es una excepción, y aunque la computadora se ha utilizado en procesos de almacenamiento de información (Gómez-Pompa et al., 1975) existen pocas publicaciones enfocadas a la identificación (Moreno y Gómez-Pompa, 1984; Gama y Gómez-Pompa, 1987).

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



2) OBJETIVOS.

Parte de los objetivos de este trabajo es brindar a la comunidad botánica mexicana, y por extensión a la biológica, un ejemplo de cómo utilizar la computadora como una útil herramienta, según se ha dicho anteriormente, no por simple moda, sino por la ayuda que puede aportar.

La aplicación de la computadora en cálculos numéricos, ordenamiento, bancos de datos y listados (Pankhurst, 1972), entre otros usos que se puedan hacer hacia la Biología, son fáciles de analogar con las aplicaciones del mismo tipo en otras ciencias o disciplinas como en Contaduría o Administración. Otra aplicación más reciente hacia la Biología es la generación automática de descripciones, (Pankhurst, 1978b) tema no tratado en este trabajo, aunque sí relacionado con el problema de construir claves en computadora.

Es por lo anterior que el tema desarrollado en el presente trabajo trata de un proceso particular de la Biología: la determinación, que ha sido objeto de recientes pero escasas realizaciones en microcomputadora (Fichefet et al., 1984; Tsytkin, 1982b; Wilson y Partridge, 1986; Barnett y Pankhurst, 1974, in Pankhurst, 1978a).

El tema tratado es una policlave para familias de Magnoliophyta (Cronquist, 1981) presentes en el territorio mexicano. Lo anterior motivado por el escaso número de publicaciones de que dispone directamente el botánico mexicano, en cuanto a claves a nivel familia de plantas con flores que incluyan todas las familias que se encuentran en México.

Así, el principal objetivo de este trabajo es brindar a la comunidad de biólogos una opción en la determinación a nivel familia de plantas con flores (Magnoliophyta) colectadas en territorio mexicano, canalizando esta ayuda por medio de policlaves.



3) CLAVES DICOTOMICAS Y POLICLAVES.

A continuación se describe brevemente la estructura de las claves dicotómicas y las policlaves, para poder hacer enseguida una comparación entre ambas metodologías.

La estructura de la información en una clave dicotómica se puede ver como un árbol, en cuya raíz se encuentra la entrada a la clave, denominada comunmente con "1" o "AA" y que contiene a dos nodos como hijos; estos nodos a su vez, tienen dos nodos hijos cada uno y así sucesivamente hasta llegar a un nodo llamado "hoja" que no tiene hijos. En la clave dicotómica estas hojas están representadas por un taxón, una especie por ejemplo, o una familia como en el ejemplo desarrollado en este trabajo.

La idea de policlave en este estudio se restringe a las claves que cumplan con una característica, a saber: el tener varias entradas, es decir, las preguntas a contestar (que en las claves dicotómicas se sitúan en nodos) no tienen un orden preestablecido, sino que el usuario puede contestar las preguntas de las que esté seguro de sus respuestas y olvidarse de las dudosas sin que ésto influya en el grado de certeza de la determinación (entendiendo por certeza la probabilidad de que no exista error en la diagnosis final).

Un ejemplo de policlave lo son las tarjetas perforadas, modelo que se utiliza en el presente trabajo como ayuda para la construcción de la policlave computarizada que no se deben confundir con las utilizadas antiguamente para comunicarse con la computadora, aunque bien se puede hacer uso de ellas como material, para la construcción de la policlave en tarjetas.

El método de tarjetas cumple principalmente con las siguientes características:

- a) Consta de un número n de tarjetas de cartón, cartulina u otro material ($n=109$ tarjetas en este caso).
- b) Cada tarjeta lleva un título o enunciado que hace referencia a alguna característica que puede cumplir o no el ejemplar, por ejemplo: "Plantas con hojas opuestas".
- c) Cada tarjeta se divide en m áreas ($m = \text{No. de taxa}$; 243 familias en este caso).

**CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA)
PRESENTES EN MEXICO**



d) Cada área se pone en correspondencia única con los taxa: el área 1 con la familia 1, el área 2 con la familia 2, y así sucesivamente.

e) El área correspondiente a cada familia estará perforada en la tarjeta i ($i = 1, 2, 3, \dots, n$) si para dicha familia es verdadero el título o enunciado de la tarjeta i . Por ejemplo, si para la familia 2 es verdadero el enunciado de la tarjeta 5, entonces el área 2 en la tarjeta 5 deberá estar perforada.

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



7

4) VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CLAVES DICOTOMICAS Y POLICLAVES.

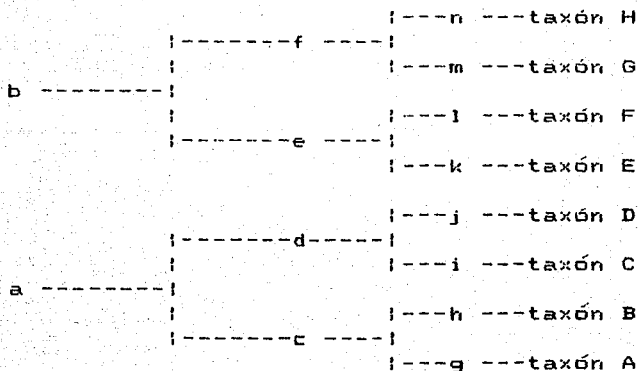
Las discrepancias entre los métodos explicados anteriormente, son consecuencia de algunas diferencias en la calidad o confiabilidad de los resultados obtenidos al utilizarlos, así como el tipo de errores cometidos:

- 1) Errores cometidos por la persona que determina.
- 2) Errores que contiene la clave en su información o estructura.

Los errores de tipo 1 dependen del grado de familiaridad de la persona con el grupo que determina y estado del ejemplar (por ejemplo, el número de tipos de estructuras u órganos que contiene el ejemplar).

Los errores de tipo 2 dependen de la veracidad de la información, características consideradas y número de taxa contemplados en la clave y en general, de cómo esté estructurada esta información.

En las claves dicotómicas, si hay un error en el proceso de elección de camino en un nodo determinado, cabe la oportunidad de que la persona que determina se dé cuenta de este error en un nodo posterior, pues en el nodo en donde se den, por ejemplo, la alternativa "a" y la "b" y el ejemplar no cumpla con ninguna, se intuirá que en nodos anteriores no se eligió el camino correcto; gráficamente:



CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



Supóngase que el ejemplar pertenece al taxón B, e imagínese a una persona que intenta determinarlo auxiliado de la clave esquemática anterior:

- 1.- se decide por "a".
- 2.- se decide por "d".
- 3.- se tiene que elegir entre "i" y "j".
- 4.- el ejemplar no cumple ni con "i" ni con "j".
Se infiere que hubo una equivocación y se comienza de nuevo el proceso.
- 5.- se decide por "a".
- 6.- se encuentra el error, se decide por "c".
- 7.- se decide por "h".
- 8.- determinación: el ejemplar pertenece al taxón "B".

