

PROGRAMA EN BASIC PARA CONSTRUIR CLAVES TAXONOMICAS

BASIC PROGRAM FOR CONSTRUCTING TAXONOMICS KEYS

Alvaro López R.¹
 Marco F. Suárez A.¹
 Martha L. Quiñones P.¹
 Alberto Cadena G.²

RESUMEN

Se presenta un programa en lenguaje BASIC que permite la elaboración de claves dicotómicas para diferenciar grupos de organismos a nivel de cualquier taxon, facilitando la organización de la información y la actualización de la clave. Se presenta un ejemplo que muestra el proceso y se discuten las ventajas y limitaciones del programa.

ABSTRACT

A BASIC language program is given here for constructing dichotomics keys for diferenciating groups of organisms of any taxon, facilitating the organization of information and making the key. An example is presented which demonstrates the process, and the advantages and limitations of the program are discussed.

INTRODUCCION

Una clave biológica es un instrumento que facilita la determinación de la unidad taxonómica a la que pertenece un organismo vivo, a saber, orden, familia, género o especie. La construcción de claves es un aspecto esencial en la práctica de algunas ramas de la biología, dada la necesidad de conocer el taxon a que pertenecen los organismos. Usualmente es elaborada en forma manual por un experto en el área en cuestión, siendo complejo y poco práctico el ordenamiento y la organización de una clave.

Presentamos aquí un programa elaborado en lenguaje BASIC que optimiza el proceso de organización de las características de los organismos y elabora una clave dicotómica para diferenciar grupos de organismos, a nivel de cualquier taxon deseado, utilizando caracteres de ese taxon.

MATERIALES Y METODOS

El primer paso para construir la clave es elaborar una matriz donde se consigna la siguiente información: La CARACTERISTICA, que es un atributo de un órgano o parte de él que sirve para discriminar; el GRUPO, que lo conforman todos los especímenes que no se puedan diferenciar entre sí (el conjunto de grupos forma el taxon); y la VARIANTE, que es cada una de las formas que puede tomar una característica.

En la matriz se consignan las características de los grupos, teniendo en cuenta, para su diseño, las pautas para la selección de características en la elaboración de una clave dicotómica (Deblase y Martín, 1974). Las características que se van a incluir en la matriz se seleccionan según el criterio del investigador, dando prioridad a las que considere más importantes y sean fácilmente observables. Aquellas cuyas

1 Dirección de Campañas Directas, Servicio de Erradicación de la Malaria, Ministerio de Salud. A.A. 4851, Bogotá, Colombia.

2 Instituto de Ciencias Naturales, Univ. Nacional, Bogotá, Colombia.

variantes no estén bien definidas dentro de un mismo grupo y aquellas que no existen para algunos grupos, se definen como NO COMPARABLES y por lo tanto no se les coloca ningún valor (se dejan estas casillas en blanco).

En la tabla 1 se muestra una matriz de ejemplo, con información para identificar CAMINACULOS, organismos de estudio ampliamente aceptados, ideados por el profesor Joseph H. Camin (Sokal, 1983). En esta matriz se consignó la información de 10 especies con 11 características que describen la cabeza y el cuello. Obsérvese la presencia de casillas en blanco. Al crear el archivo magnético (en disco) estos blancos equivalen a presionar RETURN o ENTER, sin entrar ningún tipo de información.

El programa elaborado para el ordenamiento de la clave se hizo en lenguaje BASIC (IBM, 1982), utilizando un computador IBM PC con 512 Kbytes de memoria RAM.

RESULTADOS Y DISCUSION

El listado del programa se presenta en la figura 1. El programa consta de dos algoritmos principales: un algoritmo general para el manejo de archivos, con el fin de crear y modificar la matriz; y un algoritmo que permite generar un árbol de decisión similar al que posee la clave en su estructura, es decir, el que partiendo de la característica más general (la que menos variantes presenta), nos lleve a la característica más particular de cada grupo.

Los pasos que ejecuta el programa en este último algoritmo son los siguientes: 1. Toma inicialmente la matriz como un todo y la divide en n matrices, siendo n el número de variantes de la característica más general; 2. A cada matriz resultante le asigna un valor único para todos los elementos de dicha matriz; 3. Desecha la característica evaluada; y 4. Para cada una de las matrices resultantes aplica los pasos 1 a 3 hasta que no sea posible hacer más divisiones y se contemplen en el árbol todos los grupos.

