

## Sistema Experto para determinar Plantas Vasculares

Angélica Inés Partida Hanon

<http://DNAngelica.com>

**Resumen:** En este trabajo se demuestra la utilidad que tienen los Sistemas Expertos (SE) en el campo de las Ciencias Biológicas. Se ha elaborado una base de datos con la información necesaria para la elaboración de unas claves dicotómicas como las utilizadas por los taxónomos. Se ha realizado una comparación entre programación estructurada y programación basada en la emulación del razonamiento humano con ejemplos prácticos.

**Palabras clave:** Sistemas expertos. Claves dicotómicas. Plantas vasculares.

### INTRODUCCIÓN

El razonamiento humano es un proceso complejo y a menudo muy difícil de explicar. Estos últimos años la era digital ha dado un gran salto llegando a simular dicha cualidad humana utilizando (entre otras herramientas) los Sistemas Expertos (SE) considerados dentro de la rama de la Inteligencia Artificial.

Hay una gran cantidad de programas que tienen diversos propósitos y son de gran utilidad para obtener resultados que no se pueden llegar a tener utilizando los métodos convencionales en la programación o al momento de determinar los pasos a seguir en un orden sistemático (los algoritmos convencionales); en cambio, se utiliza el mecanismo mental que seguiría un experto humano: el método heurístico.

Una de las realidades a la que nos enfrentamos cada año, es la pérdida del trabajo tan valioso de numerosos investigadores, médicos, ingenieros, etc. ya sea porque ha terminado su contrato, se ha jubilado, etc. Uno de los más altos costes al momento de integrar nuevos empleados es la capacitación del mismo, si se condensara en una gran base de datos (en este caso una base de conocimientos) el contenido de los expertos en su ramo, se lograría un desarrollo excepcional y dicha información estaría al alcance de una gran cantidad de personas que a su vez la seguirían complementando con nueva información.

Sin duda alguna, la imprenta ha sido uno de los inventos que mayores progresos ha otorgado. Gracias a que ahora podemos contar con reproducciones en masa de material bibliográfico hemos podido llegar al adelanto tecnológico y científico de la actualidad. Seguramente el buen desarrollo, implementación y mantenimiento de los Sistemas Expertos podríamos llegar a contribuir con el avance de este siglo como lo está haciendo la imprenta.

A lo largo del desarrollo del proyecto demostraremos que un Sistema Experto es mucho más útil y flexible en el momento que recurrimos al planteamiento de cómo realizar un programa que sea capaz de llegar a una conclusión en base al uso de claves dicotómicas.

### ¿Por qué usar un Sistema Experto?

Existen numerosas ventajas por las cuales son útiles los sistemas expertos tales como:

- Se obtienen resultados rápidamente.
- Resultados confiables.
- No se necesitan expertos o personas con años de experiencia en un área para resolver el planteamiento.
- Conocimiento accesible a cualquier parte del mundo.
- Eliminación de métodos incómodos, lentos y costosos de consulta (como el uso de una cantidad enorme de bibliografía para un diagnóstico).
- Por haber escasez de expertos humanos en determinado ramo.
- Disminución de costos (sería sumamente costoso y difícil contar con un experto botánico, médico, físico o biólogo en un mismo sitio).

### ¿Qué Sistemas Expertos hay y cuáles son sus aplicaciones?

**Dendral:** Interpreta estructuras moleculares de uso en Biología y Química.

**Dipmeter Advisor:** Para exploración de reservas de petróleo.

**Mycin:** Para emular el proceso de diagnósticos médicos.

**CADUCEUS:** Para uso médico.

**CLIPS:** Herramienta creada por la NASA para la creación de sistemas expertos.

**Prolog:** Lenguaje para programar sistemas expertos, lenguaje de amplio uso en Inteligencia Artificial.

**LISP:** Lenguaje para programar sistemas expertos, lenguaje de amplio uso en Inteligencia Artificial.

**Otros:** Que realizan diversas funciones en distintas áreas como la Economía, Historia, etc.

### Arquitectura de un Sistema Experto

Básicamente un Sistema Experto se compone de los siguientes elementos (Fig. 1):

- **Motor de inferencia.** Se trata de las instrucciones que emulan la habilidad para simular el razonamiento. Obtendrá los datos necesarios desde la base de conocimientos.
- **Base de conocimientos.** Alberga los conocimientos del experto y las relaciona según su naturaleza.
- **Interfaz de usuario.** Es el componente que se encarga de la interacción del usuario final con el sistema.

- **Base de hechos.** Contiene los pasos intermediarios que han sido necesarios para llegar al resultado.

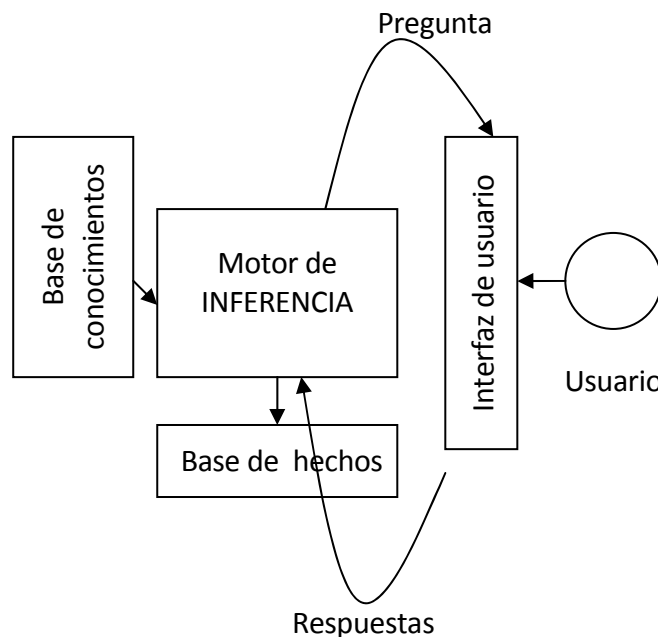


Figura 1. Arquitectura de un Sistema Experto.

### Pasos para elaborar un Sistemas Experto

- Definición del problema.
- Recolección de información.
- Diseño del motor de inferencia.
- Interfaz de usuario.
- Elección del lenguaje.

### METODOLOGÍA

Se ha elegido la aplicación CLIPS, una herramienta libre que permite programar sistemas expertos basados en reglas. Desarrollado por la NASA y compatible tanto con Windows (Fig. 2) como con Linux o Mac.

Se utilizó la porción del código de un programa contenido dentro del paquete de CLIPS como motor de inferencia.

Para comparar la diferencia entre los resultados obtenidos a partir de un sistema experto, se hizo un breve pseudocódigo en C [véase Apéndice A] para ilustrar de qué manera sería la forma de representar la sistemática que se utilizaría si se programara en un lenguaje estructurado mediante una programación en base a módulos.

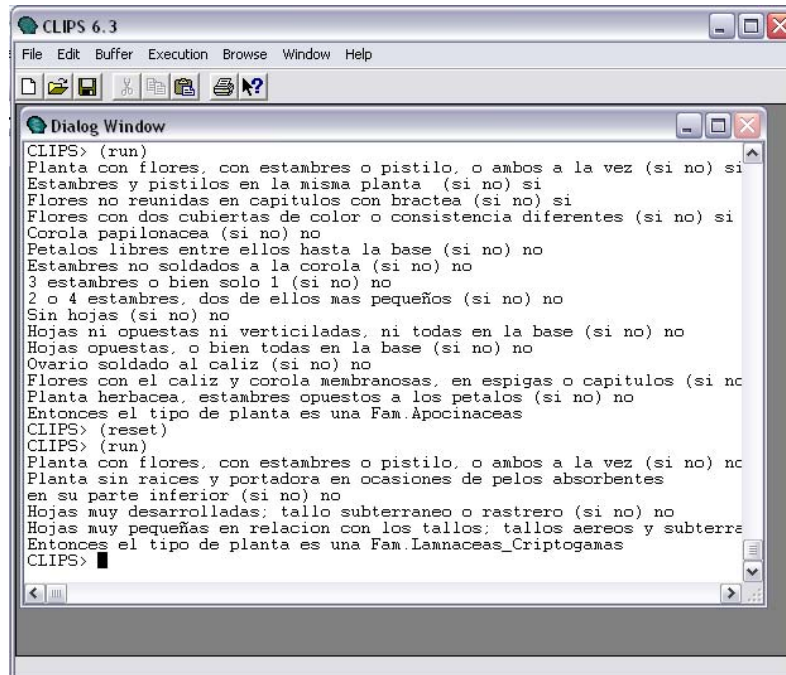


Figura 2. Ambiente gráfico de CLIPS bajo Windows.

El diagrama de flujo correspondiente al algoritmo de nuestro pseudocódigo en C se ilustra en la Figura 3.

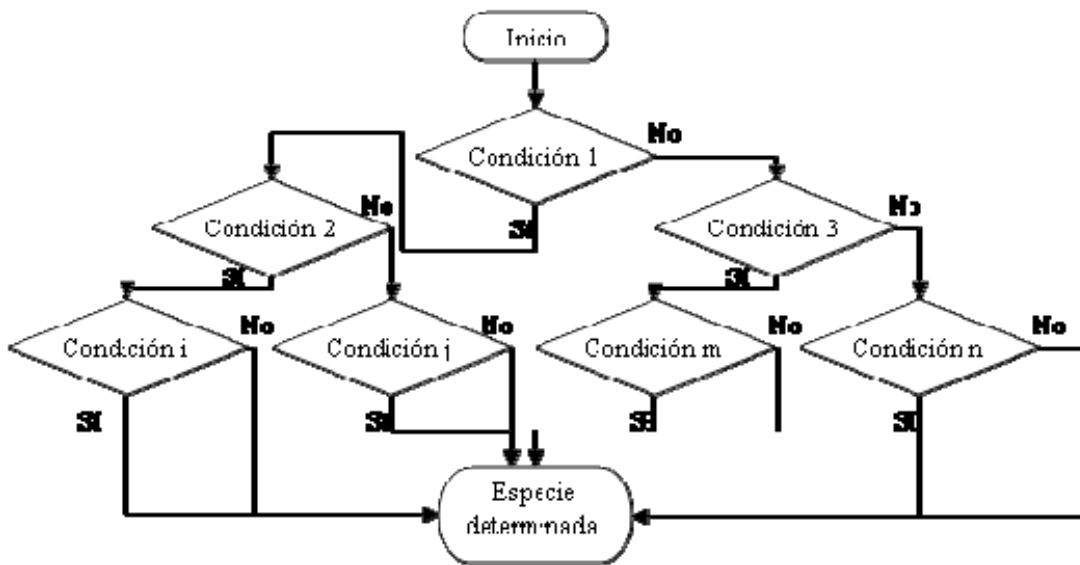


Figura 3. Diagrama de flujo.

Una de las razones por las que nos decantamos a favor del uso del sistema experto para realizar dicha tarea, es que por medio de un programa escrito en un lenguaje estructurado (que no emule el razonamiento experto) sería una labor titánica el tratar de hacer una base de conocimientos y sería difícil de mantener; ya que el hecho de poder modificar ya sea añadiendo, eliminando o modificando datos sin dañar el resto del programa nos resulta de vital importancia.

Al momento de programar en C, nos hemos encontrado con las siguientes limitaciones:

- No contar con una base de conocimientos que alberga la totalidad de la información.
- No ser fácilmente modulable, hay que tener mucha paciencia y conocer de una forma extremadamente precisa el código para poder continuar modificándolo.
- En caso de existir la necesidad de añadir, eliminar o cambiar algún módulo habría que alterar gran parte del código; lo que nos llevaría a tener problemas al momento de compilar el programa.
- Se sigue un algoritmo que no se parece al proceso del pensamiento de un especialista, lo que nos interesa es obtener resultados a partir de la información adquirida al paso del tiempo (en caso del SE, basta con ir agregando datos en la base de conocimientos) y que cualquier usuario sea capaz de añadir nuevos contenidos.

Nuestro Sistema experto se fundamenta en un modelo basado en reglas, a diferencia del modelo probabilístico ya que es el más ajustado en el momento de identificar la familia de una planta. Es el método que utiliza un botánico siguiendo una serie de claves ya que tanto el sistema experto como el botánico:

- Se basan en reglas activas (la presencia de un carácter puede ser indispensable para elegir la opción de seguir un camino u otro).
- Se adquieren nuevos conocimientos por nuevas reglas.
- Existe el encadenamiento hacia atrás y hacia adelante (Reino, División, Clase, Orden, Familia, Género y Especie, o la presencia de cierto carácter determinante).

La topología lógica que sigue la determinación de plantas (o cualquier otro sistema taxonómico) desde la identificación del Reino hasta el Género se podría definir como un árbol binario (Fig. 4a), mientras que desde el Género hasta la Especie sigue una topología de tipo binaria (Fig. 4b).

Los pasos para desarrollar el sistema experto fueron los siguientes:

- Definir el trabajo a realizar.
- Obtener la información o al experto humano.
- Diseño.
- Elegir el grado de interacción el usuario con el sistema.
- Elección del lenguaje.
- Desarrollo primario (pseudocódigo).
- Pruebas.
- Corrección de errores, mantenimiento e incremento de conocimientos.

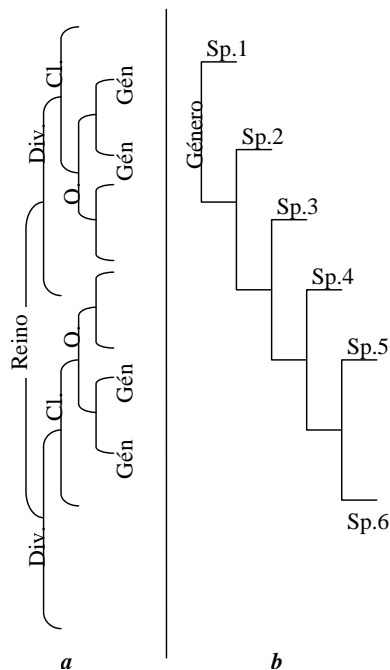


Figura 4. Topologías del sistemas expertos.

Como ejemplo del funcionamiento del sistema, llegaremos a la determinación de una planta que pertenezca a la familia de las Portuláceas.

Según las claves dicotómicas tomadas del BONNIER (2006) [Véase Apéndice B], los caracteres principales que presenta la familia son los siguientes:

- Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez.
- Estambres y pistilos en la misma planta, a veces en flores diferentes.
- Flores no reunidas en capítulos, rodeados por un anillo de brácteas.
- Flores con dos cubiertas (cáliz y corola) de color o consistencia diferentes.
- Corola no papilionácea.
- Estambres soldados a la corola, por lo menos en la base.
- 3 estambres o bien 1 solo.
- Cáliz regular con 2 – 3 sépalos no soldados al ovario; flores pequeñas, poco visibles, en grupos; hojas carnosas.

En base al ejemplo anterior, llevaremos a cabo varios experimentos. Los experimentos 1 y 2 consistirán en identificar una angiosperma; el experimento 3 en una gimnosperma y el experimento 4 en una criptógama.

Como ejemplo adicional desarrollamos otro sistema experto que se realiza la labor de determinar bacterias. En este caso el experimento 5 determinará la bacteria *Staphylococcus aureus*.

## RESULTADOS

El código se compone de más 656 líneas en el componente de la base de conocimientos, llegando a determinar hasta la familia de la planta. Las familias y grupos no clasificados traen consigo una clave para consultar directamente en las claves del Bonnier o en el Apéndice B llegando a ser fácilmente añadidos en consultas posteriores.

Al inicio de la base de conocimientos se mencionan los objetivos y definir las únicas respuestas que admite el sistema.

(goal is tipo.planta)  
(legalanswers are si no)

La estructura básica de cada módulo es la siguiente:

```
(rule (if pregunta.anterior is este.modulo and nombre.pregunta is si)
(then siguiente.modulo is nombre.modulo))
(rule (if pregunta.anterior is este.modulo and nombre.pregunta is no)
(then tipo.planta is nombre.planta))
(question nombre.pregunta is "Pregunta")
```

Donde:

- **pregunta.anterior**: refiere al identificador de la pregunta que refiere a este módulo.
- **este.modulo**: se refiere al presente módulo.
- **nombre.pregunta**: se refiere al identificador de la pregunta actual, los nombres indicativos de las preguntas no deben duplicarse.
- **siguiente.modulo**: en caso de tener que dirigir a un módulo siguiente, se menciona posteriormente el nombre del módulo sucesor que tendrá la misma estructura.
- **nombre.modulo**: identificador no duplicable del módulo sucesor (depende del caso).
- **tipo.planta**: es el objetivo a alcanzar, una vez llegado hasta este punto el proceso ha finalizado.

Tal cual como se maneja en las claves, los módulos siguen la misma sistemática pero con los caracteres más discriminantes y con preguntas más cortas. Para los módulos en los que salen tres o más ramificaciones, se crea un módulo para cada uno siguiendo entonces la sistemática de respuestas binarias del tipo "si, no". En caso de no contar con la información completa y no poder seguir con el proceso, se añade al final del grupo de pertenencia la página de consulta bibliográfica (Bonnier); del mismo modo, se pueden consultar las claves para la identificación de bacterias en el Apéndice D.

Al finalizar la consulta, se aprecian los pasos seguidos que nos han llevado al resultado; la cual cumple la función de la base de hechos. Para llevar a cabo las consultas

deben de seguirse los siguientes pasos:

Cargar (load) y seleccionar la ubicación del sistema experto, resetear (reset) y ejecutar (run):

```
CLIPS> (load "Botanica.clp")
```

```
CLIPS> (reset)
```

```
CLIPS> (run)
```

Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez (si no)

En los Apéndices C y E se pueden consultar los códigos completos para los sistemas de determinación de plantas y bacterias.