El tipo de incongruencias encontrado en 4.- no existe en las policlaves, pues la elección de tarjetas no está influenciada por las tarjetas que se hayan elegido con anterioridad. Este es un punto que pone en desventaja a las policlaves frente a las claves dicotómicas. Una analogía de este tipo de incongruencias en las policlaves puede ser cuando se tenga algún número de tarjetas elegidas para el ejemplar en determinación y ya no exista ningún taxón en la intersección; se inferirá, entonces, que una o más tarjetas se eligieron mal y se procedería a ver cual de ellas hay que desechar.

Esta incongruencia podría también ser originada no por un error de la persona que determina, sino por no estar considerado en la clave el taxón al que pertenece el ejemplar en determinación.



5) SISTEMA TAXONOMICO UTILIZADO.

Como se anotó en la introducción, a medida que los sistemas de clasificación van evolucionando, los métodos de identificación tienen que ir a la par. Ambos están estrechamente relacionados; sin un sistema taxonómico establecido la identificación no tiene significado, y sin un buen método de identificación para un determinado sistema, difícilmente dicho sistema cumplirá sus funciones.

Queda claro con lo anterior, que para construir una clave para familias de Magnoliophyta, se tiene que definir un sistema taxonómico bajo el cual va a operar.

El sistema utilizado en este caso es el de Cronquist (1981). Reune varias características que hacen de él un sistema que facilita la construcción de claves a nivel familia:

- Buena definición de límites entre grupos (familias).
- En la mayoría de los grupos se describen las mismas características, es decir, presenta uniformidad.
- El número de características para separar cualesquiera dos grupos excede a una.
- Almacena la experiencia de sistemas anteriores.
- Contiene las descripciones de todas las familias que considera.
- Reune evidencias de varios campos para conformar a cada taxón (Genética, Fitoquímica, etc.).



6) BANCO DE DATOS.

1. ESTRUCTURA.

Para la construcción del banco de datos se requiere:

- a) información.
- b) estructuración de esta información.

Las cualidades de ambas están en estrecha relación y dependencia con el uso que se les quiera dar. Para el ejemplo presente, la información consta de: 1) las familias y 2) sus características.

Las familias de plantas consideradas son las presentes en México, es decir, aquellas que cuentan al menos con una especie en el territorio mexicano. También se consideran familias introducidas pero que se encuentran comúnmente en territorio mexicano. La lista de familias se obtuvo mediante la revisión del Herbario Nacional (MEXU) y la colaboración de otros investigadores. Así, la primera parte de la información queda delimitada y obtenida. En el anexo 1 y 2 se presenta la lista de familias que la clave considera (orden sistemático y alfabético respectivamente).

Para terminar con el aspecto de la información, queda saber cuales características se considerarán para la construcción del banco de datos. Algunos de los criterios para seleccionarlas fueron:

- a) El número de características no deberá ser elevado.
- b) La característica debe estar descrita en la bibliografía para la mayoría de las familias.
- c) En la mayoría de los casos deberán ser fácilmente observables, es decir:
 - 1) dada una estructura poder determinar como es o
 - 2) que en la mayoría de los ejemplares se presente dicha estructura.

Claro está que entre más información se tenga acerca de un sistema, más inferencias se pueden hacer de él, pero hay un



límite a partir del cual mucha información entorpece la labor de inferencia ya sea en tiempo o cualidades; este límite está determinado en gran parte por la estructura de la información. Si se piensa en una clave computarizada, dicho límite es mayor que el de una policlave de tarjetas, además el proceso de prueba para la información se dificulta y para asegurar que la información manejada sea suficientemente confiable se requiere de mucho tiempo (ver punto 4 de este capítulo).

Las características se expresan en "enunciados", los que, aplicados a cualquier ejemplar, deberán ser [falsos o verdaderos] y nunca [falsos y verdaderos] no así para el nivel familia, pues podrán contener ejemplares tan variados que algún enunciado podrá ser verdadero y falso a la vez. Para la construcción de los enunciados se hizo una revisión de los citados en diversas claves, principalmente en policlaves (Hansen y Rahn, 1969; Little, 1968; Simpson y Janos, 1972). La lista de enunciados considerados se da en el anexo 3.

El aspecto de la información quedará solucionado si para cada familia se contesta o se decide si cada uno de los enunciados es verdadero o falso.

En estos términos se puede observar que la información quedará estructurada en una matriz lógica de datos de 243 renglones (número de familias) por 109 columnas (enunciados), así, se tendrán $243 \times 109 = 26\ 487$ datos lógicos (los datos lógicos solo pueden tener uno de dos valores: falso o verdadero).

2. LLENADO.

El llenado de la matriz de datos se hizo por renglones, es decir, se contestaron para cada familia los 109 enunciados.

Para facilitar el proceso, se construyó una forma que se llenó para cada familia ayudándose de las descripciones proporcionadas por Cronquist (1981) y Lawrence (1951), así como de algunos trabajos florísticos como los del Valle de México (Rzedowski y Rzedowski, 1979, 1985) y los fascículos de flora de Veracruz (Gómez-Pompa, 1986). Para algunas familias el llenado de la forma se realizó con la colaboración de investigadores del Herbario Nacional y otras instituciones, inclusive extranjeras.

Algunos de los criterios para llenar las formas fueron:



- a) Si al menos para una especie de la familia X el enunciado n es verdadero, entonces el enunciado n es verdadero para la familia X.
- b) Si el enunciado n no se puede contestar para la familia X con la información que dá su descripción, entonces se considera falso por el momento (en el proceso de verificación se eliminan los errores que esto pudiera generar).

La policlave construída no considera distancias ni índices de probabilidad o algún tipo de dato de esta índole, que tienen por objeto lograr una determinación probabilística, ya que su obtención llevaría demasiado tiempo, prefiriéndose limitarse a datos de tipo lógicos, en donde la probabilidad es uno o cero sin que se puedan tomar valores intermedios.

Aunque se considera que una policlave que utilice métodos probabilísticos facilita el proceso de determinación, muchas veces el costo de obtención de los índices de probabilidad es mayor a los beneficios obtenidos; además, parece imposible hacerlo para 243 familias y 109 características. Quizá con la colaboración de varios investigadores y una buena coordinación se obtengan excelentes resultados.

Respecto a los métodos probabilísticos de identificación, hay abundante bibliografía (Krutova, 1982; Sneath, 1980; Tzypkin, 1982a), ya que su uso se extiende a varias ciencias.

3. POLICLAVE DE TARJETAS COMO AYUDA.

Una vez llenadas las formas se construyó una policlave en tarjetas (anexo 5) con ocho reproducciones; el objetivo fué encontrar errores utilizandolas al máximo.

Después de la construcción de la policlave en tarjetas (a partir de las formas), se introdujo la información a la computadora. El archivo en la computadora consta de registros que representan a las tarjetas; cada registro contiene 243 datos lógicos con los valores "verdadero" o "falso" según corresponde a las familias analizadas. Para poder manejar el archivo, se construyó un programa en PASCAL que se llamó "INTRO.PAS" (INTROducir datos). En términos generales,



se puede decir que el programa INTRO.PAS permite modificar la matriz de datos con facilidad; el programa estuvo en continuo uso, pues el proceso de corrección de la matriz de datos es activo.

4. VERIFICACION.

El proceso de verificación de la información se dividió en 2 métodos:

- 1) Automático.
- 2) Uso de las policlaves en tarjetas y en computadora.

