

## ENSAYO DE UTILIZACIÓN DE COMPUTADORAS PARA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES DEL GÉNERO NEOBUXBAUMIA (CACTACEAE)

LÉIA SCHEINVAR  
HELIA BRAVO H.

### RESUMEN

El presente trabajo analiza la experiencia en buscar un método de identificación de especies de plantas utilizando computadoras electrónicas. Se escogió el género *Neobuxbaumia* Backbg. emend. Daws. et Buxbm., por tener pocas y bien definidas especies. El programa fue hecho en el lenguaje Fortran y la máquina empleada fue una B-5500. Fueron seleccionadas 22 características genéricas, 29 opuestas a las genéricas y 40 específicas. De las últimas, 22 son distintivas (aquellas que son exclusivas de cada una de las especies) y el resto son comunes a más de una especie. La computadora verifica si las plantas a identificar pertenecen al género referido, examinando si hay características opuestas a las genéricas. En caso de que no exista, examina si faltan datos o no. En los dos últimos casos pasa al proceso de identificación de la especie que consta de tres etapas: a) análisis de la presencia de características distintivas; b) análisis de la presencia de características comunes; c) cuadro resumen del análisis genérico y específico. En cuanto a las características distintivas se analizan cuatro posibilidades: 1) la planta no tiene características distintivas de ninguna especie; 2) la planta tiene características distintivas de una sola especie; 3) la planta tiene algunas características distintivas de una especie; 4) la planta tiene características distintivas de más de una especie. Cuando hay características distintivas coincidentes, la computadora empieza a analizar las características comunes de las especies con las cuales hay coincidencias y en caso contrario, analiza las características comunes de las especies de la clave en el orden en que se encuentran en el programa. Para cada especie de la clave señala las coincidencias y no coincidencias con las características comunes de la planta a identificar, sumando sus totales. El botánico interesado en el análisis de la planta, puede comparar las características de la especie de la clave que no fueron encontradas en la planta a identificar para ver qué tan grande es la variación. En el cuadro resumen (que debe ser analizado antes de las comparaciones detalladas), aparece el número total de características genéricas y el número de coincidencias que hubo. En cuanto a las características específicas, aparece inicialmente el nombre de las especies de la clave con las cuales hay coincidencias con las características distintivas, el número de coincidencias y el porcentaje de coincidencias. En cuanto a las características comunes, aparece inicialmente el nombre de las especies con las cuales hay coincidencias en las características distintivas, el número de características comunes, el número de características comunes examinadas en la planta a identificar, el número de coincidencias, el número de no coincidencias y el porcentaje de coincidencias. Sigue el mismo análisis con las demás especies de la clave.

Los autores creen que este programa puede ser aprovechado para otros géneros, principalmente para los muy grandes, y podrá ser de gran utilidad para localizar plantas cuyas características no encajan perfectamente en la clave, indicando rápidamente con qué especies tienen más afinidades genéticas.

## ABSTRACT

This paper analyzes our experience in searching for a method for the identification of plant species by means of electronic computers. The genus *Neobuxbaumia* Backb. emend. Daws. et Buxbm. was chosen since it includes few and well defined species. The program was made in Fortran language and the machine used was a B-5500. We selected 22 generic characteristics, 29 characteristics opposed to the generic and 40 specific characters. Of the last ones 22 are distinctive characteristics (those that are exclusive to each one of the species), and the remainder are common to more than one species. The computer verifies if the plants to be identified belong to the genus by examination of the characteristics opposed to the generic ones. If there are not any, it examines if there are any lacking data. In either case it continues with the process of the identification of the species in three different steps: a) analysis of the presence of distinctive characteristics, b) analysis of the presence of common characteristics; c) recapitulation schedule of the generic and specific analysis. In regard to the distinctive characteristics, four possibilities are analysed: 1) the plant does not have distinctive characteristics of any of the species; 2) the plant has distinctive characteristics of only one of the species; 3) the plant has some distinctive characteristics of more than one species. If there were coincident distinctive characteristics, the computer starts analysing the common characteristics of the species in the order in which they are in the program. For each species of the mentioned key it shows the number of coincidence and non coincidence with the common characteristics of the plant to be identified adding its totals. The botanist interested in the plant analysis may compare the characteristics of the key which were not found in the plant to be identified with the characteristics of the plant to see how important is the variation. The recapitulation schedule (which should be analyzed before the detailed comparisons) shows the total number of generic characteristics and the number of coincidences found. In regard to the specific characteristics, initially it prints the name of the species in the key with which there were coincidences with the distinctive characteristics, the number of distinctive characteristics, the number of coincidences and the percentage. In regard to the common characteristics, it initially prints the name of the species with which there were coincidences of distinctive characteristics, the number of common characteristics, the number of common characteristics compared in the plant to be identified, the number of non coincidences and the percentage. It continues with the analysis of the other species in the key. The authors believe that this program may be used for other genera, especially those that are very big, and that it might be very useful to identify plants whose characteristics do not fit perfectly in the key, by rapidly indicating with which species they have greater phenetic affinities.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes problemas con el cual los botánicos se enfrentan, es la identificación correcta de las plantas colectadas en el campo, lo que es indispensable para la investigación en diversas ciencias tales como: la sistemática, biogeografía, paleontología, estratigrafía, medicina y agricultura.