**Experimento 1:** Determinación de angiosperma.

Resultado: el tipo de planta es de la Familia Portulaceas.

**Experimento 2:** Determinación de angiosperma.

Resultado: el tipo de planta es de la Familia Cesalpinaceas.

**Experimento 3:** Determinación de gimnosperma.

Resultado: el tipo de planta es de la Familia Taxaceas y es Gimnosperma.

**Experimento 4:** Determinación de criptógama.

Resultado: el tipo de planta es de la Familia Lamnaceas Criptogamas.

**Experimento 5:** Determinación de bacteria.

Resultado: el tipo de bacteria es un *Staphylococcus aureus*.

Para ver la base de hechos de cada experimento, consulte el Apéndice F.

## CONCLUSIONES

Se ha comprobado la utilidad de los sistemas expertos en cuanto al área de Ciencias Biológicas y en estos ejemplos para la identificación de especies tanto vegetales como bacterianas.

Al final de todo, se ha digitalizado el contenido taxonómico aunque las diferencias más apreciables radican en que se pueden ampliar los conocimientos, se pueden fusionar dos sistemas expertos en uno solo y contener todavía una base de conocimientos más amplia; como ejemplo, un solo sistema que determine tanto plantas como bacterias, protozoos y animales, de este modo se podría obtener el contenido de una gran cantidad de libros en unos bytes de información.

Tenemos que recordar que el sistema experto no entiende el significado de los símbolos ni la cadena de los mismos y nos hemos percatado de que a diferencia de un algoritmo, el sistema experto no necesita mostrarnos todos los datos para darnos un resultado; así como hemos obtenido al final del experimento la serie de pasos que se siguieron para llegar a la conclusión.

Otra de las ventajas al aplicar este sistema experto es que una vez hecho el



primero, hacer los siguientes resultan cada vez más sencillos y robustos; además de que se puede añadir información desde cualquier parte del mundo y corregir datos en caso de haber errores sin tener que alterar el código del motor de inferencia.

Una de las dificultades con las que nos encontramos al inicio del proyecto fue el hecho de cómo convertir en respuestas binarias (Fig. 5b) módulos que tendrían que ramificarse en tres o más (Fig. 5a), dicho problema se soluciona aplicando el método de “divide y vencerás”.

Sin duda alguna, a partir de este momento nos hemos planteado el seguir ampliando el sistema aplicándolo a nuevas áreas de las CC. Biológicas. Seguimos apoyando el planteamiento que se tiene al solicitar a los profesores e investigadores el realizar un esquema con los contenidos que han desarrollado a lo largo de su carrera para posteriormente añadirlos a la base; esto explica el por qué unos de los principales desarrolladores de sistemas expertos son las Universidades y administraciones del Gobierno.

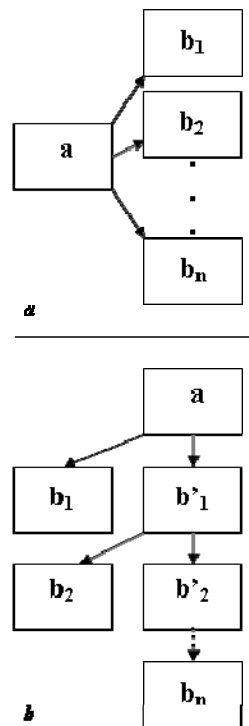


Figura 5. Corrección de claves.

## BIBLIOGRAFÍA

Bonnier, G. y De Layens, G. 2006. *Claves Para la Determinación de Plantas Vasculares*. Ediciones Omega.

### BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

Lahoz-Beltra, R. 2004. *Bioinformática. Simulación, Vida Artificial e Inteligencia Artificial*. Ediciones Díaz de Santos.

Gamazo, C. 2005. *Manual Práctico de Microbiología*. Ed. Masson.

Castillo, E. y Álvarez, E. 1989. *Sistemas Expertos. Aprendizaje e incertidumbre*. Ed. Paraninfo.

Alonso, J.; Lahoz-Beltra, R.; Bailador, A.; Levy, M. y Diaz-Ruiz, R. 1992. An Expert System to Classify Plant Viruses. *Binary*, Vol. 4:195-199.

CLIPS A Tool for Building Expert Systems <http://clipsrules.sourceforge.net/>

## APÉNDICE A: PSEUDOCÓDIGO EN C

```

#include <stdio.h>
int clave_1 ,seccion, grupo, familia;
int main ()
{
    int a;
    printf ( "Introduce el numero correspondiente \n" );
    printf ( "1 Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez \n" );
    printf ( "2 Plantas sin flores, que nunca presentan estambres, ni pistilo \n" );

    leer1:
    scanf ("%i", &a);
    switch ( a )
    {
        case 1:
            goto a1_;
            break;

        case 2:
            printf ("SECCION I Plantas criptogamas (p. XXXV) \n\n");
            goto seccionI;
            break;

        default:
            printf ("Introduzca numeros validos \n");
            goto leer1;
    }

    a1_:
    int b;
    printf ( "1  Estambres y pistilos en la misma planta, a veces en flores diferentes \n" );
    printf ( "2  Todas las flores sin pistilo, o bien todas las flores sin estambres \n" );
    leer2:
    scanf ("%i", &b);
    switch ( b )
    {
        case 1:
            /* goto a1_1; */
            break;

        case 2:
            printf ("SECCION F Plantas con todas las flores sin estambres o sin pistilo (p. XXII)
\n\n");
            goto seccionF;
            break;

        default:
            printf ("Introduzca numeros validos \n");
            goto leer2;
    }

    a1_1:
    /* Sentencias para esta seccion muy parecidas a las anteriores */

    seccionI:
    /* Sentencias para esta seccion muy parecidas a las anteriores */

    seccionF:
    /* Sentencias para esta seccion muy parecidas a las anteriores */
}

//EoF

```

## APÉNDICE B: CLAVES DICOTÓMICAS

### CLAVE GENERAL Y CLAVES DE FAMILIAS

1. Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez
  - 1.1. Estambres y pistilos en la misma planta, a veces en flores diferentes
    - 1.1.1. Flores no reunidas en capítulos, rodeados por un anillo de brácteas
      - 1.1.1.1. Flores con dos cubiertas (cáliz y corola) de color o consistencia diferentes.
        - 1.1.1.1.1. Corola no papilionácea
          - 1.1.1.1.1.1. Pétalos libres entre ellos hasta la base
            - **SECCIÓN A** – Plantas con los pétalos separados (p. XVIII)
          - 1.1.1.1.1.2. Pétalos soldados entre ellos, al menos por la base
            - **SECCIÓN B** – Plantas con los pétalos soldado (p. XXIII)
        - 1.1.1.1.2. Corola papilionácea (estandarte, alas y quilla)
          - **SECCIÓN C** – Plantas de corola papilionácea (p. XXVI)
      - 1.1.1.2. Flores con una sola cubierta o con dos cubiertas de color y consistencia parecidos, o bien sin envoltura floral.
        - 1.1.1.2.1. Árbol o arbusto resinoso, con flores desprovistas de estigma
          - **SECCIÓN H** – Plantas gimnospermas (p. XXXIV)
        - 1.1.1.2.2. Planta herbácea o bien árbol o arbusto no resinoso; flores con estigmas.
          - 1.1.1.2.2.1. Hojas con nerviación no ramificada, partes similares de la flor dispuestas en grupos de 6, de 3, o de menos de 3.
            - **SECCIÓN E** – Plantas monocotiledóneas (p. XXXI)
          - 1.1.1.2.2.2. Plantas sin todos estos caracteres a la vez; en general, hojas con nerviación más o menos ramificada.
            - **SECCIÓN D** – Plantas con una única cubierta floral (p. XXVI)
    - 1.1.2. Flores reunidas en capítulos, sin pedúnculos y situadas en el extremo de una rama o tallo, rodeadas por un anillo de brácteas (involucro)
      - **SECCIÓN G** – Plantas con flores en capítulos (p. XXIV)
  - 1.2. Todas las flores sin pistilo, o bien todas las flores sin estambres
    - **SECCIÓN F** – Plantas con todas las flores sin estambres o sin pistilo (p. XXII)
2. Plantas sin flores, que nunca presentan estambres, ni pistilo
  - **SECCIÓN I** – Plantas criptógamas (p. XXXV)

– **SECCIÓN A – PLANTAS CON LOS PÉTALOS SEPARADOS (p. XVIII)**

A.1. Flores con más de 12 estambres

**GRUPO 1º** - (p. XIX)

A.2. Flores con 12 estambres o menos de 12

A.2.1. Cáliz con sépalos a la vez completamente libres entre ellos o un poco soldados por la base y no soldados al ovario

A.2.1.1. Pistilo con carpelos completamente libres o reunidos solamente en la parte central

**GRUPO 2º** - (p. XIX)

A.2.1.2. Pistilo con carpelos soldados en un único ovario

**GRUPO 3º** - (p. XX)

A.2.2. Cáliz con los sépalos más o menos soldados entre ellos de forma longitudinal, o bien cáliz soldado al ovario situado en apariencia por debajo de la flor.

A.2.2.1. Hojas gruesas y carnosas

**GRUPO 4º** - (p. XXII)

A.2.2.2. Hojas que no son a la vez ni gruesas ni carnosas

A.2.2.2.1. Árbol o arbusto

**GRUPO 5º** - (p. XXII)

A.2.2.2.2. Planta que no es ni árbol ni arbusto

**GRUPO 6º** - (p. XXII)

**GRUPO 1º** -

1º.1. Estambres y pétalos unidos a los sépalos por su base.

1º.1.1. Hojas gruesas y carnosas. De 6 a 20 pétalos, o incluso más

1º.1.1.1. Más de 5 sépalos; carpelos libres

**Crasuláceas** – (p. 110)

1º.1.1.2. sépalos; carpelos soldados entre ellos, excepto en su parte superior

**Ficoidáceas** – (p.112)

1º.1.2. Hojas no carnosas; de 4 a 8 pétalos, raramente más

1º.1.2.1. Cáliz de color rojo intenso, en forma más o menos de trompo; pétalos de color rojo intenso, arbusto de hojas brillantes, coriáceas, simples

**Puniáceas** – (p. 103)

1º.1.2.2. Arbusto aromático, de hojas persistentes, coriáceas, completamente enteras y sin estípulas; flores blancas

**Mirtáceas** – (p. 107)

1º.1.2.3. Arbusto de hojas dentadas, opuestas y sin estípulas; flores blancas muy olorosas

**Filadelfiáceas** – (p. 106)

1º.1.2.4. Plantas sin estas características

**Rosáceas** – (p. 92)

- 1º.2. Estambres no unidos a los sépalos y soldados entre ellos, por lo menos en la base, o dispuestos en grupos
  - 1º.2.1. Árbol o arbusto
    - 1º.2.1.1. Pedúnculo soldado a la bráctea; 5 sépalos libres, o pétalos; hojas blandas no persistentes  
**Tiliáceas** – (p. 54)
    - 1º.2.1.2. Pedúnculo no soldado a la bráctea; sépalos soldados; de 3 a 8 pétalos; hojas bastante coriáceas, persistentes en invierno  
**Hesperidáceas** – (p. 62)
  - 1º.2.2. Planta que no es ni un árbol ni un arbusto
    - 1º.2.2.1. Hojas opuestas, enteras; de 3 a 5 estilos; estambres dispuestos en grupos  
**Hipericáceas** – (p. 59)
    - 1º.2.2.2. Hojas alternas
      - 1º.2.2.2.1. Flores formando racimos alargados; pétalos muy divididos  
**Resedáceas** – (p. 38)
      - 1º.2.2.2.2. Flores no dispuestas en racimos alargados, por lo común situadas en la axila de las hojas; cáliz a menudo doble  
**Malváceas** – (p. 55)
- 1º.3. Estambres no unidos a los sépalos y separados hasta la base
  - 1º.3.1. Más de 16 pétalos
    - 1º.3.1.1. Planta acuática flotante o sumergida; hojas de borde entero  
**Ninfeáceas** – (p. 11)
    - 1º.3.1.2. Planta ni flotante, ni sumergida; hojas profundamente divididas  
**Ranunculáceas** – (p. 2)
  - 1º.3.2. Menos de 16 pétalos
    - 1º.3.2.1. Pistilo con un solo ovario; pétalos arrugados o replegados sobre sí mismos en el capullo
      - 1º.3.2.1.1. 4 pétalos
        - 1º.3.2.1.1.1. 4 sépalos; hojas más o menos redondeadas, enteras  
**Caparidáceas** – (p. 34)
        - 1º.3.2.1.1.2. 2 sépalos que se caen cuando se abre la flor  
**Papaveráceas** – (p. 12)
      - 1º.3.2.1.2. Más de 4 pétalos
        - 1º.3.2.1.2.1. Hojas enteras o finamente dentadas, a menudo opuestas  
**Cistáceas** – (p. 34)
        - 1º.3.2.1.2.2. Hojas muy divididas  
**Ranunculáceas** – (p. 2)
    - 1º.3.2.2. Pistilo, en general formado por varias partes y pétalos ni arrugados ni replegados en el capullo.
      - 1º.3.2.2.1. Flor que no presenta a la vez 3 sépalos y 3 pétalos  
**Ranunculáceas** – (p. 2)

- 1º.3.2.2.2. Flor que presenta a la vez 3 sépalos y 3 pétalos  
**Alismatáceas** – (p. 290)

**GRUPO 2º -**

- 2º.1. Hojas gruesas y carnosas  
**Crasuláceas** – (p. 110)
- 2º.2. Hojas no carnosas
- 2º.2.1. 3 sépalos y 3 pétalos
- 2º.2.1.1. Sépalos muy diferentes a los pétalos  
**Alismatáceas** – (p. 290)
- 2º.2.1.2. Sépalos casi del mismo color que los pétalos; flores en umbela  
**Butomáceas** – (p. 290)
- 2º.2.2. 4 o 5 sépalos y 4 o 5 pétalos, o más
- 2º.2.2.1. Pétalos pequeños, verdosos; hojas enteras, coriáceas  
**Coriáceas** – (p. 63)
- 2º.2.2.2. Pétalos en forma de cuchara, hojas completamente divididas 2 o 3 veces; planta de olor fuerte; flores amarillas  
**Rutáceas** – (p. 63)
- 2º.2.2.3. Plantas sin estas características
- 2º.2.2.3.1. Pétalos muy divididos; flores dispuestas en racimos alargados  
**Resedáceas** – (p. 38)
- 2º.2.2.3.2. Pétalos enteros o escotados
- 2º.2.2.3.2.1. 5 carpelos y 5 estigmas
- 2º.2.2.3.2.1.1. Árbol de hojas alternas, formadas por diversos foliolos; 10 estambres  
**Terebintáceas** – (p. 65)
- 2º.2.2.3.2.1.2. Planta que no es un árbol
- 2º.2.2.3.2.1.2.1. Flores pequeñas, verdosas; hojas con 3 foliolos  
**Rosáceas** – (p. 92)
- 2º.2.2.3.2.1.2.2. Flores no verdosas; 5 estigmas; 5 o 10 estambres  
**Geraniáceas** – (p. 57)
- 2º.2.2.3.2.2. Carpelos numerosos  
**Ranunculáceas** – (p. 2)

**GRUPO 3º –**

- 3º.1. Flores irregulares
- 3º.1.1. 4 sépalos
- 3º.1.1.1. Pétalos unidos de dos en dos; flor prolongada en un largo espolón curvado  
**Balsamináceas** – (p. 62)
- 3º.1.1.2. Pétalos libres entre ellos; flores desprovistas de espolones curvados  
**Crucíferas** – (p. 15)

- 3º.1.2. 5 sépalos; 5 pétalos desiguales  
**Violáceas** – (p. 36)
- 3º.1.3. 2 sépalos, flores en racimos; hojas muy divididas; flores alargadas  
**Fumariáceas** – (p.13)
- 3º.2. Flores regulares
  - 3º.2.1. 6 estambres, dos de los cuales más cortos, 4 pétalos, 4 sépalos; flores en racimos, a veces apretados  
**Crucíferas** – (p. 15)
  - 3º.2.2. Hojas con 3 foliolos y flores con 10 o 4 estambres
    - 3º.2.2.1. 10 estambres; 5 estilos más o menos soldados  
**Oxalidáceas** – (p. 62)
    - 3º.2.2.2. 4 estambres; estilo muy corto  
**Berberidáceas** – (p. 11)
- 3º.3. Plantas sin estas características
  - 3º.3.1. Hojas ni opuestas, ni verticiladas
    - 3º.3.1.1. Árbol o arbusto o arbolillo
      - 3º.3.1.1.1. Arbusto espinoso; flores amarillas formando racimo; fruto carnoso que se vuelve rojo  
**Berberidáceas** – (p. 11)
      - 3º.3.1.1.2. Árbol con hojas dos veces completamente divididas; con flores lilas cuyos estambres se encuentran unidos hasta el extremo superior en un tubo  
**Meliáceas** – (p. 62)
      - 3º.3.1.1.3. Arbusto o matilla de hojas muy pequeñas, simples; flores rosadas o rojizas
        - 3º.3.1.1.3.1. 5 o 10 estambres: 5 sépalos, 5 pétalos  
**Tamaricáceas** – (p. 107)
        - 3º.3.1.1.3.2. 3 estambres; 3 sépalos, 3 pétalos; fruto redondo  
**Empetráceas** – (p. 278)
    - 3º.3.1.2. Planta herbácea
      - 3º.3.1.2.1. Planta no verde; hojas reducidas a escamas  
**Monotropáceas** – (p. 204)
      - 3º.3.1.2.2. Planta verde; hojas no reducidas a escamas
        - 3º.3.1.2.2.1. Hojas numerosas a lo largo del tallo
          - 3º.3.1.2.2.1.1. 2 sépalos, caedizos al abrirse la flor  
**Papaveráceas** – (p. 12)
          - 3º.3.1.2.2.1.2. 4 sépalos, 4 pétalos  
**Crucíferas** – (p. 15)
          - 3º.3.1.2.2.1.3. 5 sépalos
            - 3º.3.1.2.2.1.3.1. Hojas completamente divididas en foliolos, peludas y sedosas por la cara inferior, flores amarillas  
**Zigofiláceas** – (p. 62)
            - 3º.3.1.2.2.1.3.2. Hojas no divididas en foliolos