El método automático es un primer filtrado de los errores en la matriz de datos y consiste en indicar, para cada familia, al menos un enunciado verdadero de aquellos que sean excluyentes, por ejemplo, los enunciados:

- a) Estípulas presentes.
- b) Estípulas ausentes.

son mutuamente excluyentes, es decir, una familia contiene especies con estípulas o sin ellas. De estas dos alternativas se pueden tener las siguientes combinaciones:

- a) Una familia contiene especies con estípulas y no contiene especies sin estípulas.

enunciado a) = Verdadero
enunciado b) = Falso

- b) Una familia contiene especies sin estípulas y no contiene especies con estípulas.

enunciado a) = Falso
enunciado b) = Verdadero

- c) Una familia contiene especies con estípulas y contiene especies sin estípulas.

enunciado a) = Verdadero
enunciado b) = Verdadero

Se infiere que el enunciado:



d) Una familia no contiene especies con estípulas y no contiene especies sin estípulas.

enunciado a) = Falso

enunciado b) = Falso

es un absurdo. Así, una buena verificación se puede obtener buscando que al menos uno de los 2 enunciados:

a) Estípulas presentes.

b) Estípulas ausentes.

sea verdadero para cada familia. Si se encontrasen familias en las que ninguno de los 2 enunciados anteriores se indiquen como verdadero en la matriz de datos, entonces se detectaría un error y se corregiría asignando como verdadero alguno de los 2 enunciados o ambos, según sea el caso.

De esta manera se puede revisar que para todos los grupos de enunciados excluyentes y para cada familia se anuncie que al menos uno de ellos sea verdadero.



7) IMPLANTACION EN LA COMPUTADORA.

1. ALGORITMO.

La implantación de una policlave en la computadora se muestra aquí como una primera aproximación de su uso en la identificación biológica, explicando una metodología. Como uno de los objetivos es brindar un ejemplo a la comunidad biológica, es que el algoritmo utilizado no es muy sofisticado o no hace uso al máximo de los métodos de identificación encontrados en la bibliografía (Krutova, 1982; Sneath, 1980; Tzyppkin, 1982; Wilson y Partridge 1984), además de considerar la razón expuesta en el capítulo anterior ("BANCO DE DATOS").

El algoritmo introducido en el programa para resolver el problema de la determinación, es básicamente el mismo utilizado por el método de tarjetas (El método de tarjetas se explicó en el capítulo 3), es decir, intersecciones de conjuntos. En el modelo de tarjetas cada una de ellas representa un conjunto y sus elementos son las familias que cumplen con el enunciado de dicha tarjeta. Así, al estar determinando un ejemplar y tomar una tarjeta, por ejemplo: "Plantas epífitas", se sabe que el ejemplar pertenece a alguna familia que es elemento del conjunto representado por dicha tarjeta; después, se toma otra tarjeta, por ejemplo "estípulas presentes", con este hecho también se puede decir que el ejemplar pertenece a alguna familia que sea elemento del conjunto representado por esta tarjeta. Después, al superponer ambas tarjetas, se representa una intersección entre 2 conjuntos, es decir, se observan los elementos que pertenecen al primer conjunto y que también pertenecen al segundo conjunto, así, al tomar y superponer sucesivamente tarjetas, se representan consecutivas intersecciones de conjuntos.

Con la visión actual del proceso es como se realiza la determinación en la policlave computarizada.

2. LENGUAJE DE PROGRAMACION.

El lenguaje de programación en que se realiza la



policlave es PASCAL; las principales razones de esto son:

- a) Es el lenguaje de programación que mejor conoce el autor.
- b) Es un lenguaje en el que los listados son fácilmente entendidos por otros programadores.
- c) El uso de PASCAL se ha extendido a las microcomputadoras.

Cabe aclarar que el PASCAL utilizado no es el convencional (Wirth, 1971, in Tenenbaum y Augenstein, 1983), sino que el compilador empleado permite aplicar algunas rutinas y funciones adicionales que sin embargo no son indispensables para la realización de la policlave en la computadora.

3. COMPUTADORA.

La policlave se realizó pensando en el uso de microcomputadoras, que son las computadoras a las que más fácil acceso tienen los investigadores y comunidad científica en general. El disco contiene formato para microcomputadoras PC (sistema operativo MS-DOS); si se desea su funcionamiento en otro tipo de microcomputadora se puede hacer uso de emuladores o bien teclear de nuevo el programa e introducir los bancos de datos.

4. EL PROGRAMA.

Aunque para la realización de la policlave se crearon programas auxiliares, el sistema resultante consta de cuatro archivos, de los cuales uno es el programa en PASCAL y los otros tres son bancos de datos:

"FAMEX.PAS"

"TITULO.MMR"

"FAMILIAS.MMR"



"TARJETA.MMR"

A continuación se especifica el contenido de cada uno de estos archivos:

"FAMEX .PAS".- Es el programa en sí, hace uso de los tres archivos restantes. En el anexo 4 se puede observar el aspecto del listado.

"TITULO .MMR".- Es un archivo en donde se almacenan los 109 enunciados (anexo 3).

"FAMILIAS.MMR".- Archivo en donde se almacenan las 243 familias en orden sistemático (anexo 1).

"TARJETA .MMR".- Almacena la matriz lógica (109 enunciados x 243 familias) (anexo 4).

Al sistema global, conjunto de los cuatro archivos anteriores, se denomina aquí FAMEX, abreviatura mnemónica de Familias presentes en MEXICO.

5. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA ANTE EL USUARIO.

En el presente inciso se explica como está estructurado el programa y lo que permite hacer al usuario una vez que corre. No se comenta la estructura del listado pues se considera una cuestión ajena a los objetivos del presente trabajo; sin embargo, la persona interesada podrá solicitar el listado y basta con estar un poco familiarizado con PASCAL para entender como funciona el programa.

Las tablas de opciones (o menús) son una de las técnicas más utilizadas en programación para preguntar al usuario qué es lo que quiere hacer y a la vez mostrar lo que se puede hacer. Pueden existir tablas de opciones en varios niveles, es decir, algunas opciones de la primera tabla pueden conducir a otras tablas de opciones, las que se encuentran a niveles por debajo de la anterior, etc. Este criterio se sigue para presentar la información al usuario de FAMEX.

La primera tabla que se presenta al usuario es:

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



18

- B) BUSCAR FAMILIA.
- I) INFORMACION DE FAMILIAS.
- D) DETERMINAR.
- C) CARACTERISTICAS CONTESTADAS
- R) RETIRAR CARACTERISTICA
- N) NUEVO EJEMPLAR.
- S) SALIDA.

A continuación se explica cada una de las opciones anteriores.

B) BUSCAR FAMILIA.

El usuario introduce el nombre de alguna familia y el programa responde si dicha familia está considerada en la clave o no; si la familia está considerada dentro de la clave, el programa proporciona el número secuencial de dicha familia (apéndice 1), este número es importante, pues es utilizado en la opción I) de la tabla principal.

I) INFORMACION DE FAMILIAS.