Al ejecutar el programa elaborado, aparece en el monitor un menú principal con 7 opciones. Las cuatro primeras opciones realizan la entrada de datos y el manejo del archivo-matriz. La opción 5 genera un listado de la clave, en papel. La opción 6 permite verificar el estado del archivo-matriz, mostrando los ocho prime-

ros caracteres de cada casilla. La opción 7 termina la ejecución del programa.

En la figura 2 se presenta la clave generada por el programa. Nótese que sigue un criterio de exclusión, discriminando primero las especies que menos tienen en común, hasta llegar a las especies con más características en común.

El programa maneja como máximo 30 grupos y 30 características, pero se puede ampliar este rango modificando la instrucción 5 de acuerdo con las necesidades y la capacidad del computador, reemplazando todos los números que aparecen en la línea por los valores requeridos, teniendo en cuenta la limitación de memoria de su computador. En nuestro ejemplo se utilizaron 13 Kbytes para la ejecución total del programa. Las opciones 5 (generar clave) y 6 (listar), pueden ser dirigidas al monitor o a la impresora, modificando las instrucciones 610 y 5580 (PRINT hacia el monitor, LPRINT hacia la impresora). El programa puede ser ejecutado en cualquier computador que posea cualquier versión estructurada del lenguaje BASIC.

Se pueden presentar inconsistencias en la clave resultante, debido a errores en la matriz, tales como: darle atributos a una característica que no existe para un determinado grupo, tener dos grupos que no son diferenciables entre sí o errores en el tecleo de los datos. Cabe resaltar la importancia de unificar los nombres para las variantes que se van a incluir, ya que un carácter sobrante o faltante es tomado por el computador como variantes diferentes.

En la clave resultante puede aparecer una característica "NO COMPARABLE", como fue el caso de la pareja 2 de la clave presentada. En estos casos la escogencia debe ser hecha por otra característica que permita discriminar entre las dos alternativas. Por esto es deseable incluir el mayor número posible de caracteres para los diferentes grupos al elaborar la matriz.

La destreza del usuario para seleccionar y dar prioridad a los caracteres discriminantes que va a utilizar influye en los resultados y por tanto es necesario un sólido conocimiento de los que se van a incluir en la clave deseada.

Una de las principales ventajas de esta aplicación es la posibilidad de ir incrementando características y grupos y, por lo tanto, de crear claves cada vez más universales y efectivas.

LITERATURA CITADA

Deblase, A. y R. Martin. 1974. A manual of Mammalogy; Key and Keying, with key to families of the world. Dubuque, Iowa. pp. 111-115

International Business Machines Corporation (IBM). 1982. BASIC; Personal Computer Hardware Reference Library