Clásicamente, la identificación se hace empezando con una diagnosis preliminar en el campo, basada en el análisis de las características morfológicas de la planta, y de acuerdo con los conocien-

tos que el botánico tenga del grupo taxonómico al cual ella pertenezca, lo lleva a familia, o a familia y género y sólo llega a especie, cuando tiene muchos conocimientos y experiencia anterior.

Posteriormente, en el herbario, viene la consulta a las claves preparadas de acuerdo con el sistema dicotómico. Estas claves, según la opinión de la mayoría de los botánicos, están llenas de lagunas y fallas, principalmente por el hecho de que son basadas tan sólo en pocas caracte-

terísticas, seleccionadas al criterio de cada autor, cuando muchas otras son más típicas y constantes para un estudio de identificación de plantas del mismo taxon y de diferentes localidades.

Morse (1971: 269-270), en la introducción de su interesante trabajo sobre identificación y construcción de claves, examina primeramente el concepto actual de identificación incluyendo el de Maccacaro (1958), Moller (1962) y Osborn (1963) que al analizar la teoría de claves, enfatizan la disminución de las razones para el uso de taxa como unidades operacionales y la necesidad de considerar un amplio rango de variaciones y posibilidades que hay en la naturaleza y que se suman al conocimiento humano cada vez que nuevos individuos de otras poblaciones son estudiados.

Tradicionalmente, en cada herbario, pocos son los botánicos que realizan el trabajo de identificación de las especies, por ser pocos los capaces de recurrir a la bibliografía donde están las claves, y tener suficiente práctica y conociemien-

tos taxonómicos, como para tener la seguridad de hacer una correcta identificación. Antes de tomar una decisión final, el botánico generalmente recurre a la comparación con ejemplares localizados en el herbario, ya con anterioridad identificados, o a la comparación con ilustraciones existentes en publicaciones botánicas, así como, en último caso, a la consulta de monografías sobre el taxa en estudio.

En los países latinoamericanos este tipo de trabajo es mal remunerado, en cuanto que en los Estados Unidos, por ejemplo, la identificación de un espécimen por un experto, tiene un costo de Dls. 5.00 a 20.00, generalmente pagados por la institución donde el experto presta sus servicios (Shetler, 1969).

Creemos que con la ayuda de programas y claves policotómicas, previamente elaboradas para la identificación de especies de un mismo taxon, podremos, con gran ventaja, eliminar muchos de los inconvenientes del método clásico y que en este trabajo discutiremos.

## ANTECEDENTES

Aunque las computadoras electrónicas vienen siendo usadas desde hace algunos años para diferentes estudios biológicos, su aplicación en botánica para la identificación de especies, es mucho más reciente.

Bossert (1969) desarrolla un método de claves de identificación de especies usando la preposición "if", pero con el inconveniente de que sólo es útil en el caso de que la planta a identificar tenga las mismas características presentes en la clave, sin variación.

Morse, Beaman y Shetler (1967; 1968; Morse 1968, 1971), en Michigan State University, desde 1966 están llevando a cabo un proyecto para la identificación de plantas, construcción de claves, redacción de descripciones y evaluación

de relaciones sistemáticas. Los mencionados autores introdujeron esos métodos en sus cursos de Taxonomía Vegetal para graduados y no graduados.