Proporciona un listado de las afirmaciones consideradas en la clave (apéndice 3) indicando cuales son verdaderos y cuales falsos para la familia requerida. La familia de la que se pide información es indicada al programa mediante el número de secuencia referido en el inciso anterior.

D) DETERMINAR.

Introduce al sistema de determinación. El usuario responde cuales enunciados (apéndice 3) son verdaderos para el ejemplar en determinación y el programa indica a cuantas familias puede pertenecer éste. Cada vez que se introduce información al programa, respondiendo que se cumple algún enunciado, el número de familias posibles se va reduciendo. La determinación concluye cuando el número de familias

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



19

posibles es uno. El programa presenta los enunciados y el usuario escoge cuales se cumplen para el ejemplar. La presentación de estos enunciados puede ser secuencial o por grupos, lo cual queda determinado por el propio usuario. Los grupos están conformados de la siguiente manera:

- Ø) HABITO
- 1) ANEXOS
- 2) HOJAS (TIPO, DISPOSICION Y VENACION)
- 3) HOJAS (ANEXOS Y MARGEN)
- 4) INFLORESCENCIA, SEXOS Y SIMETRIA
- 5) PERIANTO
- 6) ANDROCEO
- 7) GINECEO
- 8) FRUTO
- 9) SEMILLA

Esta opción es la más importante del programa y dentro de ella existen más opciones que aquí no se explican por el enfoque que de este trabajo se quiere dar.

C) CARACTERISTICAS CONTESTADAS

El programa reporta una lista de los enunciados que se han introducido como verdaderos para el ejemplar en determinación.

R) RETIRAR CARACTERISTICA

Esta opción permite corregir errores cometidos durante la identificación: si un enunciado se contestó como verdadero que en realidad es falso aplicado al ejemplar en determinación y el usuario recapacita, la opción le permite borrar esta característica contestándola como falsa. El efecto de esta acción es que el número de familias posibles aumenta, pues se resta información al programa.

N) NUEVO EJEMPLAR.

Si se escoge esta opción, se indica al programa que la determinación comienza y por lo tanto no considera ya la información introducida en el proceso de determinación anterior.

S) SALIDA.

Termina la ejecución del programa.



8) CONCLUSIONES.

1. LIMITACIONES.

Como se ha anotado con anterioridad, el programa tiene fuertes limitaciones, pero es un primer intento de implementación de claves en la computadora. El programa es determinista, dando repuestas lógicas, del tipo: falso o verdadero; pertenece o no un ejemplar a una familia. No da valores probabilísticos (valores comprendidos entre cero y uno). Esto es un reflejo del tipo de análisis de la información introducida al programa: monotético, es decir, se analizan característica por característica y no como un conjunto de características que interactúan unas con otras, que permiten formular una respuesta en términos probabilísticos, lo que constituye un análisis politético.

2. FUNCIONALIDAD.

El programa y la policlave en tarjetas son el resultado de un mismo trabajo, esta tesis. Además contienen la misma información aunque estructurada de manera diferente. Los dos deben ser vistos como trabajos complementarios; la policlave en tarjetas provee la facilidad de ser usada en el campo o en cualquier situación en que se carece de una microcomputadora.

Este es un ejemplo de cómo la computación auxilia al proceso de identificación. El programa es de utilidad al botánico iniciado o profesional, ayudando en la determinación de ejemplares a nivel familia.

El programa y la clave en tarjetas podrían funcionar también como ayuda didáctica en cursos básicos de Botánica, pues se visualizan fácilmente las principales características de las familias presentes en México, además de ayudar a entender el proceso de determinación.

Proporciona al biólogo una herramienta útil en diversos campos de su profesión: Ecología, Anatomía, Fisiología, Edafología, por mencionar algunos.



3. PERSPECTIVAS.

Las perspectivas para este tipo de trabajos parecen ser alentadoras. En México cada día hay más gente preparada en computación, y el entendimiento entre el botánico y el programador ha mejorado al darse cuenta que la computadora es una herramienta capaz de solucionar problemas que se presentan cotidianamente en sus labores.

Se tienen que definir metodologías para mejorar la interface entre los conocimientos botánicos del profesional y la implantación en la computadora. En México existen botánicos con una amplia experiencia en ciertos grupos, ya sea familias o géneros, o en aspectos generales de la Botánica. Estos conocimientos pueden ser puestos a disposición del biólogo mediante algún método que acelere el intercambio de experiencias: este método, con mucha seguridad, se auxiliará de alguna manera de la computadora. La corriente expresión "... la computadora manipula grandes cantidades de información ..." puede tener aún más importancia que la sola frecuencia con la que oímos mencionarla y sólo será efectiva si la manipulación ayuda a entender mejor nuestras observaciones.

La Botánica, como toda ciencia, requiere de metodologías y técnicas para lograr su completa expresión.

El entendimiento del universo podremos lograrlo trabajando interdisciplinariamente, intentémoslo.



9) BIBLIOGRAFIA.

- Cronquist, A. 1981.
An integrated system of classification of flowering plants.
Columbia Univ. Press. 1262 p.
- Fichefet, J., J.P. Leclercq, P. Beyne y F. Rousselet-Piette. 1984.
Microcomputer-assisted identification of bacteria and
multicriteria decision models. *Comput. y Ops. Res.* 11:361-372.
- Gama, L. y A. Gómez-Pompa. 1987.
Nuevas perspectivas para la Flora de Veracruz.
In: Resúmenes del 10o. Congreso Mexicano de Botánica.
Guadalajara, México.
- Gómez-Pompa, A. (ed.). 1986.
Flora de Veracruz. Instituto Nacional de Investigaciones sobre
Recursos Bióticos. Xalapa, Ver., México. 52 Fascículos.
- Gómez-Pompa, A., J. Toledo y M. Soto. 1975.
Electronic data processing of herbarium specimens.
Data for the flora of Veracruz. In: *Computers in Botanical
Collections*. Brennan, J.P.M., R. Ross y J.T. Williams (eds.).
p35-51.
- Hansen, B. y K. Rahn. 1969.
Determination of angiosperm families by means of a punched-
card system. *Dansk Botanisk Arkiv.* 26:1-44. (más 172
tarjetas).
- Krutova, I.N. 1982.
Study of identification processes with the aid of a
parametric linearized model.
(Traducción del original en ruso publicado en
Avtomat. Telemekh. 11:81-90.).
- Lawrence, G.H.M. 1951.
Taxonomy of vascular plants. MacMillan, New York. 823p.
- Leenhouts, P. 1966.
Keys in Biology. A survey and a proposal of a new kind.
*Proceedings Koninklijke Nederlands. Academie der.
Wetenschappen.* 69 Series C. 571-596.



Little, E.L. Jr. 1968.

Clave con fichas perforadas de las familias de los árboles mexicanos. Turrialba 18:45-59.

López, A. 1984.

Textos de Medicina Náhuatl. Investigaciones Instituto de Históricas, U.N.A.M. México. 230p.

Moreno, N.P. y A. Gómez-Pompa. 1984.

Flora de Veracruz: Nuevas perspectivas. In: Resúmenes del 9o. Congreso Mexicano de Botánica. Soc. Bot. de México. México, D.F. pp.253-254.

Pankhurst, R.J. 1972.

A method for data capture. Taxon 21:549-558.