- 3º.3.1.2.2.1.3.2.1. Pétalos blancos, iguales a los sépalos; hojas redondeadas en su extremo; ovario con 1 solo lóculo  
**Paroniquiáceas** – (p. 108)
- 3º.3.1.2.2.1.3.2.2. Planta sin estos caracteres; ovario con varios lóculos  
3º.3.1.2.2.1.3.2.2.1 Flores en racimos simples, de color blanco un poco verdoso, todas vueltas de un mismo lado  
**Piroláceas** – (p. 203)  
3º.3.1.2.2.1.3.2.2.1 Planta sin estos caracteres
- Lináceas** – (p. 53)
- 3º.3.1.2.2.2. Todas o casi todas las hojas en la base, a veces en una sola hoja a lo largo del tallo  
3º.3.1.2.2.2.1. 5 estambres; anteras vueltas hacia el exterior  
3º.3.1.2.2.2.1.1. Flor con 5 escamas grandulosas o bien hojas cubiertas de prolongaciones grandulosas  
**Droseráceas** – (p. 39)  
3º.3.1.2.2.2.1.2. Planta sin estos caracteres  
**Piroláceas** – (p. 203)
- 3º.3.1.2.2.3. Todas o casi todas las hojas en la base, a veces una sola hoja a lo largo del tallo  
3º.3.1.2.2.3.1. 5 estambres; anteras vueltas hacia el exterior  
3º.3.1.2.2.3.1.1. Flor con 5 escamas grandulosas o bien hojas cubiertas de prolongaciones grandulosas  
**Droseráceas** – (p. 39)  
3º.3.1.2.2.3.1.2. Planta sin estas características  
**Piroláceas** – (p. 203)
- 3º.3.1.2.2.3.2. 4 estambres; anteras vueltas hacia el interior  
3º.3.1.2.2.3.2.1. Flores amarillas o anaranjadas  
**Papaveráceas** – (p. 12)  
3º.3.1.2.2.3.2.2. Flores blancas  
**Crucíferas** – (p. 15)
- 3º.3.2. Hojas opuestas o verticiladas  
3º.3.2.1. Árbol o arbusto con hojas cuya nerviación se dispone en abanico  
**Aceráceas**
- 3º.3.2.2. Planta de los trampales de tallos acostados, con raíces o planta acuática; flores muy pequeñas  
3º.3.2.2.1. Hojas hinchadas a modo de vejiga, planta acuática; 5 estambres  
**Droseráceas** – (p. 39)  
3º.3.2.2.2. Hojas no hinchadas a modo de vejiga; de 3 a 4 estambres  
**Elatináceas** – (p. 53)
- 3º.3.2.3. Planta herbácea sin las características precedentes

- 3º.3.2.3.1. Hojas verticiladas de 4 en 4 por lo menos
  - 3º.3.2.3.1.1. Hojas no dentadas; anteras vueltas hacia el interior  
**Paroniquiáceas** – (p. 108)
  - 3º.3.2.3.1.2. Hojas dentadas; anteras vueltas hacia el exterior  
**Piroláceas** – (p. 203)
- 3º.3.2.3.2. Hojas no verticiladas de 4 en 4
  - 3º.3.2.3.2.1. Cáliz que presenta de 8 a 10 divisiones; 4 pétalos  
**Lináceas** – (p. 53)
  - 3º.3.2.3.2.2. Cáliz que presenta de 4 a 5 sépalos
    - 3º.3.2.3.2.2.1. Hojas no divididas en foliolos
      - 3º.3.2.3.2.2.1.1. Pétalos enteros y amarillentos en la base o bien de color amarillo azufre; sépalos con cilios grandulosos  
**Lináceas** – (p. 53)
      - 3º.3.2.3.2.2.1.2. Pétalos que no son a la vez enteros y amarillentos en la base ni de color amarillo azufre
        - 3º.3.2.3.2.2.1.2.1. Pétalos poco visibles; ovario con 1 solo óvulo, fruto con 1 sola semilla  
**Paroniquiáceas** – (p. 108)
        - 3º.3.2.3.2.2.1.2.2. Pétalos por lo común visibles; varios óvulos; fruto con varias semillas  
**Cariofiláceas** – (p. 41)
      - 3º.3.2.3.2.2.2. Hojas completamente divididas en foliolos, peludas y sedosas en la cara interior; flores amarillas  
**Zigofiláceas** – (p. 62)

**GRUPO 4º –**

- 4º.1. Planta que presenta a la vez un solo ovario con dos lóbulos, 10 estambres, 2 estilos y 5 pétalos  
**Saxifragáceas** – (p. 113)
- 4º.2. Planta sin estas características
  - 4º.2.1. Hojas opuestas, por lo menos las inferiores
    - 4º.2.1.1. Estambres con anteras vueltas hacia el exterior; flores rosas, violetas o púrpuras; tallos largos  
**Frankeniáceas** – (p. 40)
    - 4º.2.1.2. Estambres con anteras vueltas hacia el interior
      - 4º.2.1.2.1. Flores poco visibles, agrupadas en el extremo de las ramas  
**Portuláceas** – (p. 107)
      - 4º.2.1.2.2. Flores muy visibles  
**Cariofiláceas** – (p. 41)
    - 4º.2.2. Hojas todas ellas alternas; pistilo formado por carpelos libres en igual número que los pétalos  
**Crasuláceas** – (p. 110)

**GRUPO 5º –**

- 5º.1. Hojas divididas, por lo menos las inferiores

- 5º.1.1. Arbusto trepador o rastrero, de hojas alternas
  - 5º.1.1.1. Flores no dispuestas en umbelas; pétalos verdosos unidos en la parte superior; planta que trepa mediante zarcillos  
**Vitáceas** – (p. 61)
  - 5º.1.1.2. Flores en umbelas; planta que trepa mediante raíces en forma de gancho, o bien planta aplicada sobre el suelo  
**Araliáceas** – (p. 136)
- 5º.1.2. Árbol o arbusto ni trepador, ni rastrero
  - 5º.1.2.1. Hojas alternas
    - 5º.1.2.1.1. Hojas no divididas en foliolos diferenciados; peciolo menor que los sépalos  
**Grosulariáceas** – (p. 113)
    - 5º.1.2.1.2. Hojas completamente divididas con 7 a 13 foliolos; 5 estambres, 3 estilos  
**Terebintáceas** – (p. 65)
  - 5º.1.2.2. Hojas opuestas
    - 5º.1.2.2.1. Árbol de flores irregulares, con 7 estambres, raramente con 5 o 6; hojas opuestas con foliolos dispuestos en abanico  
**Hipocastanáceas** – (p. 61)
    - 5º.1.2.2.2. Árbol o arbusto de flores regulares; hojas con foliolos no dispuestos en abanico  
**Estafiláceas** – (p. 63)
- 5º.2. Hojas enteras o dentadas
  - 5º.2.1. Hojas no opuestas excepto a veces en las ramas jóvenes
    - 5º.2.1.1. Flores dispuestas en umbelas  
**Umbelíferas** – (p. 117)
    - 5º.2.1.2. Flores no dispuestas en umbelas
      - 5º.2.1.2.1. Estambres opuestas a los pétalos  
**Ramnáceas** – (p. 64)
      - 5º.2.1.2.2. Estambres alternos con respecto a los pétalos  
**Terebintáceas** – (p. 65)
  - 5º.2.2. Hojas en su totalidad o en mayor parte opuestas
    - 5º.2.2.1. Hojas finamente dentadas con nerviación separada  
**Celastráceas** – (p. 63)
    - 5º.2.2.2. Hojas enteras, con nerviación convergente en la parte superior, o bien hojas aún no desarrolladas cuando la planta está en flor  
**Cornáceas** – (p. 136)

#### **GRUPO 6º –**

- 6º.1. Flores en umbelas; hojas alternas; 5 estambres, 2 estilos  
**Umbelíferas** – (p. 117)
- 6º.2. Planta acuática sumergida; flores verticiladas  
**Miriofiláceas** – (p. 105)
- 6º.3. Planta que no presenta los caracteres precedentes
  - 6º.3.1. De 6 a 12 estambres, o solo 2

- 6º.3.1.1. Cáliz que presenta de 2 a 5 dientes
    - 6º.3.1.1.1. De 2 a 5 estilos
      - 6º.3.1.1.1.1. Ovario no dividido en lóculos, ni soldado al cáliz; hojas opuestas  
**Cariofiláceas** – (p. 41)
      - 6º.3.1.1.1.2. Ovario dividido en 2 lóculos, libre o más o menos soldado al cáliz; hojas alternas, raramente opuestas  
**Saxifragáceas** – (p. 113)
    - 6º.3.1.1.2. 1 estilo, con 1, 2, 4 o 5 estigmas
      - 6º.3.1.1.2.1. 5 pétalos
        - 6º.3.1.1.2.1.1. Planta no acuática; flores no amarillas  
**Piroláceas** – (p. 203)
        - 6º.3.1.1.2.1.2. Planta acuática que flora sobre el agua; flores amarillas  
**Onagráceas** – (p. 104)
      - 6º.3.1.1.2.2. 2 o 4 pétalos; no todas las hojas en la base  
**Onagráceas** – (p. 104)
  - 6º.3.1.2. Cáliz que presenta de 8 a 12 dientes; de 6 a 12 estambres, ovario libre; inflorescencia alargada  
**Litráceas** – (p. 106)
- 6º.3.2. 3, 4 o 5 estambres
    - 6º.3.2.1. Hojas enteras
      - 6º.3.2.1.1. Pistilo con 1 solo ovario no dividido exteriormente
        - 6º.3.2.1.1.1. Cáliz con 8 a 12 dientes  
**Litráceas** – (p. 106)
        - 6º.3.2.1.1.2. 4 sépalos  
**Lináceas** – (p. 53)
        - 6º.3.2.1.1.3. 5 sépalos
          - 6º.3.2.1.1.3.1. Flores rosas muy alargadas  
**Cariofiláceas** – (p. 41)
          - 6º.3.2.1.1.3.2. Flores ni rosas ni alargadas  
**Paroniquiáceas** – (p. 108)
      - 6º.3.2.1.2. Pistilo con 3 o 4 carpelos separados  
**Crasuláceas** – (p. 110)
    - 6º.3.2.2. Hojas lobuladas o muy divididas  
**Umbelíferas** – (p. 117)

## – SECCIÓN B – PLANTAS CON LOS PÉTALOS SOLDADOS (p. XXIII)

- B.1. Estambres no soldados a la corola  
**GRUPO 7º** - (p. XXIII)
- B.2. Estambres soldados a la corola, por lo menos en la base
  - B.2.1. 3 estambres o bien 1 solo  
**GRUPO 8º** - (p. XXIV)
  - B.2.2. 2 o 4 estambres, dos de ellos más pequeños

**GRUPO 9º - (p. XXIV)**

B.2.3. 4 estambres o más de 4

B.2.3.1. Sin hojas

**GRUPO 10º - (p. XXV)**

B.2.3.2. Hojas ni opuestas ni verticiladas, ni todas en la base

**GRUPO 10º - (p. XXV)**

B.2.3.3. Hojas verticiladas, por lo menos las que se encuentran en la base de la planta

**GRUPO 11º - (p. XXV)**

B.2.3.4. Hojas opuestas, o bien todas en la base

**GRUPO 12º - (p. XXVI)**

**GRUPO 7º –**

7º.1. Arbusto a veces muy pequeño

7º.1.1. Ovario soldado al cáliz

**Vacciniáceas – (p. 200)**

7º.1.2. Ovario libre

**Ericáceas – (p. 201)**

7º.2. Planta herbácea

7º.2.1. Flor regular

7º.2.1.1. Todas las hojas en la base; planta acuática con flores poco visibles

**Plantagináceas – (p.258)**

7º.2.1.2. Planta que no presenta estas características

7º.2.1.2.1. Ovario soldado al cáliz

**Campanuláceas – (p. 196)**

7º.2.1.2.2. Ovario libre; flores amarillas

**Lináceas – (p. 53)**

7º.2.2. Flor irregular

7º.2.2.1. Hojas enteras o dentadas

7º.2.2.1.1. Flores azules sin espolón; cáliz verde

**Lobeliáceas – (p. 195)**

7º.2.2.1.2. Flores amarillas con espolón; pétalos soldados de 2 en 2; cáliz coloreado

**Balsamináceas – (p. 62)**

7º.2.2.2. Hojas muy divididas

7º.2.2.2.1. Dos sépalos a veces muy pequeños; pétalos poco soldados

**Fumariáceas – (p. 13)**

7º.2.2.2.2. 5 sépalos coloreados, uno de ellos en forma de espolón

**Ranunculáceas – (p. 2)**

**GRUPO 8º –**

8º.1. Cáliz regular con 2 – 3 sépalos no soldados al ovario; flores pequeñas, poco visibles, en grupos; hojas carnosas

**Portuláceas – (p. 107)**

8º.2. Cáliz soldado al ovario

8º.2.1. Pétalos no soldados formando tubo; flores amarillas o de un color amarillo verdoso

**Cucurbitáceas** – (p. 107)

8º.2.2. Pétalos soldados formando tubo

**Valerianáceas** – (p. 144)

#### **GRUPO 9º –**

9º.1. Árbol o arbusto; flores con 2 estambres

9º.1.1. Hojas alternas; flores amarillas con 5 a 8 pétalos soldados en tubo

**Jasmináceas** – (p. 211)

9º.1.2. Hojas opuestas

9º.1.2.1. Flores irregulares; ovario dividido en 4 partes distintas

**Labiadas** – (p. 245)

9º.1.2.2. Flores regulares; ovario no dividido externamente

**Oleáceas** – (p. 211)

9º.2. Planta no verde con hojas reducidas a escamas, parásita

**Orobancáceas** – (p. 241)

9º.3. Planta sin los caracteres precedentes

9º.3.1. Planta que no es un arbusto con los foliolos dispuestos en abanico

9º.3.1.1. Ovario dividido en 4 partes diferentes; hojas opuestas; tallo a menudo con 4 ángulos

**Labiadas** – (p. 145)

9º.3.1.2. Ovario no dividido exteriormente en 4 partes

9º.3.1.2.1. Flores con brácteas espinosas; flores de alrededor de 4cm de longitud, blancas o rojizas; hojas irregularmente divididas

**Acantáceas** – (p. 258)

9º.3.1.2.2. Flores casi regulares, lilas, formando espigas alargadas; hojas opuestas con divisiones profundas; fruto que se separa en 4 partes en la madurez

**Verbenáceas** – (p. 258)

9º.3.1.2.3. Todas las hojas casi en la base, enteras y sin peciolo; o bien planta sumergida de hojas recortadas en finas tiras

**Lentibulariáceas** – (p. 204)

9º.3.1.2.4. Planta sin los caracteres precedentes; fruto seco con varias semillas

**Escrofulariáceas** – (p. 229)

9º.3.2. Arbusto con los foliolos dispuestos en abanico

**Verbenáceas** – (p. 258)

#### **GRUPO 10º –**

10º.1. Ovario dividido exteriormente en 4 partes

10º.1.1. 5 estambres; hojas no carnosas

**Boragináceas** – (p. 219)

10º.1.2. 10 estambres; hojas carnosas

**Crasuláceas** – (p. 110)

- 10º.2. Ovario no dividido exteriormente en 4 partes
- 10º.2.1. Más de 12 estambres; pétalos apenas soldados por sus bases; cáliz doble  
**Malváceas** – (p. 55)
- 10º.2.2. Plantas sin hojas; no verde que se enreda alrededor de otras plantas  
**Cuscutáceas** – (p. 218)
- 10º.2.3. Sépalos libres, 2 de los cuales son más grandes y coloreados; 8 estambres soldados en 2 grupos  
**Poligaláceas** – (p. 40)
- 10º.2.4. Arbusto de hojas espinosas, por lo menos las inferiores; flores blancas  
**Aquifoliáceas** – (p. 63)
- 10º.2.5. Plantas sin los caracteres precedentes
- 10º.2.5.1. Planta trepadora, con estambres libres entre ellos, corola en forma de campana  
**Convolvuláceas** – (p. 216)
- 10º.2.5.2. Planta que no es trepadora ni presenta estambres libres entre sí
- 10º.2.5.2.1. De 2 a 5 estigmas
- 10º.2.5.2.1.1. Hojas compuestas por numerosos foliolos  
**Polemoniáceas** – (p. 216)
- 10º.2.5.2.1.2. Hojas simples
- 10º.2.5.2.1.2.1. Ovario soldado al cáliz  
**Campanuláceas** – (p. 196)
- 10º.2.5.2.1.2.2. Ovario libre
- 10º.2.5.2.1.2.2.1. 2 estilos; corola en forma de campana  
**Convolvuláceas** – (p. 216)
- 10º.2.5.2.1.2.2.2. 5 estilos más o menos soldados; 5 estigmas; flores más o menos apretadas  
**Plumbagináceas** – (p. 261)
- 10º.2.5.2.2. 1 estigma
- 10º.2.5.2.2.1. Flores en racimos muy alargados, o en espigas, con 5 estambres desiguales  
**Verbascáceas** – (p. 228)
- 10º.2.5.2.2.2. Planta sin las características anteriores
- 10º.2.5.2.2.2.1. Estambres soldados por sus filamentos alrededor del pistilo  
**Asclepiadáceas** – (p. 212)
- 10º.2.5.2.2.2.2. Estambres libres o soldados por sus anteras
- 10º.2.5.2.2.2.2.1. Estambres opuestos a los pétalos; ovario no dividido ni exterior ni interiormente  
**Primuláceas** – (p. 205)
- 10º.2.5.2.2.2.2.2. Estambres alternos con respecto a los pétalos
- 10º.2.5.2.2.2.2.2.1. Ovario dividido interiormente en 2 o 4 lóbulos