Para identificar las especies construyen matrices numéricas codificadas, las cuales sirven para los distintos programas que procesan. Utilizan el lenguaje Fortran con tarjetas perforadas y cinta de papel, así como teletipos con las máquinas General Electric Mark II de un sistema de tiempo compartido. En su programa de identificación trabajan con características en 2 estados (si o no) multiestados o características numéricas (Morse, Peters y Hamel, 1971). La computadora recibe por teletipo un número correspondiente a una característica de la planta a identificar y que perte-

nece al género en estudio. Ésta, pregunta por teletipo cuál es el atributo de la planta en las características necesarias para identificarla. Imprime al final un letrero con el nombre de la especie de la planta a identificar o imprime que no pertenece a ninguna de las especies de la clave. Creemos que este programa es interesante y práctico, hecho a partir de una clave dicotómica y grupos monotéticos, pero con una opción dentro del sistema para identificación politética (Sneath, 1962).

Ledley (1965), en su importante libro sobre el uso de las computadoras en biología y medicina (problema semejante al nuestro), expone un algoritmo empleado en diagnosis médica, y que pudiera ser aplicado a identificación de especies vegetales.

Hall (1970), del Bolus Herbarium, de la Universidad del Cabo, en África del Sur, desde 1967, realiza trabajos de identificación de especies y construcción de claves. Sus programas están escritos en Fortran IV e incluyen funciones discriminantes para encontrar las coincidencias entre las características de las especies a identificar y los taxa conocidos, estableciendo así su diagnosis basado en diferentes criterios. Usa la computadora ICL 1301.

Bougey (1968), de la Universidad de California, en Irvine, desde 1966, está trabajando en un proyecto sobre el uso de computadoras para la elabora-

ción de claves de identificación de fanerógamas, peces y anélidos. Utiliza el lenguaje PL1 y la máquina IBM-360/50.

Pankhurst (1970), también publica un trabajo sobre construcción de claves dicotómicas, basado en algoritmos comunes.

Crovello y MacDonald (1970), publicaron un Index con numerosos proyectos biológicos que en diferentes partes del mundo utilizan computadoras electrónicas, inclusive los de identificación de grupos taxonómicos.

Nosotros empezamos en 1967, el proyecto de investigación que será aquí expuesto. La elección de la familia *Cactaceae* se debe al hecho de que uno de los autores es especialista en ella, lo que nos aseguró la base taxonómica. El género *Neobuxbaumia* Backbg. emend. Daws. et Buxbm. fue escogido por ser de los mejor definidos dentro de la familia, con sólo 6 especies y todas en territorio mexicano, lo que nos permitió excursionar para tomar los datos que faltaban (Fig. 1-2-3). En resumen, reúne las condiciones necesarias al propósito de hacer un programa lógico, pequeño, sencillo y que pueda posteriormente aplicarse a grupos muy grandes o *incertae sedis*, cuya colocación taxonómica es un problema hasta la fecha. Creemos que la computadora, analizando las características fenéticas de los taxa, podrá indicar su probable localización.

## MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN

En la figura 4, podemos observar el mecanismo empleado para la identificación de las plantas que ilustran el trabajo.

1. El botánico se dirige al herbario para identificar sus plantas.
2. Ahí se deben encontrar las "Listas Claves de Características" para los taxa en estudio (Figs. 5 y 6).

3. En la "Lista Clave del Género *Neobuxbaumia*, se examina el primer carácter que es:

### FORMA DE VIDA

- 01 — PLANTAS TERRESTRES O RUPÍCOLAS  
100 — EPÍFITAS

Como nuestra planta es terrestre, se apunta el número 01. Pásase al:

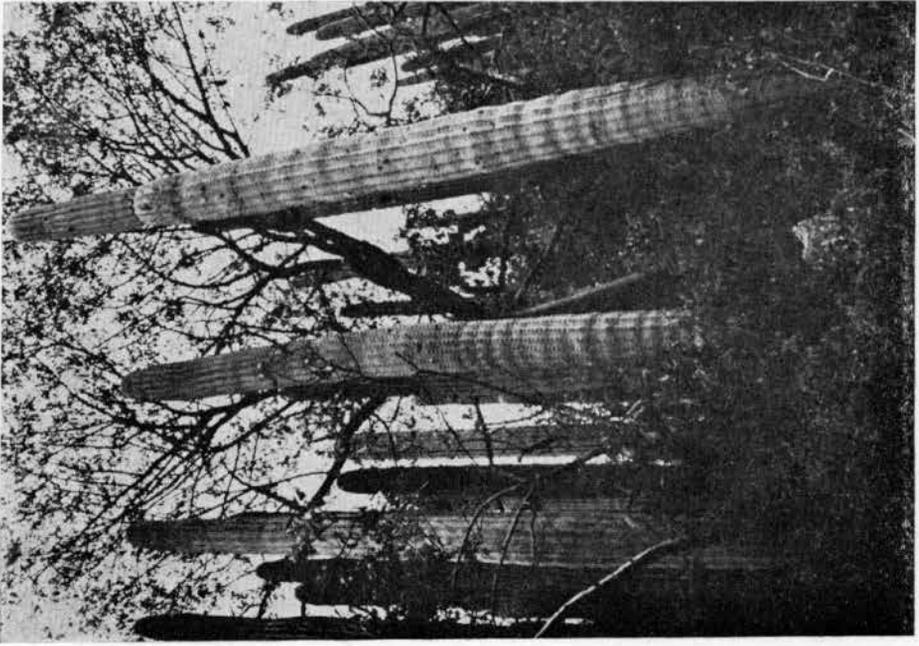
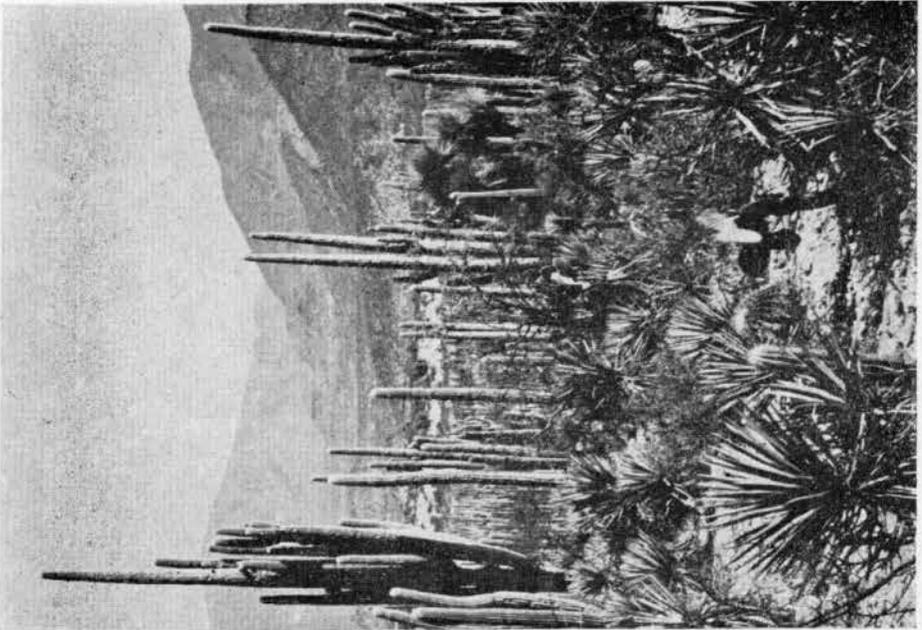


Fig. 1. *Neobuxbaumia macrocephala* (Web.) Daws. Tehuacán, Puebla. *Neobuxbaumia mezatlanensis* (Bravo) Backbg. Las Estacas, Morelos (fotos H. Bravo).