Pankhurst, R.J. 1978a.

Biological identification. Edward Arnold. Londres. 104p.

Pankhurst, R.J. 1978b.

The printing of taxonomic descriptions by computer. Taxon 27:35-38.

Radford, A.E., W.C. Dickison, J.R. Massey y C.R. Bell. 1974.

Vascular plants systematics. New York. Harper & Row. 891 p.

Raynal, J. 1974.

Un exemple d'application du traitement électronique de l'information à la construction des clefs dichotomiques. Adansonia. 14:459-467.

Rzedowski, J., y G.C. de Rzedowski (eds.). 1979.

Flora fanerogámica del valle de México. México. C.E.C.S.A. Vol. 1. 403p.

Rzedowski, J., y G.C. de Rzedowski (eds.). 1985.

Flora fanerogámica del valle de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, I.P.N. e Instituto de Ecología. México. Vol. 2. 674p.

Simpson, D.R. y D. Janos. 1972.

A punched card key to the families of dicotyledons of the western hemisphere south of the United States. Field Museum of Natural History. Chicago, Illinois. (más 63 tarjetas)

Sneath, P. 1980.

BASIC program for determining the best identification scores possible from the most typical examples when compared with an identification matrix of percent positive characters. Computers & Geosciences 6:27-34.



Tenenbaum, A. y M.J. Augenstein. 1983.
Estructura de datos en PASCAL. Prentice Hall. México. 560p.

Tsyarkin, Y.Z. 1982a.
Optimal performance criteria in identification problems.
(Traducción del original en ruso publicado en
Avtomat. Telemekh. 11:5-24.).

Tsyarkin, Y.Z. 1982b.
Optimal parameter estimation algorithms in identification
Problems. (Traducción del original en ruso publicado en
Avtomat. Telemekh. 12:9-23.).

Wilson, J.B. y T.R. Partridge. 1986.
Interactive plant identification. Taxon 35:1-12.



ANEXO 1

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN SISTEMATICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

- | | | | |
|----|------------------|----|------------------|
| 1 | WINTERACEAE | 36 | PHYTOLACCACEAE |
| 2 | MAGNOLIACEAE | 37 | ACHATOCARPACEAE |
| 3 | ANNONACEAE | 38 | NYCTAGINACEAE |
| 4 | MYRISTICACEAE | 39 | AIZOACEAE |
| 5 | MONIMIACEAE | 40 | CACTACEAE |
| 6 | LAURACEAE | 41 | CHENOPODIACEAE |
| 7 | HERNANDIACEAE | 42 | AMARANTHACEAE |
| 8 | CHLORANTHACEAE | 43 | PORTULACACEAE |
| 9 | SAURURACEAE | 44 | BASELLACEAE |
| 10 | PIPERACEAE | 45 | MOLLUGINACEAE |
| 11 | ARISTOLOCHIACEAE | 46 | CARYOPHYLLACEAE |
| 12 | ILliciACEAE | 47 | POLYGONACEAE |
| 13 | NELUMBONACEAE | 48 | PLUMBAGINACEAE |
| 14 | NYMPHAEACEAE | 49 | DILLENiaceAE |
| 15 | CABOMBACEAE | 50 | OCHNACEAE |
| 16 | CERATOPHYLLACEAE | 51 | DIPTEROCARPACEAE |
| 17 | RANUNCULACEAE | 52 | THEACEAE |
| 18 | BERBERIDACEAE | 53 | ACTINIDIACEAE |
| 19 | MENISPERMACEAE | 54 | MARCGRAVIACEAE |
| 20 | CORIARIACEAE | 55 | QUIINACEAE |
| 21 | SABIACEAE | 56 | ELATINACEAE |
| 22 | PAPAVERACEAE | 57 | CLUSIACEAE |
| 23 | FUMARIACEAE | 58 | ELAEOCARPACEAE |
| 24 | PLATANACEAE | 59 | TILIACEAE |
| 25 | HAMAMELIDACEAE | 60 | STERCULIACEAE |
| 26 | ULMACEAE | 61 | BOMBACACEAE |
| 27 | CANNABACEAE | 62 | MALVACEAE |
| 28 | MORACEAE | 63 | LECYTHIDACEAE |
| 29 | CECROPIACEAE | 64 | DROSERACEAE |
| 30 | URTICACEAE | 65 | FLACOURTIACEAE |
| 31 | JUGLANDACEAE | 66 | BIXACEAE |
| 32 | MYRICACEAE | 67 | CISTACEAE |
| 33 | FAGACEAE | 68 | LACISTEMATACEAE |
| 34 | BETULACEAE | 69 | VIOLACEAE |
| 35 | CASUARINACEAE | 70 | TAMARICACEAE |

**CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA)
PRESENTES EN MEXICO**



ANEXO 1 (CONTINUACION)

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN SISTEMATICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

71	FRANKENIACEAE	106	ROSACEAE
72	TURNERACEAE	107	CROSSOSOMATACEAE
73	PASSIFLORACEAE	108	CHRYSOBALANACEAE
74	CARICACEAE	109	MIMOSACEAE
75	FOUQUIERIACEAE	110	CAESALPINIACEAE
76	CUCURBITACEAE	111	FABACEAE
77	DATISCAEAE	112	PROTEACEAE
78	BEGONIACEAE	113	PODOSTEMACEAE
79	LOASACEAE	114	HALORAGACEAE
80	SALICACEAE	115	GUNNERACEAE
81	TOVARIACEAE	116	LYTHRACEAE
82	CAPPARACEAE	117	THYMELAEACEAE
83	BRASSICACEAE	118	MYRTACEAE
84	MORINGACEAE	119	PUNICACEAE
85	RESEDACEAE	120	ONAGRACEAE
86	BATACEAE	121	MELASTOMATACEAE
87	CYRILLACEAE	122	COMBRETACEAE
88	CLETHRACEAE	123	RHIZOPHORACEAE
89	ERICACEAE	124	NYSSACEAE
90	PYROLACEAE	125	CORNACEAE
91	MONOTROPACEAE	126	GARRYACEAE
92	SAPOTACEAE	127	OLACACEAE
93	EBENACEAE	128	OPILIAEAE
94	STYRACACEAE	129	SANTALACEAE
95	SYMPLOCACEAE	130	LORANTHACEAE
96	THEOPHRASTACEAE	131	VISCACEAE
97	MYRSINACEAE	132	BALANOPHORACEAE
98	PRIMULACEAE	133	MITRASTEMONACEAE
99	BRUNELLIACEAE	134	RAFFLESIAEAE
100	CONNARACEAE	135	CELASTRACEAE
101	CUNONIACEAE	136	HIPPOCRATEACEAE
102	HYDRANGEACEAE	137	AQUIFOLIACEAE
103	GROSSULARIACEAE	138	ICACINACEAE
104	CRASSULACEAE	139	DICHAPETALACEAE
105	SAXIFRAGACEAE	140	BUXACEAE

**CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA)
PRESENTES EN MEXICO**



ANEXO I (CONTINUACION)

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN SISTEMATICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