**Solanáceas – (p. 226)**

- 10º.2.5.2.2.2.2.2.2. Ovario dividido exteriormente en 2 partes; flores amarillas o amarillo purpúreas; hojas superiores que abrazan el tallo por medio de 2 orejuelas

**Boragináceas – (p. 219)**

**GRUPO 11º –**

- 11º.1. Ovario soldado al cáliz  
Rubiáceas – (p. 138)
- 11º.2. Ovario no soldado al cáliz
- 11º.2.1. Flores con el cáliz y la corola membranosas, dispuestas en espigas apretadas o en capítulos  
Plantagináceas – (p. 258)
- 11º.2.2. Planta sin estos caracteres
- 11º.2.2.1. Planta herbácea, estambres opuestos a los pétalos  
Primuláceas – (p. 205)
- 11º.2.2.2. Arbolillo de flores rosas, raramente blancas; estambres alternados con los pétalos  
Apocináceas – (p. 212)

**GRUPO 12º –**

- 12º.1. Flores con el cáliz o la corola membranosos, dispuestas en espigas apretadas o en capítulos rodeados de brácteas
- 12º.1.1. Estilos más o menos soldados, 4 estigmas, flores rosas, lilas, violetas o blancas, reunidas en capítulos con una larga bráctea invertida, o flores en racimos más o menos apretados  
**Plumbagináceas – (p. 261)**
- 12º.1.2. Un estilo simple; flores dispuestas en capítulos sin bráctea invertida por debajo o en espigas apretadas  
**Plantagináceas – (p. 258)**
- 12º.2. Flores no membranosas
- 12º.2.1. Ovario dividido en 4 partes
- 12º.2.1.1. Tallo con 4 ángulos; 4 estambres  
**Labiadas – (p. 245)**
- 12º.2.1.2. Tallo que no presenta 4 ángulos; 5 estambres  
**Boragináceas – (p. 219)**
- 12º.2.2. Ovario no dividido en 4 partes
- 12º.2.2.1. Hojas gruesas, algo carnosas, con 3 o 5 estilos; flores pequeñas, poco visibles  
**Portulacáceas – (p. 107)**
- 12º.2.2.2. Planta que no presenta estas características
- 12º.2.2.2.1. Arbusto derecho o trepador  
**Caprifoliáceas – (p. 136)**



- 12º.2.2.2.2. Planta herbácea con hojas opuestas
  - 12º.2.2.2.2.1. Flores verdosas, en masas globulosas  
**Caprifoliáceas** – (p. 136)
  - 12º.2.2.2.2.2. Flores coloreadas
    - 12º.2.2.2.2.2.1. Estambres soldados por sus filamentos en un tubo más o menos largo
      - 12º.2.2.2.2.2.1.1. Árbol; flores con 12 estambres  
**Estiracáceas** – (p. 210)
      - 12º.2.2.2.2.2.1.2. Planta herbácea; 5 estambres  
**Asclepiadáceas** – (p. 212)
    - 12º.2.2.2.2.2.2. Estambres insertos frente a los pétalos
      - 12º.2.2.2.2.2.2.1. 1 estilo simple, 1 estigma  
**Primuláceas** – (p. 205)
      - 12º.2.2.2.2.2.2.2. 5 estilos más o menos soldados y 5 estigmas  
**Plumbagináceas** – (p. 261)
    - 12º.2.2.2.2.2.3. Estambres insertos entre los pétalos
      - 12º.2.2.2.2.2.3.1. Estilo prolongado más allá del estigma, éste en forma de anillo; flores azules, raramente blancas y tallos rastreros; 2 grandes nectarios que alternan con los carpelos  
**Apocináceas** – (p. 212)
      - 12º.2.2.2.2.2.3.2. Todas las hojas en la base; planta cubierta de largos pelos pardo-rojizos  
**Ramondiáceas** – (p. 218)
      - 12º.2.2.2.2.2.3.3. Planta que no presenta estas características  
**Gencianáceas** – (p. 213)
    - 12º.2.2.2.2.2.4. 4 estambres, 2 de ellos más cortos; tallo trepador; hojas redondeadas y pecioladas  
**Caprifoliáceas** – (p. 136)

– **SECCIÓN C – PLANTAS DE COROLA PAPILONÁCEA (p. XXVI)**

- C.1. Árbol de flores rosas que aparecen antes que las hojas; hojas simples, redondas, acorazonadas en la base  
Cesalpináceas – (p. 92)
- C.2. Plantas sin estos caracteres  
Papilionáceas – (p. 65)

– **SECCIÓN D – PLANTAS CON UNA ÚNICA CUBIERTA FLORAL (p. XXVI)**

- D.1. Árbol o arbusto
  - D.1.1. Planta trepadora
    - GRUPO 13º** - (p. XXVII)
  - D.1.2. Planta no trepadora
    - D.1.2.1. Hojas o yemas opuestas
      - GRUPO 14º** - (p. XXVII)
    - D.1.2.2. Hojas o yemas no opuestas
      - D.1.2.2.1. Una o dos cubiertas florales
        - GRUPO 15º** - (p. XXVII)
      - D.1.2.2.2. Sin cubierta floral
        - GRUPO 16º** - (p. XXVIII)
- D.2. Planta que no es ni árbol ni arbusto, en ocasiones planta crasa muy desarrollada
  - D.2.1. Planta sin tallos ni hojas constituidos por láminas verdes que floran normalmente sobre el agua
    - GRUPO 17º** - (p. XXVIII)
  - D.2.2. Hojas verticiladas, por lo menos las inferiores
    - GRUPO 17º** - (p. XXVIII)
  - D.2.3. Hojas no desarrolladas, reducidas a escamas o bien planta con hojas desarrolladas, parásita sobre las ramas de los árboles
    - GRUPO 17º** - (p. XXVIII)
  - D.2.4. Hojas no verticiladas; planta no parásita sobre ramas
    - D.2.4.1. Hojas con estípulas reunidas en el peciolo formando una vaina que rodea más o menos el tallo
      - GRUPO 18º** - (p. XXIX)
    - D.2.4.2. Hojas sin estípulas o con estípulas no reunidas en el peciolo, con o sin vaina
      - D.2.4.2.1. 6 estambres o más de 6, con anteras
        - GRUPO 19º** - (p. XXIX)
      - D.2.4.2.2. De 0 a 5 estambres con anteras
        - GRUPO 20º** - (p. XXX)

**GRUPO 13º –**

- 13º.1. Flores blancas con numerosos estambres; planta que trepa por medio del peciolo de las hojas; hojas compuestas por foliolos distintos
  - Ranunculáceas** – (p. 2)
- 13º.2. Flores verdes con 5 estambres; planta que trepa por medio de zarcillos; hojas con nervios que parten de un mismo punto
  - Vitáceas** – (p. 61)

**GRUPO 14º –**

- 14º.1. Cáliz de color rosa; corola pequeña, globulosa, situada en el interior del cáliz
  - Ericáceas** – (p. 201)

- 14º.2. Cáliz y corola verdosos o amarillentos; hojas con nerviación en forma de abanico  
**Aceráceas** – (p. 61)
- 14º.3. Planta que no presenta a la vez cáliz y corola
- 14º.3.1. Hojas compuestas de foliolos; flores en grupos compactos  
**Oleáceas** – (p. 211)
- 14º.3.2. Hojas simples
- 14º.3.2.1. Planta marítima carnosa; ovario con un solo flóculos y con un solo óvulo; fruto con una semilla  
**Salsoláceas** – (p. 265)
- 14º.3.2.2. Arbusto a veces muy pequeño, con hojas no desarrolladas; ramas articuladas; opuestas  
**Gnetáceas** – (p. 374)
- 14º.3.2.3. Planta sin estas características
- 14º.3.2.3.1. Flores en grupos compactos; arbusto de hojas persistentes, ovaladas  
**Euforbiáceas** – (p. 278)
- 14º.3.2.3.2. Flores en espigas alargadas; hojas no persistentes  
**Salicáceas** – (p. 286)

**GRUPO 15º –**

- 15º.1. Planta que no presenta flores con los estambres dispuestos en espigas
- 15º.1.1. Flor con 5 estambres o menos de 5
- 15º.1.1.1. Hojas compuestas por foliolos distintos  
**Cesalpináceas** – (p. 92)
- 15º.1.1.2. Hojas simples
- 15º.1.1.2.1. Flores en umbela, hojas enteras  
**Umbelíferas** – (p. 117)
- 15º.1.1.2.2. Hojas como plateadas, al menos en la cara inferior  
**Eleagnáceas** – (p. 277)
- 15º.1.1.2.3. Planta sin estos caracteres
- 15º.1.1.2.3.1. Árbol
- 15º.1.1.2.3.1.1. Flores blanquecinas; hojas terminadas en punta cuya nerviación está muy marcada en la cara inferior  
**Celtidáceas** – (p. 283)
- 15º.1.1.2.3.1.2. Flores verdosas sépalos soldados entre ellos; hojas a menudo ásperas por la cara inferior  
**Ulmáceas** – (p. 283)
- 15º.1.1.2.3.2. Arbusto
- 15º.1.1.2.3.2.1. Planta marítima más o menos carnosa  
**Salsoláceas** – (p. 265)
- 15º.1.1.2.3.2.2. Planta no marítima  
**Ramnáceas** – (p. 64)
- 15º.1.2. Flor con 6 estambres o más
- 15º.1.2.1. Estambres numerosos; hojas simples de base acorazada

- Tiliáceas** – (p. 54)
- 15º.1.2.2. 6 estambres
- 15º.1.2.2.1. Arbusto espinoso de hojas no plateadas
- Berberidáceas** – (p. 11)
- 15º.1.2.2.2. Árbol no espinoso de hojas plateadas
- Eleagnáceas** – (p. 277)
- 15º.1.2.3. 8 estambres
- Timeleáceas** – (p. 275)
- 15º.2. Planta con flores cuyos estambres se hallan agrupados en espigas más o menos compactas
- 15º.2.1. Hojas simples
- 15º.2.1.1. Flores rodeadas por una cubierta carnosa; fruto carnoso; flor postilada con 2 estilos
- Moráceas** – (p. 283)
- 15º.2.1.2. Flores no rodeadas por una cubierta carnosa; fruto no carnoso
- Cupulíferas** – (p. 285)
- 15º.2.2. Hojas compuestas
- Juglandáceas** – (p. 284)
- GRUPO 16º –**
- 16º.1. Árbol o arbusto resinoso
- 16º.1.1. Arbusto de hojas ovaladas; 2 estilos, 2 estigmas
- Miricáceas** – (p. 290)
- 16º.1.2. Árbol de hojas alargadas; sin estigmas
- 16º.1.2.1. Todas las ramas dispuestas junto al tallo; hojas aplicadas; fruto globuloso
- Cupresáceas** – (p. 373)
- 16º.1.2.2. Árbol sin estas características
- Abietáceas** – (p. 372)
- 16º.2. Árbol o arbusto no resinoso
- 16º.2.1. Árbol o arbusto que segrega un jugo blanco al ser rotas o las ramas; flores o frutos dispuestos en forma de higo
- Ficáceas** – (p. 283)
- 16º.2.2. Hojas compuestas de folíolos distintos
- Juglandáceas** – (p. 284)
- 16º.2.3. Hojas con nerviación en abanico; flores agrupadas en bolas
- Platanáceas** – (p. 289)
- 16º.2.4. Plantas sin estas características
- 16º.2.4.1. Yemas con dos escamas de las cuales una es muy grande o con una sola escama; fruto con dos valvas; semillas peludas
- Salicáceas** – (p. 286)
- 16º.2.4.2. Yemas con numerosas escamas
- 16º.2.4.2.1. Flores postiladas dispuestas en espigas; sin involucro alrededor del fruto

**Betuláceas** – (p. 289)

16º.2.4.2.2. Flores postiladas aisladas o en número de 2 a 5; un involucro alrededor del fruto o de los frutos

**Cupulíferas** – (p. 285)

**GRUPO 17º –**

17º.1. Planta fijada sobre las ramas de los árboles; flores con 4 partes; planta de color verde un poco amarillento; hojas opuestas

**Lorantáceas** – (p. 136)

17º.2. Planta sin tallos ni hojas, formada por láminas verdes; planta que flota generalmente sobre el agua

**Lemnáceas** – (p. 317)

17º.3. Hojas profundamente divididas

17º.3.1. Flores reunidas en grupos sucesivos en los ápices; hojas en verticilos de 4

**Miriofiláceas** – (p. 105)

17º.3.2. Flores no reunidas en grupos sucesivos

17º.3.2.1. Flores poco visibles; hojas en verticilos superpuestos

**Ceratofiláceas** – (p. 106)

17º.3.2.2. Flores muy visibles, coloreadas; un único verticilo de hojas

**Ranunculáceas** – (p. 2)

17º.4. Hojas enteras

17º.4.1. Flores con 1 estambre; poco visible; planta acuática

**Hipuridáceas** – (p. 105)

17º.4.2. Flores con 8 estambres, raramente 10; planta con 4 hojas anchas, raramente 5

**Liliáceas** – (p. 292)

17º.4.3. Flores con 4-5 estambres; pétalos de la corola soldados entre ellos, como mínimo por la base

**Rubiáceas** – (p. 138)

17º.5. Hojas no desarrolladas, reducidas a escamas

17º.5.1. Sin corola; 8 a 6 estambres

**Citináceas** – (p. 277)

17º.5.2. Corola con pétalos soldados entre ellos

17º.5.2.1. Planta no enredada alrededor de tallos

**Orobancáceas** – (p. 241)

17º.5.2.2. Planta enredada alrededor de otras plantas, con tallos delgados, dotados de haustorios

**Cuscutáceas** – (p. 218)

17º.5.3. Corola con pétalos separados hasta la base

17º.5.3.1. Planta no verde, parásita

**Monotropáceas** – (p. 204)

17º.5.3.2. Planta verde, crasa, no parásita; sépalos y pétalos numerosos

**Cactáceas** – (p. 112)

**GRUPO 18º –**

- 18º.1. Flores en umbela; flores con 5 estambres; hojas alternas  
**Umbelíferas – (p. 117)**
- 18º.2. Planta sin estos caracteres
- 18º.2.1. Hojas muy divididas, o dentadas y en abanico; estambres numerosos o 1 a 4 estambres
- 18º.2.1.1. Estambres soldados por la base a los sépalos; hojas de la base una sola vez completamente divididas  
**Rosáceas – (p. 92)**
- 18º.2.1.2. Estambres libres hasta la base; hojas más de una vez completamente divididas  
**Ranunculáceas – (p.2)**
- 18º.2.1.3. 10 estambres, soldados, formando un largo tubo; hojas compuestas de foliolos diferenciados  
**Papilionáceas – (p. 65)**
- 18º.2.2. Hojas enteras o casi; 4 a 9 estambres
- 18º.2.2.1. Cáliz con 1 a 4 divisiones, verdoso o inexistente y con 1 a 4 estambres  
**Potamogetonáceas – (p. 314)**
- 18º.2.2.2. Flor que no posee al mismo tiempo menos de 3 divisiones en el cáliz y menos de 5 estambres  
**Poligonáceas – (p. 270)**

**GRUPO 19º –**

- 19º.1. Tallo que segrega un líquido blanco al ser roto; ovario formado por 3 carpelos soldados, sostenidos por uno pequeño  
**Euforbiáceas – (p. 278)**
- 19º.2. Tallo que no segrega un líquido blanco al ser roto
- 19º.2.1. Más de 12 estambres
- 19º.2.1.1. Flores numerosas, cubiertas por una gran bráctea en forma de cucurucho; las flores se disponen en espiga y carecen de cáliz y corola  
**Aráceas – (p. 317)**
- 19º.2.1.2. Sin bráctea grande en forma de cucurucho
- 19º.2.1.2.1. Pistilo no dividido; carpelos soldados; 4 pétalos  
**Papaveráceas – (p. 12)**
- 19º.2.1.2.2. Planta sin estas características  
**Ranunculáceas – (p.2)**
- 19º.2.2. De 6 a 12 estambres
- 19º.2.2.1. Flores agrupadas en una masa globosa; estambres bifurcados de manera que parece como si hubiera de 8 a 10  
**Caprifoliáceas – (p. 136)**
- 19º.2.2.2. Hojas acorazonadas en la base; cáliz coloreado en forma de cucurucho o de campana  
**Aristolochiáceas – (p. 227)**