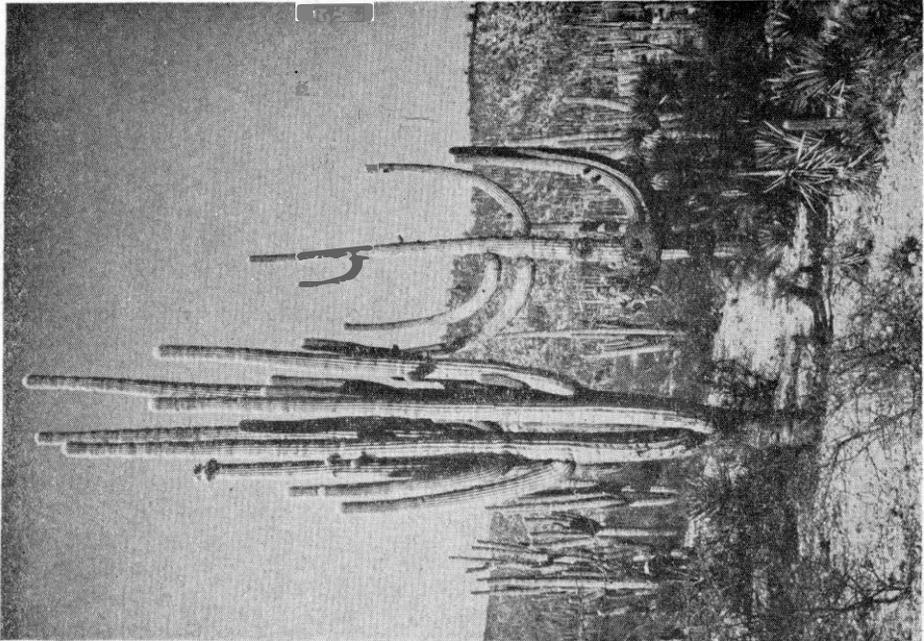


Fig. 2. *Neobuxbaumia tetetzo* (Wcb.) Backbg. Zapotitlán de las Salinas, Puebla, Neobuxbaumia polylopha (DC.) Backbg. Barranca de Tolimán, Hidalgo (fotos H. Bravo).

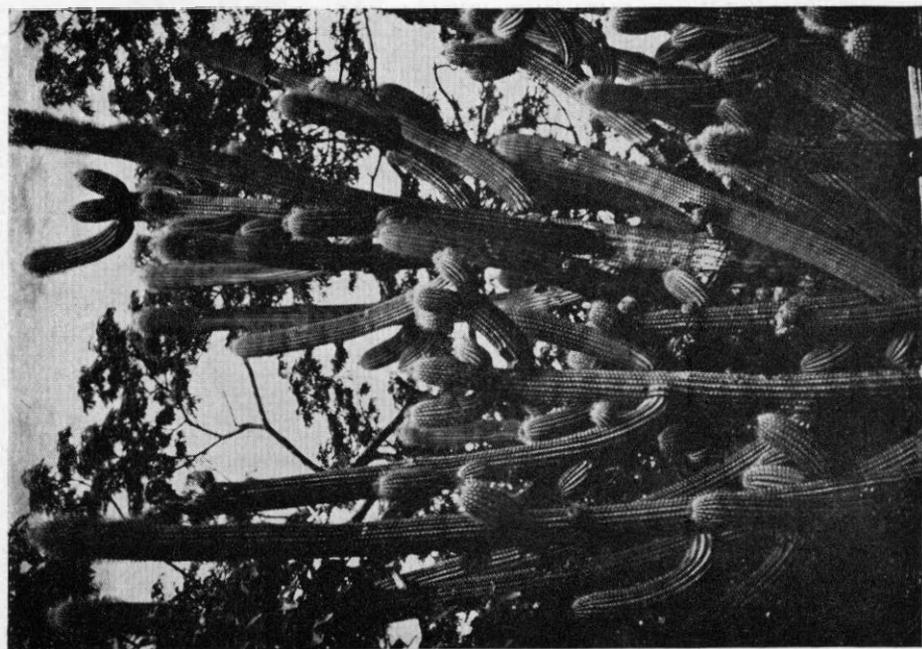
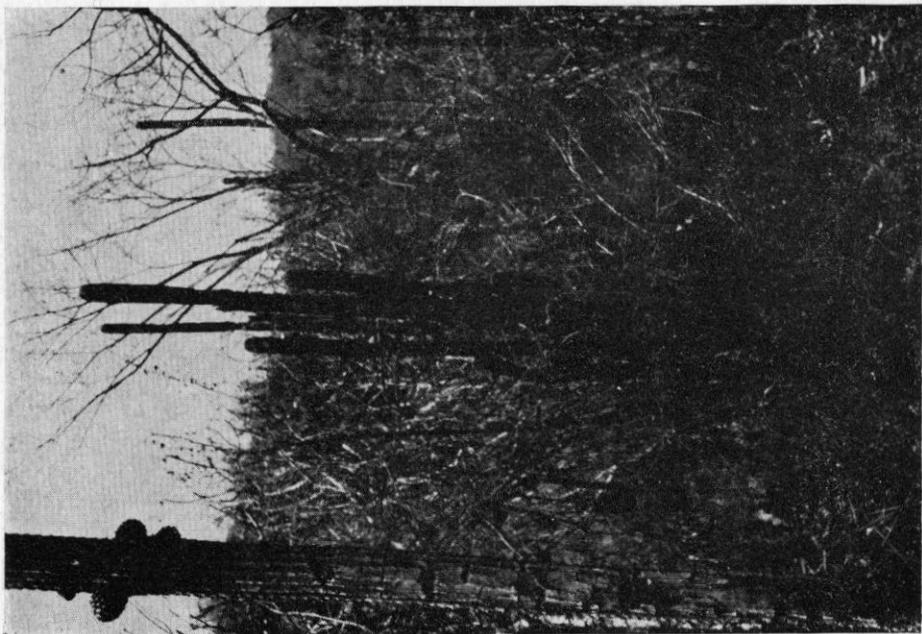
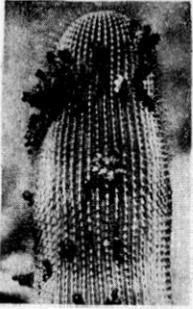