141	SIMMONDSIACEAE	176	MENYANTHACEAE
142	EUPHORBIACEAE	177	POLEMONIACEAE
143	RHAMNACEAE	178	HYDROPHYLLACEAE
144	VITACEAE	179	LENNOACEAE
145	ERYTHROXYLACEAE	180	BORAGINACEAE
146	LINACEAE	181	VERBENACEAE
147	MALPIGHIACEAE	182	LAMIACEAE
148	VOCHYSIACEAE	183	HIPPURIDACEAE
149	TRIGONIACEAE	184	CALLITRICHACEAE
150	POLYGALACEAE	185	PLANTAGINACEAE
151	KRAMERIACEAE	186	BUDDLEJACEAE
152	STAPHYLEACEAE	187	OLEACEAE
153	SAPINDACEAE	188	SCROPHULARIACEAE
154	HIPPOCASTANACEAE	189	OROBANCHACEAE
155	ACERACEAE	190	GESNERIACEAE
156	BURSERACEAE	191	ACANTHACEAE
157	ANACARDIACEAE	192	PEDALIACEAE
158	JULIANIACEAE	193	BIGNONIACEAE
159	SIMAROUBACEAE	194	LENTIBULARIACEAE
160	MELIACEAE	195	SPHENOCLEACEAE
161	RUTACEAE	196	CAMPANULACEAE
162	ZYGOPHYLLACEAE	197	GOODENIACEAE
163	OXALIDACEAE	198	RUBIACEAE
164	GERANIACEAE	199	CAPRIFOLIACEAE
165	TROPAEOLACEAE	200	VALERIANACEAE
166	BALSAMINACEAE	201	DIPSACACEAE
167	ARALIACEAE	202	ASTERACEAE
168	APIACEAE	203	LIMNOCHARITACEAE
169	LOGANIACEAE	204	ALISMACEAE
170	GENTIANACEAE	205	HYDROCHARITACEAE
171	APOCYNACEAE	206	JUNCAGINACEAE
172	ASCLEPIADACEAE	207	POTAMOGETONACEAE
173	SOLANACEAE	208	RUPPIACEAE
174	CONVOLVULACEAE	209	NAJADACEAE
175	CUSCUTACEAE	210	ZANNICHELLIACEAE



ANEXO 1 (CONTINUACION)

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN SISTEMATICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

- 211 CYMODOCEACEAE
- 212 ZOSTERACEAE
- 213 TRIURIDACEAE
- 214 ARECACEAE
- 215 CYCLANTHACEAE
- 216 ARACEAE
- 217 LEMNACEAE
- 218 XYRIDACEAE
- 219 MAYACACEAE
- 220 COMMELINACEAE
- 221 ERIOCAULACEAE
- 222 JUNCACEAE
- 223 CYPERACEAE
- 224 POACEAE
- 225 SPARGANIACEAE
- 226 TYPHACEAE
- 227 BROMELIACEAE
- 228 HELICONIACEAE
- 229 MUSACEAE
- 230 ZINGIBERACEAE
- 231 COSTACEAE
- 232 CANNACEAE
- 233 MARANTACEAE
- 234 PONTEDERIACEAE
- 235 HAEMODORACEAE
- 236 LILIACEAE
- 237 IRIDACEAE
- 238 ALOEACEAE
- 239 AGAVACEAE
- 240 SMILACACEAE
- 241 DIOSCOREACEAE
- 242 BURMANNIACEAE
- 243 ORCHIDACEAE

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



29

ANEXO 2

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN ALFABETICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

ACANTHACEAE	191	BURMANNIACEAE	242
ACERACEAE	155	BURSERACEAE	156
ACTINIDIACEAE	53	BUXACEAE	140
ACHATOCARPACEAE	37	CABOMBACEAE	15
AGAVACEAE	239	CACTACEAE	40
AIZOACEAE	39	CAESALPINIACEAE	110
ALISMACEAE	204	CALLITRICHACEAE	104
ALOEACEAE	230	CAMPANULACEAE	196
AMARANTHACEAE	42	CANNABACEAE	27
ANACARDIACEAE	157	CANNACEAE	232
ANNONACEAE	3	CAPPARACEAE	82
APIACEAE	168	CAPRIFOLIACEAE	199
APOCYNACEAE	171	CARICACEAE	74
AQUIFOLIACEAE	137	CARYOPHYLLACEAE	46
ARACEAE	216	CASUARINACEAE	35
ARALIACEAE	167	CECROPIACEAE	29
ARECACEAE	214	CELASTRACEAE	135
ARISTOLOCHIACEAE	11	CERATOPHYLLACEAE	16
ASCLEPIADACEAE	172	CISTACEAE	67
ASTERACEAE	202	CLETHRACEAE	80
BALANOPHORACEAE	132	CLUSIACEAE	57
BALSAMINACEAE	166	COMBRETACEAE	122
BASELLACEAE	44	COMMELINACEAE	220
BATACEAE	86	CONNARACEAE	100
BEGONIACEAE	78	CONVOLVULACEAE	174
BERBERIDACEAE	10	CORIARIACEAE	20
BETULACEAE	34	CORNACEAE	125
BIGNONIACEAE	193	COSTACEAE	231
BIXACEAE	66	CRASSULACEAE	104
BOMBACACEAE	61	CROSSOSOMATACEAE	107
BORAGINACEAE	100	CUCURBITACEAE	76
BRASSICACEAE	83	CUNONIACEAE	101
BROMELIACEAE	227	CUSCUTACEAE	175
BRUNELLIACEAE	99	CYCLANTHACEAE	215
BUDDLEJACEAE	186	CYMODOCEACEAE	211

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



30

ANEXO 2 (CONTINUACION)

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN ALFABETICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

CYPERACEAE	223	HELICONIACEAE	228
CYRILLACEAE	87	HERNANDIACEAE	7
CHENOPODIACEAE	41	HIPPOCASTANACEAE	154
CHLORANTHACEAE	8	HIPPOCRATEACEAE	136
CHRYSOBALANACEAE	108	HIPPURIDACEAE	103
DATISCAEAE	77	HYDRANGEACEAE	102
DICHAPETALACEAE	139	HYDROCHARITACEAE	205
DILLENIAEAE	49	HYDROPHYLLACEAE	178
DIOSCOREACEAE	241	ICACINACEAE	138
DIPSACACEAE	201	ILLICIAEAE	12
DIPTEROCARPACEAE	51	IRIDACEAE	237
DROSERACEAE	64	JUGLANDACEAE	31
EBENACEAE	93	JULIANIACEAE	158
ELAEOCARPACEAE	58	JUNCACEAE	222
ELATINACEAE	56	JUNCAGINACEAE	206
ERICACEAE	89	KRAMERIAEAE	151
ERIOCAULACEAE	221	LACISTEMATACEAE	68
ERYTHROXYLACEAE	145	LAMIACEAE	182
EUPHORBIACEAE	142	LAURACEAE	6
FABACEAE	111	LECYTHIDACEAE	63
FAGACEAE	33	LEMNACEAE	217
FLACOURTIACEAE	65	LENNOACEAE	179
FOUQUIERIAEAE	75	LENTIBULARIACEAE	194
FRANKENIACEAE	71	LILIIACEAE	236
FUMARIACEAE	23	LIMNOCHARITACEAE	203
GARRYACEAE	126	LINACEAE	146
GENTIANACEAE	170	LOASACEAE	79
GERANIACEAE	164	LOGANIACEAE	169
GESNERIACEAE	190	LORANTHACEAE	130
GOODENIACEAE	197	LYTHRACEAE	116
GROSSULARIACEAE	103	MAGNOLIACEAE	2
GUNNERACEAE	115	MALPIGHIACEAE	147
HAEMODORACEAE	235	MALVACEAE	62
HALORAGACEAE	114	MARANTACEAE	233
HAMAMELIDACEAE	25	MARCGRAVIACEAE	54