- 19º.2.2.3. Flores que no forman masas globosas y hojas no acorazonadas en la base
- 19º.2.2.3.1. Carpelos numerosos que forman un cono alargado en el centro de la flor  
**Ranunculáceas** – (p. 2)
- 19º.2.2.3.2. Carpelos que no forman un cono alargado
- 19º.2.2.3.2.1. 10 estilos cortos; flores en largos racimos simples  
**Fitolacáceas** – (p. 265)
- 19º.2.2.3.2.2. De 3 a 5 estilos cortos
- 19º.2.2.3.2.2.1. Ovario dividido en 3 partes; hojas alternas, blanquecinas; flores de 2 tipos  
**Euforbiáceas** – (p. 278)
- 19º.2.2.3.2.2.2. Ovario no dividido en 3 partes; hojas opuestas  
**Cariofiláceas** – (p. 41)
- 19º.2.2.3.2.3. 2 estilos
- 19º.2.2.3.2.3.1. Cáliz amarillo, con 4-5 sépalos  
**Saxifragáceas** – (p. 113)
- 19º.2.2.3.2.3.2. Cáliz verde con 3 sépalos  
**Euforbiáceas** – (p. 278)
- 19º.2.2.3.2.4. 1 o sin estilo; flores verdosas o rosadas
- 19º.2.2.3.2.4.1. Hojas estrechas, alternas
- 19º.2.2.3.2.4.1.1. 6 estambres, 3 de ellos más corto  
**Crucíferas** – (p. 15)
- 19º.2.2.3.2.4.1.2. 8 estambres  
**Timeláceas** – (p. 275)
- 19º.2.2.3.2.4.2. Hojas ovaladas, opuestas  
**Litráceas** – (p. 106)

**GRUPO 20º –**

- 20º.1. Hojas con nervios en abanico; flores verdes o verdosas
- 20º.1.1. Hojas acorazonadas; flores con estambres y pistilo  
**Violáceas** – (p. 36)
- 20º.1.2. Hojas no acorazonadas; flores o con estambres o con pistilos  
**Cannabáceas** – (p. 284)
- 20º.2. Planta sin estas características
- 20º.2.1. Flores en umbelas raramente reducidas a 2 radios; 2 estilos, 5 estambres  
**Umbelíferas** – (p. 117)
- 20º.2.2. Hojas redondas, unidas al peciolo por el centro  
**Umbelíferas** – (p. 117)
- 20º.2.3. Plantas que sin estas características
- 20º.2.3.1. Flores cubiertas por una gran bráctea en forma de cucurucho  
**Aráceas** – (p. 317)
- 20º.2.3.2. Flores con corola coloreada

- 20º.2.3.2.1. Flores amarillas, regulares; 4 estambres  
**Papaveráceas** – (p. 12)
- 20º.2.3.2.2. Flores amarillas, irregulares; cáliz coloreado con espolón; 5 estambres; 4 pétalos nidos de 2 en 2  
**Balsamináceas** – (p. 62)
- 20º.2.3.2.3. Flores azuladas, blancas o rosas
  - 20º.2.3.2.3.1. 1 a 3 estambres  
**Valerianáceas** – (p. 144)
  - 20º.2.3.2.3.2. 5 estambres  
**Primuláceas** – (p. 205)
- 20º.2.3.3. Flores verdosas, al menos externamente, que no presentan al mismo tiempo cáliz y corola
  - 20º.2.3.3.1. Flor con un único estigma
    - 20º.2.3.3.1.1. Planta acuática; 4 estambres; sépalos del cáliz soldados  
**Onagráceas** – (p. 104)
    - 20º.2.3.3.1.2. Planta no acuática
      - 20º.2.3.3.1.2.1. Planta sin pelos o casi, de hojas muy estrechas; flores en racimo; ovario soldado al cáliz; estigma no en forma de pincel; flores blanco-amarillentas en su interior  
**Santaláceas** – (p. 276)
      - 20º.2.3.3.1.2.2. Planta sin las características anteriores; estigma en forma de pincel  
**Urticáceas** – (p. 283)
  - 20º.2.3.3.2. Flor con varios estigmas
    - 20º.2.3.3.2.1. 5 estambres con anteras y 5 sin ellas; 5 estilos unidos en una columna que se alarga después de la floración; hojas con dientes redondeados  
**Geraniáceas** – (p. 57)
    - 20º.2.3.3.2.2. 5 estambres y 5 pequeños filamentos, raramente menos, que representan pétalos; planta generalmente con muchos tallos, que se extienden por el suelo; hojas de 2 en 2 o con estípulas membranosas  
**Paroniquiáceas** – (p. 108)
    - 20º.2.3.3.2.3. 1 a 5 estambres, no acompañados de filamentos
      - 20º.2.3.3.2.3.1. Planta acuática sumergida o flotante
        - 20º.2.3.3.2.3.1.1. 4 estambres; cáliz con 4 sépalos; flores dispuestas en espigas  
**Potamogetonáceas** – (p. 314)
        - 20º.2.3.3.2.3.1.2. 1 a 2 estambres; cáliz con 2 sépalos; flores solitarias  
**Calitricáceas** – (p. 106)
      - 20º.2.3.3.2.3.2. Planta ni flotante ni sumergida



20º.2.3.3.2.3.2.1. Todas las hojas alargadas y muy estrechas;  
fruto con 4 valvas; sépalos del cáliz separados  
hasta la base; 4 estambres

**Cariofiláceas** – (p. 41)

20º.2.3.3.2.3.2.2. Planta sin las características precedentes

20º.2.3.3.2.3.2.2.1. Flores rodeadas de brácteas  
membranosas

**Amarantáceas** – (p. 265)

20º.2.3.3.2.3.2.2.2. Flores no rodeadas de brácteas  
membranosas

20º.2.3.3.2.3.2.2.2.1. Hojas con divisiones  
redondeadas

**Crucíferas** – (p. 15)

20º.2.3.3.2.3.2.2.2.2. Hojas sin divisiones  
redondeadas

20º.2.3.3.2.3.2.2.2.1.1. Planta sin pelos o  
casi, de hojas muy agudas, membranosas en los  
bordes de la base; 2 estilos

**Amarantáceas** – (p. 265)

20º.2.3.3.2.3.2.2.2.1.2. Planta sin los  
caracteres precedentes

20º.2.3.3.2.3.2.2.2.1.1.1. Planta  
con flores de 2 tipos; fruto dividido exteriormente  
en 3 partes; 3 estilos; hojas blanquecinas

**Euforbiáceas** – (p. 278)

20º.2.3.3.2.3.2.2.2.1.1.2. Planta  
sin los caracteres anteriores

**Salsoláceas** – (p. 165)

## – SECCIÓN E – PLANTAS MONOCOTILEDÓNEAS (p. XXXI)

E.1. Flores muy irregulares, con el ovario aparentemente situado por debajo de la flor, a menudo con aspecto de pedúnculo floral; un único estambre soldado al estigma o 2 estambres

**Orquidáceas** – (p. 307)

E.2. Flores muy regulares, ni verdes ni membranosas, coloreadas

**GRUPO 21º** – (p. XXIX)

E.3. Flores verdes y membranosas o no vivamente coloreadas

**GRUPO 22º** – (p. XXXI)

### **GRUPO 21º** –

21º.1. 1, 2, 3 O 4 estambres, o muchos más

21º.1.1. Planta con 3 estambres cuyas anteras están envueltas hacia el exterior  
**Iridáceas** – (p. 303)

21º.1.2. Planta con 2, 3, 4 o muchos más estambres cuyas anteras están  
envueltas hacia el interior

- 21<sup>o</sup>.1.2.1. Planta espinosa, o con un solo verticilo de hojas, o bien con 2 hojas en lo alto del tallo  
**Liliáceas** – (p. 292)
- 21<sup>o</sup>.1.2.2. Planta acuática sin los caracteres anteriores  
**Hidrocantáceas** – (p.313)
- 21<sup>o</sup>.2. 6 estambres
  - 21<sup>o</sup>.2.1. Ovario soldado al cáliz  
**Amarilidáceas** – (p. 305)
  - 21<sup>o</sup>.2.2. Ovario libre
    - 21<sup>o</sup>.2.2.1. 3 sépalos verdes, 3 pétalos coloreados; planta acuática  
**Alismatáceas** – (p. 290)
    - 21<sup>o</sup>.2.2.2. Envoltura floral completamente coloreada
      - 21<sup>o</sup>.2.2.2.1. Hojas no desarrolladas en el tiempo de la floración; flor con un largo tubo  
**Colquicáceas** – (p. 291)
      - 21<sup>o</sup>.2.2.2.2. Hojas desarrolladas en el mismo tiempo de la floración
        - 21<sup>o</sup>.2.2.2.2.1. Corola con un tubo muy largo que nace en un bulbo, con 3 estilos soldados en gran parte de su longitud  
**Colquicáceas** – (p. 291)
        - 21<sup>o</sup>.2.2.2.2.2. Planta que no presenta las características anteriores a su vez  
**Liliáceas** – (p. 292)
- 21<sup>o</sup>.3. 8 o 10 estambres; hojas verticiladas; flores verdosas  
**Liliáceas** – (p. 292)
- 21<sup>o</sup>.4. 9 estambres; flores casi en umbela, planta acuática con flores rosas  
**Butomáceas** – (p. 290)

#### GRUPO 22<sup>o</sup> –

- 22<sup>o</sup>.1. Envoltura floral formada por 6 partes
  - 22<sup>o</sup>.1.1. Flores verdes, blanquecinas o amarillentas, no membranosas
    - 22<sup>o</sup>.1.1.1. Flores amarillentas en una espiga apretada y hojas de 1 a 2 cm de anchura  
**Aráceas** – (p. 317)
    - 22<sup>o</sup>.1.1.2. Planta sin estas características
      - 22<sup>o</sup>.1.1.2.1. Hojas anchas, obtusas; anteras que se abren de través; flores blanquecinas dispuestas en inflorescencias ramificadas; planta de 8-12 dm  
**Colquicáceas** – (p. 291)
      - 22<sup>o</sup>.1.1.2.2. Hojas muy alargadas; anteras que se abren a lo largo
        - 22<sup>o</sup>.1.1.2.2.1. Envoltura floral de 6 divisiones con involucro de 3 foliolos; flores amarillas o amarillentas en racimos; fruto globuloso  
**Colquicáceas** – (p. 921)
        - 22<sup>o</sup>.1.1.2.2.2. Flores sin involucro  
**Juncagináceas** – (p. 313)

- 22º.1.2. Flores membranosas; pistilo con ovario no dividido exteriormente  
**Juncáceas** – (p. 319)
- 22º.2. Envoltura floral con menos de 6 partes
  - 22º.2.1. Planta acuática que vive sumergida
    - 22º.2.1.1. Planta sin tallos ni hojas  
**Lemnáceas** – (p. 317)
    - 22º.2.1.2. Planta con tallo y hojas
      - 22º.2.1.2.1. Flores agrupadas en bolas  
**Tifáceas** – (p. 318)
      - 22º.2.1.2.2. Flores no agrupadas en bolas
        - 22º.2.1.2.2.1. Plantas que no viven en el mar
          - 22º.2.1.2.2.1.1. 4 estambres  
**Potamogetonáceas** – (p. 314)
          - 22º.2.1.2.2.1.2. 2 estambres
            - 22º.2.1.2.2.1.2.1. Hojas muy estrechas, al menos 15 veces más largas que anchas  
**Potamogetonáceas** – (p. 314)
            - 22º.2.1.2.2.1.2.2. Hojas de 3 a 6 más largas que anchas, opuestas o de 3 en 3  
**Najadáceas** – (p. 316)
          - 22º.2.1.2.2.2. Planta que vive en el mar  
**Zosteráceas** – (p. 316)
  - 22º.2.2. Planta generalmente no acuática y con hojas basales dotadas de una larga vaina
    - 22º.2.2.1. Flores reunidas en bolas o en cilindros pardos  
**Tifáceas** – (p. 318)
    - 22º.2.2.2. Flores en una espiga densa cubierta por una gran bráctea en forma de cucurucho  
**Aráceas** – (p. 317)
    - 22º.2.2.3. Flores ni en bolas ni en cilindros pardos ni dentro de una gran bráctea en forma de cucurucho
      - 22º.2.2.3.1. Vaina de la hoja hendida longitudinalmente
        - 22º.2.2.3.1.1. Flores en una sola masa, con una bráctea casi espinosa  
**Ciperáceas** – (p. 323)
        - 22º.2.2.3.1.2. Planta sin estos caracteres  
**Gramíneas** – (p. 339)
      - 22º.2.2.3.2. Vaina de la hoja no hendida
        - 22º.2.2.3.2.1. Anteras en forma de X alargada; tallo de sección no triangular  
**Gramíneas** – (p. 339)
        - 22º.2.2.3.2.2. Anteras no en forma de X alargada; tallo a menudo de sección triangular, al menos en parte de su longitud  
**Ciperáceas** – (p. 323)

– **SECCIÓN F – PLANTAS CON TODAS LAS FLORES SIN ESTAMBRES O SIN PISTILO (p. XXXII)**

F.1. Dos envolturas florales de consistencia y color diferentes

**GRUPO 23º** – (p. XXXII)

F.2. Una sola envoltura floral o dos envolturas parecidas

**GRUPO 24º** – (p. XXXIII)

F.3. Envoltura floral reducida a una escama, o sin envoltura floral

**GRUPO 25º** – (p. XXXIII)

**GRUPO 23º –**

23º.1. Pétalos separados unos de otros desde la base

23º.1.1. 4 o 5 pétalos

23º.1.1.1. Flores dispuestas en umbelas

**Umbelíferas** – (p. 117)

23º.1.1.2. Flores no dispuestas en umbelas

23º.1.1.2.1. Hojas enteras

23º.1.1.2.1.1. Árbol o arbusto

23º.1.1.2.1.1.1. Hojas opuestas y flores en racimos

**Corariáceas** – (p. 63)

23º.1.1.2.1.1.2. La mayoría de las hojas alternas y flores no dispuestas en racimos erectos

**Ramnáceas** – (p. 64)

23º.1.1.2.1.2. Planta herbácea

23º.1.1.2.1.2.1. Hojas carnosas y carpelos diferenciados

**Crasuláceas** – (p. 110)

23º.1.1.2.1.2.2. Planta que no presenta todos los caracteres anteriores al mismo tiempo

**Cariofiláceas** – (p. 41)

23º.1.1.2.2. Hojas completamente divididas

**Rosáceas** – (p. 92)

23º.1.1.2.3. Hojas con 3-5 lóbulos profundos; pequeño arbusto de hojas amarillentas y de frutos rojos, carnosos

**Grosulariáceas** – (p. 113)

23º.1.2. 3 pétalos, 3 sépalos verdes

23º.1.2.1. Planta acuática, herbácea

**Hidrocaritáceas** – (p. 313)

23º.1.2.2. Planta no acuática, pequeña mata

**Empetráceas** – (p. 278)

23º.2. Pétalos soldados entre ellos

23º.2.1. Hojas alternas

23º.2.1.1. Árbol de hojas enteras

**Ebenáceas** – (p. 210)

23º.2.1.2. Planta herbácea, de tallo trepador, con zarcillos o con hojas pecioladas triangulares

**Cucurbitáceas** – (p. 107)

23º.2.2. Hojas opuestas; corola blanca o rosada

**Valerianáceas** – (p. 144)

- 23º.2.3. Hojas basales en su totalidad  
**Plantagináceas** – (p. 258)

**GRUPO 24º –**

- 24º.1. Hojas opuestas, al menos en las puntas de las ramas
- 24º.1.1. Hojas enteras; planta fijada sobre las ramas de los árboles  
**Lorantáceas** – (p. 136)
- 24º.1.2. Hojas muy divididas, con nerviación en forma de abanico  
**Cannabáceas** – (p. 284)
- 24º.1.3. Hojas dentadas
- 24º.1.3.1. Hojas con pelos urticantes  
**Urticáceas** – (p. 283)
- 24º.1.3.2. Hojas sin pelos urticantes  
**Euforbiáceas** – (p. 278)
- 24º.2. Hojas no opuestas
- 24º.2.1. Hojas con estípulas envainadoras; cáliz con 6 sépalos; flores a menudo rojizas  
**Poligonáceas** – (p. 270)
- 24º.2.2. Hojas sin estípulas envainadoras
- 24º.2.2.1. Cáliz con 5 sépalos
- 24º.2.2.1.1. Planta que no es ni árbol ni arbusto  
**Salsoláceas** – (p. 265)
- 24º.2.2.1.2. Árbol o arbusto
- 24º.2.2.1.2.1. Árbol o arbusto sin estípulas; cáliz pardo  
**Terebintáceas** – (p. 65)
- 24º.2.2.1.2.2. Árbol con estípulas pequeñas, agudas, que caen con facilidad; cáliz rojizo  
**Cesalpináceas** – (p. 92)
- 24º.2.2.2. Envoltura floral con 6 divisiones, formada por 3 sépalos y 3 pétalos parecidos
- 24º.2.2.2.1. Planta trepadora y con hojas acorazonadas
- 24º.2.2.2.1.1. 1 o 2 zarcillos en la base de las hojas  
**Liliáceas** – (p. 292)
- 24º.2.2.2.1.2. Sin zarcillos en la base de las hojas  
**Dioscoráceas** – (p. 303)
- 24º.2.2.2.2. Planta sin estas características
- 24º.2.2.2.2.1. Flores en racimos alargados mezcladas con las hojas  
**Dioscoráceas** – (p. 303)
- 24º.2.2.2.2.2. Planta sin estos caracteres  
**Liliáceas** – (p. 292)
- 24º.2.2.3. Envoltura floral con 3-4 divisiones
- 24º.2.2.3.1. Flores no dispuestas en umbelas
- 24º.2.2.3.1.1. Hojas enteras  
**Santaláceas** – (p. 276)
- 24º.2.2.3.1.2. Hojas muy divididas

**Rosáceas – (p. 92)**

24º.2.2.3.2. Flores dispuestas en umbelas

**Lauráceas – (p. 276)**

24º.2.2.4. Envoltura floral con 2 divisiones, arbusto espinoso

**Eleagnáceas – (p. 277)**

24º.3. Planta sin hojas desarrolladas, con tallos articulados, opuestos

**Gnetáceas – (p. 374)**

**GRUPO 25º –**

25º.1. Planta que no es ni un árbol ni un arbusto

25º.1.1. Hojas enteras, alargadas, con nervios no ramificados

**Ciperáceas – (p. 323)**

25º.1.2. Hojas muy divididas, con nervios en abanico

**Cannabáceas – (p. 284)**

25º.2. Árbol o arbusto, a veces muy pequeño

25º.2.1. Hojas simples, estrechas, alargadas, espesas y coriáceas, no caedizas en invierno