Sokal, R. 1983. A phylogenetic analysis of the caminalcules. Systematic Zoology. 32(2): 159-184

```

2  REM * PROGRAMA PARA CONSTRUIR CLAVES BIOLÓGICAS *           ALR.1987
5  DIM CA$(30,30),TS(30,30),NM(40),ND$(30),MD(40),CD$(30),MIS(7),M2$(3)
7  FOR J=1 TO 7:READ MIS(J):NEXT J:FOR I=1 TO 3:READ M2$(I):NEXT I
8  DATA Crear una matriz,Usar una matriz existente,Modificar la matriz en uso,
  Adicionar informacion,Generar la clave,Listar la matriz,Finalizar,Caracteri-
  stica,Grupo,Nada
10 WHILE A<7
11 PRINT "-----
  * PROGRAMA PARA CONSTRUIR CLAVES BIOLÓGICAS *:
  PRINT"GRUPO DE ENTOMOLOGIA   -1987-":PRINT"DCD/SEM MINSALUD":
  PRINT"UNIVERSIDAD NACIONAL"
12 PRINT"-----
  * :PRINT:PRINT"--- MENU PRINCIPAL*:PRINT:PRINT"Clave en uso: ";AR$:
  PRINT:PRINT"Seleccione una de las siguientes opciones":PRINT:PRINT
14 FOR I=1 TO 7:PRINT I;" ";MIS(I):NEXT I:PRINT:PRINT"Cuál es su opción?":AR$
  =INPUT$(1):A=VAL$(AR$):PRINT:ON A GOSUB 100,100,300,300,500,500,600
15  MEND:END
100 PRINT:PRINT"Nombre de la clave ";AR$:PRINT:
  IF AR$="" THEN RETURN
110 IF A=1 THEN FV=0:B=1:GOSUB 4000:FE=1:B=2:GOSUB 4000:GOSUB 700:RETURN
200 OPEN "I",#1,AR$
210 I=0:WHILE CA$(I,0)="" :I=I+1:LINE INPUT#1,CA$(I,0):MEND:FV=I
220 I=0:WHILE CA$(0,I)="" :I=I+1:LINE INPUT#1,CA$(0,I):MEND:FE=I
230 FOR J=1 TO FV-1:FOR J=1 TO FE-1:LINE INPUT#1,CA$(I,J):NEXT J:NEXT I:
240 CLOSE#1:RETURN
300 TS="" :MIS(A):GOSUB 400:IF B=3 THEN RETURN ELSE ON (A-2) GOSUB 3000,4000
310 GOSUB 700:RETURN
400 IF AR$="" THEN PRINT:PRINT"NO hay clave en uso ";AR$:INPUT$(1):B=3:RETURN
410 IF A=4 THEN RETURN
420 B=0:WHILE B<1 OR B>3:PRINT:PRINT TS:PRINT:FOR I=1 TO 3:PRINT I;" ";M2$(I):
  NEXT I:PRINT:PRINT"Su opción ";AR$:INPUT$(1):PRINT:B=VAL$(AR$):MEND:RETURN
500 B=0:GOSUB 400:IF B=3 THEN RETURN
510 FOR I=1 TO FV-1:FOR J=1 TO FE-1:TS(I,J)="" :NEXT J:NEXT I:C1=0:C2=1:GOSUB 50
  00:RETURN
600 B=0:GOSUB 400:IF B=3 THEN RETURN
610 PRINT:FOR J=0 TO FV-1:FOR I=0 TO FE-1:PRINT USING "\
  \";CA$(I,J):
  NEXT I:PRINT:NEXT J
620 PRINT:PRINT"Presione RETURN":AR$=INPUT$(1):PRINT:RETURN
700 OPEN "O",#1,AR$
710 FOR I=1 TO FV:IF CA$(I,0)="" THEN PRINT#1,CA$(I,0)
720 NEXT I
730 FOR J=1 TO FE:IF CA$(0,J)="" THEN PRINT#1,CA$(0,J)
740 NEXT I
750 FOR J=1 TO FV-1:FOR J=1 TO FE-1
760 IF CA$(I,0)="" AND CA$(0,J)="" THEN IF CA$(I,J)="" THEN
  PRINT#1,CA$(I,J) ELSE PRINT#1,""
770 NEXT J:NEXT I
780 CLOSE#1:GOSUB 200:RETURN
3000 PRINT:PRINT"Para borrar ";M2$(B):'s camoieles el nombre por el signo #
3010 IF B=1 THEN K=FV-1 ELSE K=FE-1
3020 FOR I=1 TO K:PRINT"-----":PRINT M2$(B);";es ";:IF B=1 THEN PRINT CA$(I,0)
  ELSE PRINT CA$(0,I)
3030 INPUT"Nuevo nombre ";B$:IF B$="" THEN IF B=1 THEN CA$(I,0)=B$ ELSE CA$(0,I)
  =B$
3040 PRINT"Modificar VARIANTES (S/M) ";:AR$=INPUT$(1):PRINT:IF AR$="S" OR AR$="M"
  THEN ON B GOSUB 3100,3200
3050 NEXT I:RETURN
3100 FOR J=1 TO FE-1:PRINT:PRINT CA$(I,0);" de ";CA$(0,J);" es ";CA$(I,J):
  INPUT"Nueva VARIANTE ";B$:IF B$="" THEN CA$(I,J)=B$