ANEXO 2 (CONTINUACION)

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN ALFABETICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

MAYACACEAE	219	PLANTAGINACEAE	185
MELASTOMATACEAE	121	PLATANACEAE	24
MELIACEAE	160	PLUMBAGINACEAE	48
MENISPERMACEAE	19	POACEAE	224
MENYANTHACEAE	176	PODOSTEMACEAE	113
MIMOSACEAE	109	POLEMONIACEAE	177
MITRASTEMONACEAE	133	POLYGALACEAE	150
MOLLUGINACEAE	45	POLYGONACEAE	47
MONIMIACEAE	5	PONTEDERIACEAE	234
MONOTROPACEAE	91	PORTULACACEAE	43
MORACEAE	28	POTAMOGETONACEAE	207
MORINGACEAE	84	PRIMULACEAE	98
MUSACEAE	229	PROTEACEAE	112
MYRICACEAE	32	PUNICACEAE	119
MYRISTICACEAE	4	PYROLACEAE	90
MYRSINACEAE	97	QUIINACEAE	55
MYRTACEAE	110	RAFFLESIIACEAE	134
NAJADACEAE	209	RANUNCULACEAE	17
NELUMBONACEAE	13	RESEDACEAE	85
NYCTAGINACEAE	38	RHAMNACEAE	143
NYMPHAEACEAE	14	RHIZOPHORACEAE	123
NYSSACEAE	124	ROSACEAE	106
OCHNACEAE	50	RUBIACEAE	198
OLACACEAE	127	RUPPIACEAE	208
OLEACEAE	187	RUTACEAE	161
ONAGRACEAE	120	SABIACEAE	21
OPILIIACEAE	128	SALICACEAE	80
ORCHIDACEAE	243	SANTALACEAE	129
OROBANCHACEAE	189	SAPINDACEAE	153
OXALIDACEAE	163	SAPOTACEAE	92
PAPAVERACEAE	22	SAURURACEAE	9
PASSIFLORACEAE	73	SAXIFRAGACEAE	105
PEDALIACEAE	192	SCROPHULARIACEAE	188
PHYTOLACCACEAE	36	SIMAROUBACEAE	159
PIPERACEAE	10	SIMMONDSIACEAE	141

ANEXO 2 (CONTINUACION)

LISTA DE FAMILIAS (ORDEN ALFABETICO)
CONSIDERADAS EN LA CLAVE.

SMILACACEAE	240
SOLANACEAE	173
SPARGANIACEAE	225
SPHENOCLEACEAE	195
STAPHYLEACEAE	152
STERCULIACEAE	60
STYRACACEAE	94
SYMPLOCACEAE	95
TAMARICACEAE	70
THEACEAE	52
THEOPHRASTACEAE	96
THYMELAEACEAE	117
TILIACEAE	59
TOVARIACEAE	81
TRIGONIACEAE	149
TRIURIDACEAE	213
TROPAEOLACEAE	165
TURNERACEAE	72
TYPHACEAE	226
ULMACEAE	26
URTICACEAE	30
VALERIANACEAE	200
VERBENACEAE	181
VIOLACEAE	69
VISCACEAE	131
VITACEAE	144
VOCHYSIACEAE	148
WINTERACEAE	1
XYRIDACEAE	218
ZANNICHELLIACEAE	210
ZINGIBERACEAE	230
ZOSTERACEAE	212
ZYGOPHYLLACEAE	162



ANEXO 3

LISTA DE ENUNCIADOS CONSIDERADOS EN LA CLAVE.

- 1) PLANTAS LEÑOSAS (ARBOLES O ARBUSTOS)
- 2) PLANTAS HERBACEAS
(ANUALES O PERENNES, INCLUYENDO SUFRUTICES)
- 3) BEJUCOS O PLANTAS ESCANDENTES
- 4) PLANTAS ACUATICAS O SUBACUATICAS
- 5) PLANTAS EPIFITAS
- 6) PLANTAS PARASITAS O SAPROFITAS
- 7) PLANTAS CON JUGO LECHOSO (LATEX)
- 8) PLANTAS CON JUGO ACUOSO (NO LECHOSO)
- 9) PLANTAS AROMATICAS O RESINOSAS
(EN CORTEZA, RAMAS U HOJAS)
- 10) PLANTAS CON ZARCILLOS
- 11) PLANTAS CON ESPINAS (EN TALLOS U HOJAS)
- 12) HOJAS AUSENTES O REDUCIDAS A ESCAMAS
- 13) ESTIPULAS PRESENTES
- 14) ESTIPULAS AUSENTES
- 15) HOJAS SIMPLES
(A VECES PROFUNDAMENTE PARTIDAS PERO NO COMPUESTAS)
- 16) HOJAS TERNADAS O TRIFOLIADAS
- 17) HOJAS PALMADO-COMPUESTAS
- 18) HOJAS PINNADO-COMPUESTAS
- 19) HOJAS OPUESTAS O VERTICILADAS (INCLUYENDO DECUSADAS)
- 20) HOJAS ALTERNAS O BASALES (INCLUYENDO DISTICAS)
- 21) HOJAS CON LA VENACION INVISIBLE O UNINERVADAS
- 22) HOJAS PINNADO-NERVADAS
- 23) HOJAS PALMADO-NERVADAS
- 24) HOJAS PARALELO-NERVADAS
- 25) HOJAS CON TRICOMAS GLANDULOSOS
- 26) HOJAS CON TRICOMAS ESTRELLADOS
- 27) HOJAS CON TRICOMAS PELTADOS O ESCAMOSOS
- 28) HOJAS GLANDULAR- O LINEAR-PELUCIDAS
- 29) HOJAS ENVAINANTES EN LA BASE
- 30) HOJAS CON LOS MARGENES ENTEROS
- 31) HOJAS CON LOS MARGENES SERRADOS O DENTADOS
- 32) HOJAS CON LOS MARGENES PINNADO- O PALMADO-LOBULADOS
- 33) FLORES SOLITARIAS
- 34) FLORES DISPUESTAS EN AMENTOS, ESPIGAS,
RACIMOS, PANICULAS O TIRSOS
- 35) FLORES DISPUESTAS EN ESPADICES
- 36) FLORES DISPUESTAS EN CORIMBOS O UMBELAS
- 37) FLORES DISPUESTAS EN GLOMERULOS O CABEZUELAS
- 38) FLORES DISPUESTAS EN INFLORESCENCIAS CIMOSAS
(MONOCASIOS, DICASIOS, ETC.)
- 39) FLORES UNISEXUALES (PLANTAS MONOICAS O DIOICAS)

**CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA)
PRESENTES EN MEXICO**



ANEXO 3 (CONTINUACION)

LISTA DE ENUNCIADOS CONSIDERADOS EN LA CLAVE.