25º.2.1.1. Hojas con un corto peciolo, dispuestas en 2 filas sobre las ramas; árbol o arbusto no resinoso

**Taxáceas – (p. 374)**

25º.2.1.2. Árbol o arbusto sin estas características

**Cupresáceas – (p. 373)**

25º.2.2. Hojas simples, más o menos anchas

25º.2.2.1. Arbusto muy oloroso; hojas ovales

**Miricáceas – (p. 290)**

25º.2.2.2. Árbol, arbusto o mata no oloroso

**Salicáceas – (p. 286)**

25º.2.3. Hojas compuestas de foliolos diferenciados

**Oleáceas – (p. 211)**

**– SECCIÓN G – PLANTAS CON FLORES EN CAPÍTULOS (p. XXXIV)**

G.1. Capítulos de 2 tipos, unos con flores con estambres, los otros con flores con pistilos

G.1.1. Árbol con hojas cuya nerviación se dispone en forma de abanico; capítulos globulosos

**Platanáceas – (p. 289)**

G.1.2. Planta herbácea

G.1.2.1. Involucro espinoso; hojas pecioladas

**Ambrosiáceas – (p. 195)**

G.1.2.2. Involucro sin estas características

**Compuestas – (p. 149)**

G.2. Corola papilionácea; capítulo más o menos globuloso

**Papilionáceas – (p. 65)**

G.3. Capítulos todos ellos parecidos y corola no papilionácea

- G.3.1. Estambres poco diferenciados, soldados en un tubo a través del cual pasa el estilo
  - G.3.1.1. Flores azules, raramente blancas; cada flor del capítulo presenta 5 pétalos casi separados hasta la base; anteras que se extienden al final en forma de estrella blanca; varias semillas  
**Campanuláceas** – (p. 196)
  - G.3.1.2. Todas las flores del capítulo con pétalos soldados en un tubo, al menos en la base  
**Compuestas** – (p. 149)
- G.3.2. Estambres libres entre ellos
  - G.3.2.1. 5 estambres
    - G.3.2.1.1. Planta de hojas coriáceas, espinosas; involucreo espinoso  
**Umbelíferas** – (p. 117)
    - G.3.2.1.2. Planta de hojas no espinosas
      - G.3.2.1.2.1. Sin bráctea invertida debajo del capítulo; flores azules, a veces blancas; ovario soldado al cáliz  
**Campanuláceas** – (p. 196)
      - G.3.2.1.2.2. Con bráctea invertida debajo del capítulo; tallo sin hojas por debajo del capítulo; flores rosas o lilas, a veces blancas  
**Plumbagináceas** – (p. 261)
  - G.3.2.2. 4 estambres
    - G.3.2.2.1. Corola membranosa  
**Plantagináceas** – (p. 258)
    - G.3.2.2.2. Corola no membranosa
      - G.3.2.2.2.1. Hojas opuestas
        - G.3.2.2.2.1.1. Flores dispuestas en pequeños capítulos ovales sostenidos por pedúnculos largos y comunes; ovario libre  
**Verbenáceas** – (p. 258)
        - G.3.2.2.2.1.2. Planta con los capítulos no dispuestos así; ovario soldado al cáliz  
**Dipsacáceas** – (p. 147)
      - G.3.2.2.2.2. Hojas alternas; ovario libre  
**Globulariáceas** – (p. 264)
  - G.3.2.3. 6, 3, o 2 estambres
    - G.3.2.3.1. Tallo con bulbo en la base  
**Liliáceas** – (p. 292)
    - G.3.2.3.2. Tallo sin bulbo
      - G.3.2.3.2.1. Flores reunidas en varias bolas  
**Tifáceas** – (p. 318)
      - G.3.2.3.2.2. Flores no reunidas en bolas
        - G.3.2.3.2.2.1. Envoltura floral formada por 6 divisiones diferenciadas  
**Juncáceas** – (p. 319)
        - G.3.2.3.2.2.2. Envoltura floral formada por 5 lóbulos

**Valerianáceas** – (p. 144)

G.3.2.3.2.2.3. Envoltura floral formada por pelos o no visible

**Ciperáceas** – (p. 323)

– **SECCIÓN H – PLANTAS GIMNOSPERMAS (p. XXXIV)**

H.1. Hojas no desarrolladas, reducidas a vainas de lóbulos redondeados

**Gnetáceas** – (p. 374)

H.2. Hojas netamente desarrolladas o en forma de escamas

H.2.1. Fruto que contiene un mínimo de 2 semillas

H.2.1.1. Estambres con 2 lóculos, frutos reunidos en una masa fura, más o menos alargada, con un gran número de escamas leñosas

**Abietáceas** – (p. 372)

H.2.1.2. Estambres con 3-8 lóculos; frutos reunidos en una masa fura, globulosa, con, aproximadamente, 10 escamas leñosas o en forma de bolas carnosas

**Cupresáceas** – (p. 373)

H.2.2. Fruto que contiene una única semilla rodeada por una cubierta carnosa

**Taxáceas** – (p. 374)

– **SECCIÓN I – PLANTAS CRIPTÓGAMAS (p. XXXV)**

I.1. Planta con raíces que nacen de un tallo subterráneo o de una planta que flota sobre el agua

I.1.1. Hojas muy desarrolladas; tallo subterráneo o rastrero

I.1.1.1. Bulbillos en umbela; tallos con bulbo en la base

**Gen. Allium** – (p. 297)

I.1.1.2. Planta de hojas simples, estrechas, alargadas y en forma de mata, sin tallos rastrero ni flotantes

**Isoetáceas** – (p. 384)

I.1.1.3. Planta sin estos caracteres

I.1.1.3.1. Esporangios encerrados en un fruto globuloso

**Marsileáceas** – (p. 382)

I.1.1.3.2. Esporangios no encerrados en un fruto globuloso

I.1.1.3.2.1. Dos hojas, una de ellas con esporangios y la otra sin ellos

**Ofioglosáceas** – (p. 381)

I.1.1.3.2.2. Hojas no dispuestas así

**Helechos** – (p. 374)

I.1.2. Hojas muy pequeñas en relación con los tallos; tallos aéreos y subterráneos

I.1.2.1. Ramas verticiladas; hojas soldadas en pequeños anillos

**Equisetáceas** – (p. 383)

I.1.2.2. Ramas no verticiladas; hojas no reunidas en anillos

**Licopodiáceas** – (p. 385)

I.1.3. Planta sin tallos ni hojas, constituida por láminas verdes, generalmente florando en el agua y con raíces finas



**Lamnáceas** – (p. 317)

I.2. Planta sin raíces y portadora en ocasiones de pelos absorbentes en su parte inferior

**Briófitos** – musgos, esfagnos y hepáticas -

**Talófitos** – algas, líquenes y hongos -

**APÉNDICE C: CÓDIGO SE DETERMINADOR DE PLANTAS VASCULARES**

```
;;; Sistema Experto Identificador de plantas
;;;
;;; Identificador de plantas vasculares basado en
;;; claves dicotómicas.
;;; Versión 6.30 Beta
;;; Para ejecutar: load, reset y run.
;;; Usar respuestas: si o no
```

```
...*****
;;;
;;;* DEFINICIONES DEL DEFTEMPLATE *
...*****
;;;
```

```
(deftemplate rule
  (multislot if)
  (multislot then))
```

```
...*****
;;;
;;;* MOTOR DE INFERENCIA *
...*****
;;;
```

```
(defrule propagate-goal ""
  (goal is ?goal)
  (rule (if ?variable $?)
    (then ?goal ? ?value))
  =>
  (assert (goal is ?variable)))
```

```
(defrule goal-satisfied ""
  (declare (salience 30))
  ?f <- (goal is ?goal)
  (variable ?goal ?value)
  (answer ? ?text ?goal)
  =>
  (retract ?f)
  (format t "%s%s%n" ?text ?value))
```

```
(defrule remove-rule-no-match ""
  (declare (salience 20))
  (variable ?variable ?value)
  ?f <- (rule (if ?variable ? ~?value $?))
  =>
  (retract ?f))
```

```
(defrule modify-rule-match ""
  (declare (salience 20))
  (variable ?variable ?value)
  ?f <- (rule (if ?variable ? ?value and $?rest))
  =>
  (modify ?f (if ?rest)))
```

```
(defrule rule-satisfied ""
  (declare (salience 20))
  (variable ?variable ?value)
  ?f <- (rule (if ?variable ? ?value)
          (then ?goal ? ?goal-value))
  =>
  (retract ?f)
  (assert (variable ?goal ?goal-value)))
```

```
(defrule ask-question-no-legalvalues ""
  (declare (salience 10))
  (not (legalanswers $?))
  ?f1 <- (goal is ?variable)
  ?f2 <- (question ?variable ? ?text)
  =>
  (retract ?f1 ?f2)
  (format t "%s " ?text)
  (assert (variable ?variable (read))))
```

```
(defrule ask-question-legalvalues ""
  (declare (salience 10))
  (legalanswers ? $?answers)
  ?f1 <- (goal is ?variable)
  ?f2 <- (question ?variable ? ?text)
  =>
  (retract ?f1)
  (format t "%s " ?text)
  (printout t ?answers " ")
  (bind ?reply (read))
  (if (member (lowercase ?reply) ?answers)
      then (assert (variable ?variable ?reply))
          (retract ?f2)
      else (assert (goal is ?variable))))
```

```
...*****
;;;
;;;* BASE DE CONOCIMIENTOS *
...*****
;;;
```

```
(defacts knowledge-base
```

(goal is tipo.planta)  
 (legalanswers are si no)

;;;Para llegar a la Seccion I-----

(rule (if partea is si)  
 (then respuestaa is parteb))  
 (rule (if partea is no)  
 (then seccion is seccioni))  
 (question partea is "Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez")

;;;Para llegar a la Seccion F-----

(rule (if respuestaa is parteb and  
 estambres.pistilos is si)  
 (then respuestab is partec))  
 (rule (if respuestaa is parteb and  
 estambres.pistilos is no)  
 (then seccion is seccionf))  
 (question estambres.pistilos is "Estambres y pistilos en la misma planta ")

(rule (if respuestab is partec and  
 flores.no.capitulos is si)  
 (then respuestac is parted))  
 (rule (if respuestab is partec and  
 flores.no.capitulos is no)  
 (then tipo.planta is secciong\_Pag.XXIV))  
 (question flores.no.capitulos is "Flores no reunidas en capitulos con bractea")

(rule (if respuestac is parted and  
 flores.dos.cubiertas is si)  
 (then respuestad is partee))  
 (rule (if respuestac is parted and  
 flores.dos.cubiertas is no)  
 (then respuestad is partef))  
 (question flores.dos.cubiertas is "Flores con dos cubiertas de color o consistencia diferentes")

;;;Para llegar a la Seccion C-----

(rule (if respuestad is partee and  
 corola.no.papilionacea is si)  
 (then seccion is seccionc))  
 (rule (if respuestad is partee and  
 corola.no.papilionacea is no)  
 (then respuestae is parteg))  
 (question corola.no.papilionacea is "Corola papilionacea")

;;;Para llegar a la Seccion H de Gimnospermas-----

```
(rule (if respuestad is partef and
      sin.estigma is si)
      (then seccion is seccionh))
(rule (if respuestad is partef and
      sin.estigma is no)
      (then respuestaf is parteh))
(question sin.estigma is "Arbol o arbusto resinoso, con flores sin estigma")
```

;;; Desde aqui se llega a la Secciones A y B-----

```
(rule (if respuestae is parteg and
      petalos.libres is si)
      (then seccion is secciona))
(rule (if respuestae is parteg and
      petalos.libres is no)
      (then seccion is seccionb))
(question petalos.libres is "Petalos libres entre ellos hasta la base")
```

;;;Para llegar a la Seccion D-----

```
(rule (if respuestaf is parteh and
      nerviacion.no.ramificada is si)
      (then tipo.planta is seccione_monocotiledoneas_Pag.XXXI))
(rule (if respuestaf is parteh and
      nerviacion.no.ramificada is no)
      (then tipo.planta is secciond_Pag.XXVI))
(question nerviacion.no.ramificada is "Hojas con nerviacion no ramificada y paralela")
```

```
...*****_+++++++
;;;
;;;* GRUPO 1º (GRUPOA) * SECCION A BONNIER
...*****_+++++++
;;;
```

```
(rule (if seccion is secciona and
      mas.doce is si)
      (then grupo is grupoa))
(rule (if seccion is secciona and
      mas.doce is no)
      (then inf is suba))
(question mas.doce is "Flores con mas de 12 estambres")
```

```
(rule (if inf is suba and
      caliz.sepalos.soldados is si)
      (then infa is subb))
```

```
(rule (if inf is suba and
      caliz.sepalos.soldados is no)
      (then infa is subc))
(question caliz.sepalos.soldados is "Caliz con sepalos a la vez
completamente libres entre ellos o un poco soldados")
```

```
(rule (if infa is subb and
      pistilo.reunidos is si)
      (then tipo.planta is Grupo2_Pag.XIX))
(rule (if infa is subb and
      pistilo.reunidos is no)
      (then tipo.planta is Grupo3_Pag.XX))
(question pistilo.reunidos is "Pistilo con carpelos completamente
libres o reunidos solamente en la parte central ")
```

```
;;;Como ejemplo se anade el grupo 4º (grupod) de la seccion 1
;;;como ha sido el caso del grupo 1º (grupoa)
```

```
(rule (if infa is subc and
      hojas.gruesas is si)
      (then grupo is grupod))
(rule (if infa is subc and
      hojas.gruesas is no)
      (then infb is subd))
(question hojas.gruesas is "Hojas gruesas y carnosas ")
```

```
(rule (if infb is subd and
      arb.arbusto is si)
      (then tipo.planta is subgrupoe_info_a_completar))
(rule (if infb is subd and
      arb.arbusto is no)
      (then tipo.planta is subgrupof_info_a_completar))
(question arb.arbusto is "Arbol o arbusto")
```

```
...*****
;;;
;;;* GRUPO 1, SUBGRUPO A *
...*****
;;;
```

```
(rule (if grupo is grupoa and
      est.sep.unidos is si)
      (then subgrupo is sgrupoa))
(rule (if grupo is grupoa and
      est.sep.unidos is no)
      (then subgrupo is sgrupob))
(question est.sep.unidos is "Estambres y petalos unidos a los sepalos por su base ")
```

(rule (if subgrupo is sgrupoa and  
 hoj.gruesas.carnosas is si)  
 (then subgrupo.1 is sgrupoaa))  
 (rule (if subgrupo is sgrupoa and  
 hoj.gruesas.carnosas is no)  
 (then subgrupo.1 is sgrupoab))  
 (question hoj.gruesas.carnosas is "Hojas gruesas y carnosas. De 6 a 20 petalos, o incluso mas")

(rule (if subgrupo.1 is sgrupoaa and  
 mas.cinco is si)  
 (then tipo.planta is Fam.Crasulacea))  
 (rule (if subgrupo.1 is sgrupoaa and  
 mas.cinco is no)  
 (then tipo.planta is Fam.Ficoidacea))  
 (question mas.cinco is "Mas de 5 sepalos; carpelos libres")

(rule (if subgrupo.1 is sgrupoab and  
 caliz.rojo is si)  
 (then tipo.planta is Fam.Puniaceas))  
 (rule (if subgrupo.1 is sgrupoab and  
 caliz.rojo is no)  
 (then subgrupo.1.1 is sgrupoab.1.1))  
 (question caliz.rojo is "Caliz de color rojo intenso, en forma más o menos de trompo;  
 pétalos de color rojo intenso, arbusto de hojas brillantes,  
 coriáceas, simples")

(rule (if subgrupo.1.1 is sgrupoab.1.1 and  
 arbusto.aromatico is si)  
 (then tipo.planta Fam.Puniaceas))  
 (rule (if subgrupo.1.1 is sgrupoab.1.1 and  
 arbusto.aromatico is no)  
 (then subgrupo.1.1.1 is sgrupoab.2))  
 (question arbusto.aromatico is "Arbusto aromático, de hojas persistentes, coriáceas,  
 completamente enteras  
 y sin estipulas; flores blancas")

(rule (if subgrupo.1.1.1 is sgrupoab.2 and  
 arbusto.aromatico is si)  
 (then tipo.planta Fam.Filadelfiaceas))  
 (rule (if subgrupo.1.1.1 is sgrupoab.2 and  
 arbusto.aromatico is no)  
 (then tipo.planta is Fam.Rosaceas))  
 (question arbusto.aromatico is "Arbusto de hojas dentadas, opuestas y sin estipulas; flores  
 blancas  
 muy olorosas")

```

...*****
'''
'''* GRUPO 1, SUBGRUPO B *
'''
...*****
'''

```

```

(rule (if subgrupo is sgrupob and
      est.no.u.base is si)
      (then subgrupo.2 is sgrupoba))
(rule (if subgrupo is sgrupob and
      est.no.u.base is no)
      (then subgrupoc is sgrupoc))
(question est.no.u.base is "Estambres no unidos a los sepalos y separados hasta la base")

```

```

(rule (if subgrupo.2 is sgrupoba and
      arb.o.arbusto is si)
      (then subgrupo.2.1 is sgrupoba.1))
(rule (if subgrupo.2 is sgrupoba and
      arb.o.arbusto is no)
      (then subgrupo.2.1 is sgrupoba.2))
(question arb.o.arbusto is "Arbol o arbusto")