3110 NEXT J:RETURN
3200 FOR J=1 TO FV-1:PRINT:PRINT CA$(0,I);" tiene ";CA$(J,0);" ";CA$(J,I):
  INPUT"Nueva VARIANTE ";B$:IF B$="" THEN CA$(J,I)=B$
3210 NEXT J:RETURN
4000 PRINT:PRINT MIS(A);" ";M2$(B)
4010 B$="" :IF B=1 THEN I=FV ELSE I=FE
4020 WHILE B$(0)="" :PRINT:PRINT M2$(B);";:INPUT B$:IF B$="" THEN B$="":
4030 ON B GOSUB 4100,4200
4040 I=I+1:MEND:IF B=1 THEN FV=I-1 ELSE FE=I-1
4050 RETURN
4100 CA$(I,0)=B$:IF FE=0 AND B$(0)="" THEN FOR J=(I TO FE-1:PRINT"Variante #
  CA$(0,J):INPUT CA$(I,J):NEXT J
4110 RETURN
4200 CA$(0,I)=B$:IF FV=0 AND B$(0)="" THEN FOR J=1 TO FV-1:PRINT"Como tiene
  CA$(J,0):INPUT CA$(J,I):NEXT J
4210 RETURN
5000 WHILE C1<C2:FOR I=1 TO FV-1:NM(I)=0:NEXT I:C=0
5010 FOR I=1 TO FV-1:FOR J=1 TO FE-1:MD(I,J)=0:ND$(J)="" :NEXT J:B=0
5020 FOR J=1 TO FE-1:IF TS(I,J)=CD$(C1) THEN GOSUB 5200
5030 NEXT J:IF B=1 AND MD(I) THEN ND$(I)=0
5040 IF C=0 THEN C=B
5050 FOR K=1 TO B:IF MD(K)=0 THEN K=FE ELSE IF ND$(K)="" THEN NM(I)=NM(I)+K
  :*2
5060 NEXT K:NEXT I:IF C1 THEN GOSUB 5100
5070 FOR I=1 TO FV-1:FOR J=1 TO FE-1:PRINT TS(I,J);" ";NEXT J:PRINT:NEXT I
5080 C1=C1+1:MEND:GOSUB 5300
5090 RETURN
5100 K=0:I=0
5110 FOR J=1 TO FV-1:IF K=NM(J) THEN K=NM(J):J=J
5120 NEXT J:FOR J=1 TO FE-1:MD(J)=0:ND$(J)="" :NEXT J
5130 FOR J=1 TO FE-1:IF TS(I,J)=CD$(C1) THEN GOSUB 5200
5140 NEXT J:NM=I+1:0
5150 FOR K=1 TO B:IF I=ND(K) THEN J=ND(K)
5160 NEXT K:FOR K=1 TO B:MD(K)=I-ND(K):NEXT K
5170 FOR J=1 TO B:CD$(C2+J-1)=CD$(C1)+RIGHT$(STR$(J),1):NEXT J:C2=C2+B
5180 FOR I=1 TO FV-1:FOR J=1 TO FE-1:IF TS(I,J)=CD$(C1) AND NM(I) THEN GOSUB
  5300
5190 NEXT J:NEXT I:RETURN
5200 FOR K=1 TO FE-1
5210 IF MD(K)="" AND ND(K)=0 THEN MD(K)=CA$(I,J)
5220 IF MD(K)=CA$(I,J) THEN ND(K)=MD(K):K=K+FE
5230 NEXT K:FOR K=1 TO FE-1:IF MD(K)=0 THEN B=K-1:K=FE
5240 NEXT K:RETURN
5300 FOR K=1 TO B:IF CA$(NM,K)=MD$(K) THEN TS(I,J)=TS(I,J)+RIGHT$(STR$(K),1)
5310 NEXT K:RETURN
5320 C1=C1+C2-1:FOR I=1 TO C2:MD(I)=0:NM(I)=0:NEXT I:MD(I)=1
5330 FOR I=2 TO C2:IF LEFT$(CD$(I-1),LEN(CD$(I-1))-1) LEFT$(CD$(I),LEN(CD$(I)
  )) THEN C1=C1+1
5340 MD(I)=C1:NEXT I
5350 FOR I=1 TO C2:FOR J=1 TO C2:IF CD$(I)=LEFT$(CD$(J),LEN(CD$(J))-1) THEN
  NM(I)=MD(J):J=C2
5360 NEXT J:NEXT I
5370 FOR B=1 TO C2:IF C1=MD(B) THEN L$="" * ELSE GOSUB 5660
  L$=LEFT$(L$,10):L$=""
5380 FOR I=1 TO FV-1:FOR J=1 TO FE-1:IF CD$(B)=TS(I,J) THEN GOSUB 5600
5390 NEXT J:NEXT I:LPRINT:LPRINT L$:L$:NEXT B:RETURN
5600 SM=0:FOR K=1 TO FE-1:IF LEN(CD$(B))=LEN(TS(I,K)) AND LEFT$(TS(I,K),LEN(B$)
  )=B$ THEN SM=1
5610 NEXT K:IF SM=1 THEN RETURN
5620 IF RIGHT$(L$,1)="" THEN L$=L$+" "
5630 IF CA$(I,J)="" THEN L$=L$+CA$(I,0)+" NO COMPARABLE" ELSE L$=L$+CA$(I,0)+"
  <CA$(I,J)
5640 IF NM(B)=0 THEN L$=""....."+STR$(NM(B)) ELSE L$=""....."+CA$(0,
  B)
5650 J=FE:RETURN
5660 L$=STR$(MD(B))+";":C1=MD(B):IF B=1 THEN L$=L$+" * ELSE L$=L$+"("
5670 FOR K=1 TO B:IF NM(K)=C1 THEN B$=CD$(K):L$=L$+RIGHT$(STR$(MD(K)),LEN(STR$(
  MD(K)))-1)+")" *I=B
5680 NEXT K:RETURN