- 40) FLORES HERMAFRODITAS O PERFECTAS
- 41) FLORES ACTINOMORFICAS O REGULARES
- 42) FLORES CIGOMORFICAS O IRREGULARES
- 43) BRACTEAS O BRACTEOLAS PRESENTES
(CALICULO, ESPATA, GLUMAS, PALEAS, ETC.)
- 44) PERIANTO PRESENTE (CALIZ Y COROLA DIFERENCIADOS)
- 45) PERIANTO AUSENTE O CALIZ Y COROLA INDIFERENCIADOS
- 46) SEPALOS O TEPALOS SEPALOIDES LIBRES
- 47) SEPALOS O TEPALOS SEPALOIDES FUSIONADOS
- 48) PETALOS O TEPALOS PETALOIDES LIBRES
- 49) PETALOS O TEPALOS PETALOIDES FUSIONADOS
- 50) ESTAMBRES LIBRES
- 51) ESTAMBRES FUSIONADOS
(MONADELFOS, DIADELFOS, SINGENESIOS, ETC.)
- 52) ESTAMBRES DIDINAMOS O TETRADINAMOS
- 53) ESTAMBRES FERTILES 1
- 54) ESTAMBRES FERTILES 2
- 55) ESTAMBRES FERTILES 3
- 56) ESTAMBRES FERTILES 4
- 57) ESTAMBRES FERTILES 5
- 58) ESTAMBRES FERTILES 6
- 59) ESTAMBRES FERTILES 7-10
- 60) ESTAMBRES FERTILES 11 O MAS
- 61) NUMERO DE ESTAMBRES IGUAL AL NUMERO DE PETALOS O TEPALOS
- 62) NUMERO DE ESTAMBRES MENOR AL NUMERO DE PETALOS O TEPALOS
- 63) NUMERO DE ESTAMBRES MAYOR AL NUMERO DE PETALOS O TEPALOS
- 64) ESTAMBRES EPIPetalos
- 65) ESTAMINODIOS PRESENTES
- 66) ANTERAS BASIFIJAS
- 67) ANTERAS DORSIFIJAS
- 68) ANTERAS CON DEHISCENCIA INTRORSA O LATRORSA
- 69) ANTERAS CON DEHISCENCIA EXTRORSA
- 70) ANTERAS CON DEHISCENCIA LONGITUDINAL
- 71) ANTERAS CON DEHISCENCIA TRANSVERSAL O VALVAR
- 72) ANTERAS CON DEHISCENCIA PORICIDA
- 73) GINOFORO O ANDROGINOFORO PRESENTE
- 74) GINECEO APOCARPICO
- 75) GINECEO SINCARPICO
- 76) OVARIO SUPERO
- 77) OVARIO INFERO
- 78) ESTIGMA SESIL (ESTILO AUSENTE)
- 79) PLACENTACION AXILAR
- 80) PLACENTACION LIBRE CENTRAL
- 81) PLACENTACION MARGINAL O PARIETAL
- 82) PLACENTACION BASAL O APICAL
- 83) HOJAS CARPELARES 1

**CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA)
PRESENTES EN MEXICO**



35

ANEXO 3 (CONTINUACION)

LISTA DE ENUNCIADOS CONSIDERADOS EN LA CLAVE.

- 84) HOJAS CARPELARES 2 (LIBRES O FUSIONADAS)
- 85) HOJAS CARPELARES 3 (LIBRES O FUSIONADAS)
- 86) HOJAS CARPELARES 4 (LIBRES O FUSIONADAS)
- 87) HOJAS CARPELARES 5 (LIBRES O FUSIONADAS)
- 88) HOJAS CARPELARES 6-10 (LIBRES O FUSIONADAS)
- 89) HOJAS CARPELARES 11 O MAS (LIBRES O FUSIONADAS)
- 90) FRUTO CARNOSO
- 91) FRUTO SECO INDEHISCENTE
- 92) FRUTO SECO DEHISCENTE
- 93) FRUTO UNA BAYA (INCLUYENDO HESPERIDIO, PEPO Y POMO)
- 94) FRUTO UNA DRUPA
- 95) FRUTO UN AGUENIO, CARIOPSIDE O UTRICULO
- 96) FRUTO UNA NUEZ
- 97) FRUTO UNA SAMARA
- 98) FRUTO UN FOLICULO O LEGUMBRE (INCLUYENDO LOMENTO)
- 99) FRUTO UNA CAPSULA
(CON DEHISCENCIA LOCULICIDA, PORICIDA, SEPTICIDA, ETC.)
- 100) FRUTO UN ESQUIZOCARPO
- 101) FRUTO AGREGADO
(POLIDRUPA, POLIAQUENIO, POLIFOLICULOS, ETC.)
- 102) FRUTO MULTIPLE
- 103) SEMILLAS FERTILES 1
- 104) SEMILLAS FERTILES 2-3
- 105) SEMILLAS FERTILES 4-10
- 106) SEMILLAS FERTILES 11 O MAS
- 107) SEMILLAS ALADAS
- 108) SEMILLAS PLUMOSAS
- 109) SEMILLAS CON ARILO O SARCOTESTA CARNOSA

CLAVE PARA FAMILIAS (MAGNOLIOPHYTA) PRESENTES EN MEXICO



36

ANEXO 4

PORCION DE PROGRAMA FAMEX

```
procedure MEJORP(var MIN,MIN1,MIN2:integer);
var
  CALCULO: TIPO1;
  NUMPOS: integer;

begin
  writeln('ESPERE UN MOMENTO...');writeln;
  for I:=1 to 109 do
    if MEJOR[I]=false then
      begin
        CALCULO[I]:=0;
        for J:=1 to 243 do
          if (MAT[0][J]) and (MAT[I][J]) then
            CALCULO[I]:=CALCULO[I]+1;
          end
        else CALCULO[I]:=250;
        NUMPOS:=0;
        for J:=1 to 243 do
          if MAT[0][J]=true then NUMPOS:=NUMPOS+1;
        for I:=1 to 109 do
          CALCULO[I]:=ABS(CALCULO[I]-NUMPOS/2);
        MAXIMO(MIN,MIN1,MIN2,CALCULO);
      end;
    ( PROCEDIMIENTO MEJORP )
```

```
procedure ITERA(MIN:integer);
begin
  writeln(MIN:3,' ' ',ENUN[MIN]);LOW;
  write(' FALSO O VERDADERO (F/V/?/M/S): ');
  NOR;read(kbd,SALIR);SALIR:=upcase(SALIR);write(SALIR);
  if (SALIR IN ['F','V','?','M','S'])=false then
    begin
      writeln;writeln('OPCION INVALIDA');ERROR;I:=I-1;
    end;
  if (SALIR='M') then
    begin
      writeln;writeln;POSIBLES;
    end;
  if SALIR='V' then begin VERDADERO(MIN);NUEVOEJEMPLAR:=FALSE;end;
  writeln;
  if (SALIR IN ['V','F','?'])=true then
    MEJOR[MIN]:=true;
  end;
  ( PROCEDIMIENTO ITERA )
```