```

```

(rule (if subgrupo.2.1 is sgrupoba.1 and
      ped.soldado.brac is si)
      (then tipo.planta is Fam.Tiliaceas))
(rule (if subgrupo.2.1 is sgrupoba.1 and
      ped.soldado.brac is no)
      (then tipo.planta is Fam.Heperidaceas))
(question ped.soldado.brac is "Pedunculo soldado a la bractea;
5 sepalos libres; hojas plandas no persistentes")

```

```

(rule (if subgrupo.2.1 is sgrupoba.2 and
      hoj.altern is si)
      (then tipo.planta is Fam.Hipericaceas))
(rule (if subgrupo.2.1 is sgrupoba.2 and
      hoj.altern is no)
      (then subgrupo.2.1.1 is sgrupoba.2.1))
(question hoj.altern is "Hojas alternas")

```

```

(rule (if subgrupo.2.1.1 is sgrupoba.2.1 and
      fl.racimos is si)
      (then tipo.planta is Fam.Resedaceas))
(rule (if subgrupo.2.1.1 is sgrupoba.2.1 and
      fl.racimos is no)
      (then tipo.planta is Fam.Malvaceas))
(question fl.racimos is "Flores formando racimos alargados; petalos muy divididos")

```

```

...*****
'''
'''

```



```
;;;* GRUPO 1, SUBGRUPO C *
...*****
;;;
```

```
(rule (if subgrupoc is sgrupoc and
      mas.dieciseis is si)
      (then subgrupo.3 is sgrupoca))
(rule (if subgrupoc is sgrupoc and
      mas.dieciseis is no)
      (then subgrupo.3 is sgrupocb))
(question mas.dieciseis is "Mas de 16 petalos")

(rule (if subgrupo.3 is sgrupoca and
      pl.acuatica is si)
      (then tipo.planta is Fam.Ninfeaceas))
(rule (if subgrupo.3 is sgrupoca and
      pl.acuatica is no)
      (then tipo.planta is Fam.Ranunculaceas))
(question pl.acuatica is "Planta acuatica flotante o sumergida; hojas de borde entero")

(rule (if subgrupo.3 is sgrupocb and
      pet.arrugados is si)
      (then subgrupo.3.1 is sgrupocb.1))
(rule (if subgrupo.3 is sgrupocb and
      pet.arrugados is no)
      (then subgrupo.3.1 is sgrupocb.2))
(question pet.arrugados is "Pistilo con un solo ovario; petalos arrugados")

(rule (if subgrupo.3.1 is sgrupocb.1 and
      cuatro.pet is si)
      (then subgrupo.3.1.1 is sgrupocb.1.1))
(rule (if subgrupo.3.1 is sgrupocb.1 and
      cuatro.pet is no)
      (then subgrupo.3.1.1 is sgrupocb.1.1.1))
(question cuatro.pet is "4 petalos o menos")

(rule (if subgrupo.3.1.1 is sgrupocb.1.1 and
      hoj.redond.ent is si)
      (then tipo.planta is Fam.Caparidaceas))
(rule (if subgrupo.3.1.1 is sgrupocb.1.1 and
      hoj.redond.ent is no)
      (then tipo.planta is Fam.Papaveraceas))
(question hoj.redond.ent is "4 petalos; hojas mas o menos redondeadas, enteras")

(rule (if subgrupo.3.1.1 is sgrupocb.1.1.1 and
      hoj.dent is si)
      (then tipo.planta is Fam.Cistaceas))
```

(rule (if subgrupo.3.1.1 is sgrupocb.1.1.1 and  
 hoj.dent is no)  
 (then tipo.planta is Fam.Ranunculaceas))  
 (question hoj.dent is "Hojas enteras o finamente dentadas, a menudo opuestas")

(rule (if subgrupo.3.1 is sgrupocb.2 and  
 no.tres.pet.sep is si)  
 (then tipo.planta is Fam.Ranunculaceas))  
 (rule (if subgrupo.3.1 is sgrupocb.2 and  
 no.tres.pet.sep is no)  
 (then tipo.planta is Fam.Alismataceas))  
 (question no.tres.pet.sep is "No tiene 3 sepalos ni 3 petalos a la vez")

```
...*****_+++++
;;;
;;;* GRUPO 1º (GRUPOB) * SECCION B BONNIER
...*****_+++++
```

(rule (if seccion is seccionb and  
 stam.no.corola is si)  
 (then tipo.planta is Grupo7\_Pag.XXIII))  
 (rule (if seccion is seccionb and  
 stam.no.corola is no)  
 (then grupb.1 is grupo7.1))  
 (question stam.no.corola is "Estambres no soldados a la corola")

(rule (if grupb.1 is grupo7.1 and  
 tres.estam is si)  
 (then grupb.2 is grupo8))  
 (rule (if grupb.1 is grupo7.1 and  
 tres.estam is no)  
 (then grupb.2 is grupo8.1))  
 (question tres.estam is "3 estambres o bien solo 1")

(rule (if grupb.2 is grupo8.1 and  
 dos.estam is si)  
 (then tipo.planta is Grupo9\_Pag.XXIV))  
 (rule (if grupb.2 is grupo8.1 and  
 dos.estam is no)  
 (then grupb.3 is grupo9.1))  
 (question dos.estam is "2 o 4 estambres, dos de ellos mas pequeños")

(rule (if grupb.3 is grupo9.1 and  
 sin.hojas is si)  
 (then tipo.planta is Grupo10\_Pag.XXV))  
 (rule (if grupb.3 is grupo9.1 and  
 sin.hojas is no)

```

    (then grupb.4 is grupo10.1)
(question sin.hojas is "Sin hojas")

(rule (if grupb.4 is grupo10.1 and
      no.opu.verti is si)
      (then tipo.planta is Grupo10_Pag.XXV))
(rule (if grupb.4 is grupo10.1 and
      no.opu.verti is no)
      (then grupb.5 is grupo10.1.1))
(question no.opu.verti is "Hojas ni opuestas ni verticiladas, ni todas en la base")

(rule (if grupb.5 is grupo10.1.1 and
      hoj.opu.base is si)
      (then tipo.planta is Grupo12_Pag.XXVI))
(rule (if grupb.5 is grupo10.1.1 and
      hoj.opu.base is no)
      (then grupb.6 is grupo11))
(question hoj.opu.base is "Hojas opuestas, o bien todas en la base")

```

```

...*****
,,,
;;;* GRUPO 8º, SECCION B *
...*****
,,,

```

```

(rule (if grupb.2 is grupo8 and
      caliz.sold.ovario is si)
      (then pregb.1 is respb.1))
(rule (if grupb.2 is grupo8 and
      caliz.sold.ovario is no)
      (then tipo.planta is Fam.Portulaceas))
(question caliz.sold.ovario is "Caliz soldado al ovario")

(rule (if pregb.1 is respb.1 and
      petalos.tub is si)
      (then tipo.planta is Fam.Valerianaceas))
(rule (if pregb.1 is respb.1 and
      petalos.tub is no)
      (then tipo.planta is Fam.Cucurbitaceas))
(question petalos.tub is "Petalos soldados formando un tubo")

```

```

...*****
,,,
;;;* GRUPO 11º, SECCION B *
...*****
,,,

```

```

(rule (if grupb.6 is grupo11 and
      ovar.soldado is si)
      (then tipo.planta is Fam.Rubiaceas))

```

```
(rule (if grupb.6 is grupo11 and
      ovar.soldado is no)
      (then pregb.2 is respb.2))
(question ovar.soldado is "Ovario soldado al caliz")
```

```
(rule (if pregb.2 is respb.2 and
      fl.espigas.cap is si)
      (then tipo.planta is Fam.Plantaginaceas))
(rule (if pregb.2 is respb.2 and
      fl.espigas.cap is no)
      (then pregb.3 is respb.3))
(question fl.espigas.cap is "Flores con el caliz y corola membranosas, en espigas o capitulos")
```

```
(rule (if pregb.3 is respb.3 and
      est.opu.herba is si)
      (then tipo.planta is Fam.Primulaceas))
(rule (if pregb.3 is respb.3 and
      est.opu.herba is no)
      (then pregb.3 is Fam.Apocinaceas))
(question est.opu.herba is "Planta herbacea, estambres opuestos a los petalos")
```

```
...*****_+++++++
;;;
;;;* GRUPO 1º (GRUPOC) * SECCION C BONNIER
...*****_+++++++
;;;
```

```
(rule (if seccion is seccionc and
      hoj.acorazon is si)
      (then tipo.planta is Fam.Cesalpinaceas))
(rule (if seccion is seccionc and
      hoj.acorazon is no)
      (then tipo.planta is Fam.Papilionaceas))
(question hoj.acorazon is "Arbol de flores rosas; hojas simples, redondas, acorazonadas en la base")
```

```
...*****_+++++++
;;;
;;;* GRUPO 1º (GRUPOD) * SECCION A BONNIER
...*****_+++++++
;;;
```

```
(rule (if grupo is grupod and
      diez.est.cinc is si)
      (then tipo.planta is Fam.Saxifragaceas))
(rule (if grupo is grupod and
      diez.est.cinc is no)
      (then subgrupod is sgrupo.da))
(question diez.est.cinc is "Planta que presenta un solo ovario con dos lobulos, 10 estambres, 2 estilos y 5 petalos")
```

```
(rule (if subgrupod is sgrupo.da and
      hojasopuestas.inf is si)
      (then subgrupod is sgrupo.db))
(rule (if subgrupod is sgrupo.da and
      hojasopuestas.inf is no)
      (then tipo.planta is Fam.Crasulaceas))
(question hojasopuestas.inf is "Hojas opuestas, por lo menos las inferiores")
```

```
(rule (if subgrupod is sgrupo.db and
      est.anteras.ext is si)
      (then tipo.planta is Fam.Frankeniaceas))
(rule (if subgrupod is sgrupo.da and
      est.anteras.ext is no)
      (then subgrupod.1 is sgrupo.db.1))
(question est.anteras.ext is "Estambres con anteras vueltas al exterior")
```

```
(rule (if subgrupod.1 is sgrupo.db.1 and
      flo.poco.visibles is si)
      (then tipo.planta is Fam.Portulaceas))
(rule (if subgrupod.1 is sgrupo.db.1 and
      flo.poco.visibles is no)
      (then tipo.planta is Fam.Cariofilaceas))
(question flo.poco.visibles is "Flores poco visibles, agrupadas en el extremo de las ramas")
```

```
...*****_+++++
;;;
;;;* GRUPO 1º (GRUPOF) * SECCION F BONNIER
...*****_+++++
```

```
(rule (if seccion is seccionf and
      dos.env.flors is si)
      (then tipo.planta is grupo23-Pag.XXXII-SeccionF))
(rule (if seccion is seccionf and
      dos.env.flors is no)
      (then preg.2 is grupof.2))
(question dos.env.flors is "Dos envolturas florales de consistencia y color diferentes")
```

```
(rule (if preg.2 is grupof.2 and
      env.escama is si)
      (then tipo.planta is grupo24-Pag.XXXIII-SeccionF))
(rule (if preg.2 is grupof.2 and
      env.escama is no)
      (then preg.3 is resp.3))
(question env.escama is "Una sola envoltura floral reducida a una escama, o sin ella")
```

```

...*****-+++++
;;;
;;;* GRUPO 25º (GRUPOF) * SECCION F BONNIER
...*****-+++++
;;;
(rule (if preg.3 is resp.3 and
      pln.no.arb is si)
      (then preg.4 is resp.4))
(rule (if preg.3 is resp.3 and
      pln.no.arb is no)
      (then preg.4 is resp.5))
(question pln.no.arb is "Planta que no es ni arbol ni arbusto")

(rule (if preg.4 is resp.4 and
      nerv.abanico is si)
      (then tipo.planta is Fam.Cannabaceas))
(rule (if preg.4 is resp.4 and
      nerv.abanico is no)
      (then tipo.planta is Fam.Ciperaceas))
(question nerv.abanico is "Hojas muy divididas, con nervios en abanico")

(rule (if preg.4 is resp.5 and
      no.cae.inv is si)
      (then preg.5 is resp.6))
(rule (if preg.4 is resp.5 and
      no.cae.inv is no)
      (then preg.5 is resp.7))
(question no.cae.inv is "Hojas simples, estrechas, alargadas, espesas y coriáceas;
no caedizas en invierno")

(rule (if preg.5 is resp.6 and
      no.resinoso.peciolo is si)
      (then tipo.planta is Fam.Taxaceas_Gimnosperma))
(rule (if preg.5 is resp.6 and
      no.resinoso.peciolo is no)
      (then tipo.planta is Fam.Cupresaceas_Gimnosperma))
(question no.resinoso.peciolo is "Hojas con corto peciolo, arbol no resinoso")

(rule (if preg.5 is resp.7 and
      simples.maso.anchas is si)
      (then tipo.planta is Fam.Mirtaceas))
(rule (if preg.5 is resp.7 and
      simples.maso.anchas is no)
      (then preg.6 is resp.8))
(question simples.maso.anchas is "Hojas simples, mas o menos anchas")

(rule (if preg.6 is resp.8 and
      mata.no.oloroso is si)

```

(then tipo.planta is Fam.Salicaceas))  
 (rule (if preg.6 is resp.8 and  
 mata.no.oloroso is no)  
 (then tipo.planta is Fam.Oleaceas))  
 (question mata.no.oloroso is "Arbol, arbusto o mata no oloroso")

```
...*****_+++++++
;;;
;;;* GRUPO 1º (GRUPOH) * SECCION H BONNIER
...*****_+++++++
;;;
```

(rule (if seccion is seccionh and  
 hojas.vainas is si)  
 (then tipo.planta is Fam.Gnetaceas\_y\_es\_Gimnosperma))  
 (rule (if seccion is seccionh and  
 hojas.vainas is no)  
 (then grupoh is grupoh.1))  
 (question hojas.vainas is "Hojas no desarrolladas, reducidas a vainas")

(rule (if grupoh is grupoh.1 and  
 sem.dos.min is si)  
 (then subgrupoh is sgrupoh))  
 (rule (if seccion is seccionh and  
 sem.dos.min is no)  
 (then tipo.planta is Fam.Taxaceas\_y\_es\_Gimnosperma))  
 (question sem.dos.min is "Fruto que contiene un minimo de 2 semillas")

(rule (if subgrupoh is sgrupoh and  
 est.dos.loculos is si)  
 (then tipo.planta is Fam.Abietaceas\_y\_es\_Gimnosperma))  
 (rule (if seccion is seccionh and  
 est.dos.loculos is no)  
 (then tipo.planta is Fam.Cupresacea\_y\_es\_Gimnospermas))  
 (question est.dos.loculos is "Estambres con dos loculos, gran numero de escamas legnosas")

```
...*****_+++++++
;;;
;;;* GRUPO 1º (GRUPOI) * SECCION I BONNIER
...*****_+++++++
;;;
```

(rule (if seccion is seccioni and  
 pelos.absorbentes is si)  
 (then tipo.planta is Briofitos\_o\_Talofitos))  
 (rule (if seccion is seccioni and  
 pelos.absorbentes is no)  
 (then pregi.1 is respi.1))  
 (question pelos.absorbentes is "Planta sin raices y portadora en ocasiones de pelos absorbentes")

en su parte inferior")

(rule (if pregi.1 is respi.1 and

tallo.rastrero is si)

(then pregi.2 is respi.2))

(rule (if pregi.1 is respi.1 and

tallo.rastrero is no)

(then pregi.2 is respi.3))

(question tallo.rastrero is "Hojas muy desarrolladas; tallo subterráneo o rastrero")

(rule (if pregi.2 is respi.2 and

bulbillos.umbela is si)

(then tipo.planta is Gen.Allium\_Criptogama))

(rule (if pregi.2 is respi.2 and

bulbillos.umbela is no)

(then pregi.3 is respi.4))

(question bulbillos.umbela is "Bulbillos en umbela; tallos con bulbo en la base")

(rule (if pregi.3 is respi.4 and

hojas.no.mata is si)

(then tipo.planta is Fam.Isoetaceas\_Criptogama))

(rule (if pregi.3 is respi.4 and

hojas.no.mata is no)

(then pregi.4 is respi.5))

(question hojas.no.mata is "Planta de hojas simples, alargadas y en forma de mata")

(rule (if pregi.4 is respi.5 and

eporangios.globuloso is si)

(then tipo.planta is Fam.Marsileaceas\_Criptogama))

(rule (if pregi.4 is respi.5 and

eporangios.globuloso is no)

(then pregi.5 is respi.6))

(question eporangios.globuloso is "Esporangios encerrados en un fruto globuloso")

(rule (if pregi.5 is respi.6 and

una.con.espo is si)

(then tipo.planta is Fam.Ofioglosaceas\_Criptogama))

(rule (if pregi.5 is respi.6 and

una.con.espo is no)

(then tipo.planta is Helechos\_Criptogama))

(question una.con.espo is "Dos hojas, una de ellas con esporangios y la otra sin ellos")

(rule (if pregi.2 is respi.3 and

tallo.aereos is si)

(then pregi.6 is respi.7))



```
(rule (if pregi.2 is respi.3 and
      tallo.aereos is no)
      (then tipo.planta is Fam.Lamnaceas_Criptogamas))
(question tallo.aereos is "Hojas muy pequeñas en relacion con los tallos; tallos aereos y
subterraneos")
```

```
(rule (if pregi.6 is respi.7 and
      ram.verticiladas is si)
      (then tipo.planta is Fam.Equisetaceas_Criptogamas))
(rule (if pregi.6 is respi.7 and
      ram.verticiladas is no)
      (then tipo.planta is Fam.Licopodiaceas_Criptogamas))
(question ram.verticiladas is "Ramas verticiladas; hojas soldadas en pequeños anillos")
```

```
(answer is "Entonces el tipo de planta es una " tipo.planta))
```

```
;;;Fin del codigo
```