```

Fig. 1. Listado del programa en lenguaje BASIC, para construir claves de determinación taxonómica.

1. Con 2 cuernos AUSENTE, Ojos PRESENTE.....2
Con 2 cuernos PRESENTE, Ojos AUSENTE.....ESP7
- 2.(1) Parte anterior cabeza NO COMPARABLE, El número de ojos es 1 OBLONGO.....ESP1
Parte anterior cabeza PLANA, El número de ojos es 2 SEPARADOS.....3
- 3.(2) Cuello con muesca PRESENTE.....ESP2
Cuello con muesca AUSENTE.....4
- 4.(3) Cuello con pliegue TOTAL.....5
Cuello con pliegue PARCIAL.....6
- 5.(4) Largo cabeza mm 9-10.9.....7
Largo cabeza mm 12.8-14.7.....ESP8
- 6.(4) Cuello con pliegue parcial ANCHO, Largo cabeza mm 10.9-12.8.....ESP6
Cuello con pliegue parcial ANGOSTO, Largo cabeza mm 9-10.9.....ESP10
- 7.(5) Tope de la cabeza DEPRIMIDA.....8
Tope de la cabeza PLANA.....ESP5
- 8.(7) Un cuerno central PRESENTE.....9
Un cuerno central AUSENTE.....ESP9
- 9.(8) Un cuerno central PUNTUDO.....ESP3
Con cuerno central ACHATADO.....ESP4

Fig. 2. Clave resultante elaborada por el programa.

Tabla 1. Matriz de información de entrada: un ejemplo con CAMINACULOS

Especie	ESP1	ESP2	ESP3	ESP4	ESP5	ESP6	ESP7	ESP8	ESP9	ESP10
Característica										
Cuello con pliegue	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	PARCIAL	TOTAL	TOTAL	TOTAL	PARCIAL
Cuello con pliegue parcial						ANCHO				ANGOSTO
Un cuerno central	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Con cuerno central			PUNTUDO	ACHATADO						
Largo cabeza mm	10.9-12.8	9-10.9	9-10.9	9-10.9	9-10.9	10.9-12.8	12.8-14.7	12.8-14.7	9-10.9	9-10.9
Parte anterior cabeza		PLANA	PLANA	PLANA	PLANA	PLANA	CONCAVA	PLANA	PLANA	PLANA
Con 2 cuernos	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE
Ojos	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE	AUSENTE	PRESENTE	PRESENTE	PRESENTE
El número de ojos es	1 OBLONGO	2 SEPARADOS	2 SEPARADOS	2 SEPARADOS	2 SEPARADOS	2 SEPARADOS		2 SEPARADOS	2 SEPARADOS	2 SEPARADOS
Tope de la cabeza	PLANA	CON CRESTA	DEPRIMIDA	DEPRIMIDA	PLANA	PLANA	DEPRIMIDA	DEPRIMIDA	DEPRIMIDA	DEPRIMIDA
Cuello con muesca	AUSENTE	PRESENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE	AUSENTE