## APÉNDICE D: CLAVES DICOTÓMICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE BACTERIAS

### Bacterias Gramnegativas

#### Cocos

Nitratos +

*Neisseria*

Nitratos –

*Moraxella*

#### Bacilos

#### Oxidasa +

#### Pigmentos difusibles

Pigmentos azul-verdoso

*Pseudomonas aeruginosa*

Pigmentos amarillo-verdoso

Gelatina +

*Pseudomonas fluorescens*

Gelatina –

*Pseudomonas putida*

#### Pigmentos no difusibles

*Xanthomonas*

#### Oxidasa-

#### Lactosa +

Rojo de metilo +

Citrato +, Indol –

*Citrobacter*

Citrato -, Indol +

*Escherichia*

Rojo de metilo –

Gas + de glucosa

*Enterobacter*

Gas – de glucosa

*Erwinia*

#### Lactosa –

Rojo de metilo +

Gelatina +

*Proteus*

Gelatina –

*Salmonella*

Rojo de metilo –

Gelatina +

*Serratia*

Gelatina –

*Hafnia*

Bacterias Grampositivas

Cocos

Catalasa +

Inmóviles

Metabolismo oxidativo y fermentativo

Nitratos +

Manitol +

*Staphylococcus aureus*

Manitol –

*Staphylococcus epidermis*

Nitratos –

*Staphylococcus saprophyticus*

Metabolismo oxidativo

Glucosa +

*Micrococcus luteus*

Glucosa –

Citrato +

*Micrococcus varians*

Citrato –

*Micrococcus roseus*

Móviles

*Planococcus*

Catalasa –

Gas + de glucosa

*Leuconostoc*

Gas – de glucosa

Parejas o cadenas

*Streptococcus*

Tétradas

*Pediococcus*

Bacilos

Catalasa +

Citrato +

Almidón +

VP +

Manitol +

*Bacillus subtilis*

Manitol –

*Bacillus cereus*

VP –

*Bacillus megaterium*

Almidón –

*Bacillus pumillus*

Citrato –

Almidón +

VP +

Nitratos +

*Bacillus polymyxa*

Nitratos –

*Bacillus alvei*

VP –

*Bacillus alcalophilus*

Almidón –

*Bacillus badius*

Catalasa –

*Sporolactobacillus*

## APÉNDICE E: CÓDIGO DEL SISTEMA EXPERTO DETERMINADOR DE BACTERIAS

```
;;;| Sistema Experto Identificador de bacterias
;;;|
;;;| Identificador de bacterias basado en las
;;;| claves dicotómicas del guión de prácticas.
;;;| El código inicial está construido a partir del ejemplo
;;;| del sistema CLIPS llamado animal.clp
;;;|
;;;| Versión 6.30 Beta
;;;|
;;;| Para ejecutar: load, reset y run.
;;;| Usar respuestas: si o no
```

```
...*****
;;;
;;;* DEFINICIONES DEL DEFTEMPLATE *
...*****
;;;
```

```
(deftemplate rule
  (multislot if)
  (multislot then))
```

```
...*****
;;;
;;;* REGLAS DE INFERENCIA *
...*****
;;;
```

```
(defrule propagate-goal ""
  (goal is ?goal)
  (rule (if ?variable $?)
    (then ?goal ? ?value))
  =>
  (assert (goal is ?variable)))
```

```
(defrule goal-satisfied ""
  (declare (saliency 30))
  ?f <- (goal is ?goal)
  (variable ?goal ?value)
  (answer ? ?text ?goal)
  =>
  (retract ?f)
  (format t "%s%s%n" ?text ?value))
```

```
(defrule remove-rule-no-match ""
  (declare (saliency 20))
  (variable ?variable ?value)
```

```

?f <- (rule (if ?variable ? ~?value $?))
=>
(retract ?f)

(defrule modify-rule-match ""
  (declare (salience 20))
  (variable ?variable ?value)
  ?f <- (rule (if ?variable ? ?value and $?rest))
  =>
  (modify ?f (if ?rest)))

(defrule rule-satisfied ""
  (declare (salience 20))
  (variable ?variable ?value)
  ?f <- (rule (if ?variable ? ?value)
          (then ?goal ? ?goal-value))
  =>
  (retract ?f)
  (assert (variable ?goal ?goal-value)))

(defrule ask-question-no-legalvalues ""
  (declare (salience 10))
  (not (legalanswers $?))
  ?f1 <- (goal is ?variable)
  ?f2 <- (question ?variable ? ?text)
  =>
  (retract ?f1 ?f2)
  (format t "%s " ?text)
  (assert (variable ?variable (read))))

(defrule ask-question-legalvalues ""
  (declare (salience 10))
  (legalanswers ? $?answers)
  ?f1 <- (goal is ?variable)
  ?f2 <- (question ?variable ? ?text)
  =>
  (retract ?f1)
  (format t "%s " ?text)
  (printout t ?answers " ")
  (bind ?reply (read))
  (if (member (lowercase ?reply) ?answers)
      then (assert (variable ?variable ?reply))
          (retract ?f2)
      else (assert (goal is ?variable))))

```

```

...*****
,,,

```

```
;;;* BASE DE CONOCIMIENTOS *
...*****
;;;
```

```
(deffacts knowledge-base
  (goal is tipo.bacteria)
  (legalanswers are si no)
```

```
(rule (if prueba.gram is si)
      (then gram is gramneg))
(rule (if prueba.gram is no)
      (then gram is grampo))
(question prueba.gram is "Bacterias gramnegativas")
```

```
;;;Bacterias Gramnegativas
```

```
(rule (if gram is gramneg and morfologia is si)
      (then morfolog is cocos))
(rule (if gram is gramneg and morfologia is no)
      (then morfolog is bacilos))
(question morfologia is "Cocos")
```

```
(rule (if morfolog is cocos and prueba.nitratos is si)
      (then tipo.bacteria is Gen.Neisseria))
(rule (if morfolog is cocos and prueba.nitratos is no)
      (then tipo.bacteria is Gen.Moraxella))
(question prueba.nitratos is "Nitratos +")
```

```
(rule (if morfolog is bacilos and prueba.oxidasa is si)
      (then oxidasa is oxidasa.positiva))
(rule (if morfolog is bacilos and prueba.oxidasa is no)
      (then oxidasa is oxidasa.negativa))
(question prueba.oxidasa is "Oxidasa +")
```

```
(rule (if oxidasa is oxidasa.positiva and prueba.pigmentos is si)
      (then pigmentos is pigmentos.difusibles))
(rule (if oxidasa is oxidasa.positiva and prueba.pigmentos is no)
      (then tipo.bacteria is Gen.Xanthomonas))
(question prueba.pigmentos is "Pigmentos difusibles")
```

```
(rule (if pigmentos is pigmentos.difusibles and prueba.pigmentos.2 is si)
      (then tipo.bacteria is Pseudomonas_aeruginosa))
(rule (if pigmentos is pigmentos.difusibles and prueba.pigmentos.2 is no)
      (then pigmentos.2 is pigmentos.amarilloverdoso))
(question prueba.pigmentos.2 is "Pigmentos azul-verdoso")
```

```
(rule (if pigmentos.2 is pigmentos.amarilloverdoso and prueba.gelatina is si)
```

(then tipo.bacteria is Pseudomonas\_fluorescens))  
 (rule (if pigmentos.2 is pigmentos.amarilloverdoso and prueba.gelatina is no)  
 (then tipo.bacteria is Pseudomonas\_putida))  
 (question prueba.gelatina is "Gelatina +")

(rule (if oxidasa is oxidasa.negativa and prueba.lactosa is si)  
 (then lactosa is lactosa.positiva))  
 (rule (if oxidasa is oxidasa.negativa and prueba.lactosa is no)  
 (then lactosa is lactosa.negativa))  
 (question prueba.lactosa is "Lactosa +")

(rule (if lactosa is lactosa.positiva and prueba.rojo is si)  
 (then rojo is rojo.positiva))  
 (rule (if lactosa is lactosa.positiva and prueba.rojo is no)  
 (then rojo is rojo.negativa))  
 (question prueba.rojo is "Rojo de metilo +")

(rule (if rojo is rojo.positiva and prueba.citrato is si)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Citrobacter))  
 (rule (if rojo is rojo.positiva and prueba.citrato is no)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Escherichia))  
 (question prueba.citrato is "Citrato +, Indol -")

(rule (if rojo is rojo.negativa and prueba.gas.glucosa is si)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Enterobacter))  
 (rule (if rojo is rojo.negativa and prueba.gas.glucosa is no)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Erwinia))  
 (question prueba.gas.glucosa is "Gas + de glucosa")

(rule (if lactosa is lactosa.negativa and prueba.rojo.2 is si)  
 (then rojo.2 is rojo.positiva.2))  
 (rule (if lactosa is lactosa.negativa and prueba.rojo.2 is no)  
 (then rojo.2 is rojo.negativa.2))  
 (question prueba.rojo.2 is "Rojo de metilo +")

(rule (if rojo.2 is rojo.positiva.2 and prueba.gelatina.2 is si)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Proteus))  
 (rule (if rojo.2 is rojo.positiva.2 and prueba.gelatina.2 is no)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Salmonella))  
 (question prueba.gelatina.2 is "Gelatina +")

(rule (if rojo.2 is rojo.negativa.2 and prueba.gelatina.3 is si)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Serratia))  
 (rule (if rojo.2 is rojo.negativa.2 and prueba.gelatina.3 is no)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Hafnia))  
 (question prueba.gelatina.3 is "Gelatina +")



;;;Bacterias Grampositivas

(rule (if gram is grampo and morfologiab is si)  
 (then morfologb is cocosb))

(rule (if gram is grampo and morfologiab is no)  
 (then morfologb is bacilosb))

(question morfologiab is "Cocos")

(rule (if morfologb is cocosb and prueba.catalasab is si)  
 (then catalasab is catalasab.positiva))

(rule (if morfologb is cocosb and prueba.catalasab is no)  
 (then catalasab is catalasab.negativa))

(question prueba.catalasab is "Catalasa +")

(rule (if catalasab is catalasab.positiva and prueba.movilidadb is si)  
 (then movilidadb is inmovilesb))

(rule (if catalasab is catalasab.positiva and prueba.movilidadb is no)  
 (then tipo.bacteria is Gen.Planococcus))

(question prueba.movilidadb is "Inmóviles")

(rule (if movilidadb is inmovilesb and prueba.metabolismob is si)  
 (then metabolismob is metabolismo.oyf))

(rule (if movilidadb is inmovilesb and prueba.metabolismob is no)  
 (then metabolismob is metabolismo.o))

(question prueba.metabolismob is "Metabolismo oxidativo y fermentativo")

(rule (if metabolismob is metabolismo.oyf and prueba.nitratosb is si)  
 (then nitratosb is nitratosb.positiva))

(rule (if metabolismob is metabolismo.oyf and prueba.nitratosb is no)  
 (then tipo.bacteria is Staphylococcus\_saprophyticus))

(question prueba.nitratosb is "Nitratos +")

(rule (if nitratosb is nitratosb.positiva and prueba.manitolb is si)  
 (then tipo.bacteria is Staphylococcus\_aureus))

(rule (if nitratosb is nitratosb.positiva and prueba.manitolb is no)  
 (then tipo.bacteria is Staphylococcus\_epidermis))

(question prueba.manitolb is "Manitol +")

(rule (if metabolismob is metabolismo.o and prueba.glucosab is si)  
 (then glucosab is glucosab.positiva))

(rule (if metabolismob is metabolismo.o and prueba.glucosab is no)  
 (then tipo.bacteria is Micrococcus\_luteus))

(question prueba.glucosab is "Glucosa +")

(rule (if glucosab is glucosab.positiva and prueba.citratob is si)

```

    (then tipo.bacteria is Micrococcus_varians))
(rule (if glucosab is glucosab.positiva and prueba.citratob is no)
    (then tipo.bacteria is Micrococcus_roseus))
(question prueba.citratob is "Citrato +")

(rule (if catalasab is catalasab.negativa and prueba.gasb.glucosa is si)
    (then tipo.bacteria is Gen.Leuconostoc))
(rule (if catalasab is catalasab.negativa and prueba.gasb.glucosa is no)
    (then gasb.glucosa is gasb.negativa))
(question prueba.gasb.glucosa is "Gas + de glucosa")

(rule (if gasb.glucosa is gasb.negativa and prueba.mofologiaba is si)
    (then tipo.bacteria is Gen.Streptococcus))
(rule (if gasb.glucosa is gasb.negativa and prueba.mofologiaba is no)
    (then tipo.bacteria is Gen.Pediococcus))
(question prueba.mofologiaba is "Parejas o cadenas")

(rule (if morfologb is bacilosb and prueba.catalasab.2 is si)
    (then catalasab.2 is catalasab.positiva.2))
(rule (if morfologb is bacilosb and prueba.catalasab.2 is no)
    (then tipo.bacteria is Gen.Sporolactobacillus))
(question prueba.catalasab.2 is "Catalasa +")

(rule (if catalasab.2 is catalasab.positiva.2 and prueba.citratob.2 is si)
    (then citratob.2 is citratob.positiva.2))
(rule (if catalasab.2 is catalasab.positiva.2 and prueba.citratob.2 is no)
    (then citratob.2 is citratob.negativa.2))
(question prueba.citratob.2 is "Citrato +")

(rule (if citratob.2 is citratob.positiva.2 and prueba.almidonb.2 is si)
    (then almidonb.2 is almidonb.positiva.2))
(rule (if catalasab.2 is catalasab.positiva.2 and prueba.almidonb.2 is no)
    (then tipo.bacteria is Bacillus_pumillus))
(question prueba.almidonb.2 is "Almidon +")

(rule (if almidonb.2 is almidonb.positiva.2 and prueba.vpb is si)
    (then vpb is vpb.positiva))
(rule (if almidonb.2 is almidonb.positiva.2 and prueba.vpb is no)
    (then tipo.bacteria is Bacillus_megaterium))
(question prueba.vpb is "VP +")

(rule (if vpb is vpb.positiva and prueba.manitolb.2 is si)
    (then tipo.bacteria is Bacillus_subtilis))
(rule (if vpb is vpb.positiva and prueba.manitolb.2 is no)
    (then tipo.bacteria is Bacillus_cereus))
(question prueba.manitolb.2 is "Manitol +")

```

```
(rule (if citratob.2 is citratob.negativa.2 and prueba.almidonb.3 is si)
      (then almidonb.3 is almidonb.positiva.3))
(rule (if citratob.2 is citratob.negativa.2 and prueba.almidonb.3 is no)
      (then tipo.bacteria is Bacillus_badius))
(question prueba.almidonb.3 is "Almidon +")

(rule (if almidonb.3 is almidonb.positiva.3 and prueba.vpb.2 is si)
      (then vpb.2 is vpb.positiva.2))
(rule (if almidonb.3 is almidonb.positiva.3 and prueba.vpb.2 is no)
      (then tipo.bacteria is Bacillus_alcalophilus))
(question prueba.vpb.2 is "VP +")

(rule (if vpb.2 is vpb.positiva.2 and prueba.nitratob.2 is si)
      (then tipo.bacteria is Bacillus_polymyxa))
(rule (if vpb.2 is vpb.positiva.2 and prueba.nitratob.2 is no)
      (then tipo.bacteria is Bacillus_alvei))
(question prueba.nitratob.2 is "Nitratos +")

(answer is "Entonces el tipo de bacteria es un " tipo.bacteria))
```

```
;;;Fin del codigo
```

## APÉNDICE F: BASES DE HECHOS

### Experimento 1:

Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez (si no) si  
Estambres y pistilos en la misma planta (si no) si  
Flores no reunidas en capitulos con bractea (si no) si  
Flores con dos cubiertas de color o consistencia diferentes (si no) si  
Corola papilionacea (si no) no  
Petalos libres entre ellos hasta la base (si no) no  
Estambres no soldados a la corola (si no) no  
3 estambres o bien solo 1 (si no) si  
Caliz soldado al ovario (si no) no  
Entonces el tipo de planta es una Fam.Portulaceas

### Experimento 2:

Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez (si no) si  
Estambres y pistilos en la misma planta (si no) si  
Flores no reunidas en capitulos con bractea (si no) si  
Flores con dos cubiertas de color o consistencia diferentes (si no) si  
Corola papilionacea (si no) si  
Arbol de flores rosas; hojas simples, redondas, acorazonadas en la base (si no) si  
Entonces el tipo de planta es una Fam.Cesalpinaceas

### Experimento 3:

Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez (si no) si  
Estambres y pistilos en la misma planta (si no) si  
Flores no reunidas en capitulos con bractea (si no) si  
Flores con dos cubiertas de color o consistencia diferentes (si no) no  
Arbol o arbusto resinoso, con flores sin estigma (si no) si  
Hojas no desarrolladas, reducidas a vainas (si no) no  
Fruto que contiene un minimo de 2 semillas (si no) no  
Entonces el tipo de planta es una Fam.Taxaceas\_y\_es\_Gimnosperma

### Experimento 4:

Planta con flores, con estambres o pistilo, o ambos a la vez (si no) no  
Planta sin raices y portadora en ocasiones de pelos absorbentes  
en su parte inferior (si no) no  
Hojas muy desarrolladas; tallo subterraneo o rastrero (si no) no  
Hojas muy pequeñas en relacion con los tallos; tallos aereos y subterraneos (si no) no  
Entonces el tipo de planta es una Fam.Lamnaceas\_Criptogamas

### Experimento 5:

Bacterias gramnegativas (si no) no  
Cocos (si no) si  
Catalasa + (si no) si  
Inmóviles (si no) si

Metabolismo oxidativo y fermentativo (si no) si

Nitratos + (si no) si

Manitol + (si no) si

Entonces el tipo de bacteria es una *Staphylococcus\_aureus*