Fig. 3. *Neobuxbaumia scoparia* (Poselg.) Backbg. Istmo de Tehuantepec, Oaxaca (foto H. Bravo). *Neobuxbaumia euphonioides* (Haw.) Buxbm. Palo Gacho, Veracruz (foto H. Sánchez Mejorada).



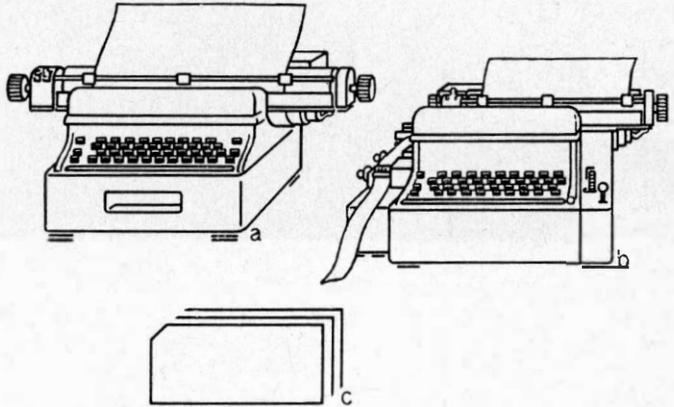
1.-PLANTA QUE VIENE DEL CAMPO

I-	01	-MUCIVO DELVIMCELO
	101	-DIAICON LA MOLJIDON
	102	-CIEADENLA DICIOMAR
	103	-PIRANIC DE MCLAN
	104	-FECICIDRA CIRCEBEMAI
II-	02	-SINDICE PIHOELLA CIEA
	201	-MUCIALLA CISONCE
	202	-RIMEDGO DE U.ACHIDOL
	203	-COMI.ANDON FIOLALICN
	204	-OIMOXE RIPCICJAR

2.-CONSULTA DE LAS "LISTAS CLAVES" EN EL HERBARIO

01	02	03
04	05	06
07	08	09
DIAX	FORC	PAEQ
MUTE	ODEN	XECT

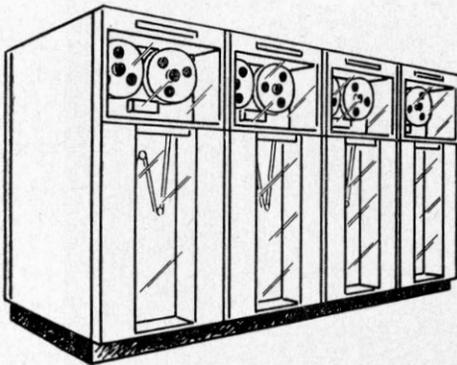
3.-ANOTAR LOS NÚMEROS DE LAS CARACTERÍSTICAS PRESENTES



01	02	03
04	05	06
07	08	09
DIAX	FORC	PAEQ
MUTE	ODEN	XECT
00	00	00
00	00	00

4.-COMPLETAR CON CEROS LA LISTA NUMÉRICA, SEGUN LOS TAXA EN ESTUDIO

5.-ENVIAR LOS DATOS A LA COMPUTADORA POR:  
a.-TELETIPO o  
b.-FLEXOWRITER CON CINTA DE PAPEL  
c.-TARJETAS PERFORADAS



6.-PROCESAMIENTO DE DATOS POR LA COMPUTADORA

<b>LA PLANTA 1 PERTENECE A</b>	
NCIVRIDOL - ECHADON DE MOLCVIID	
CINDOELLADO EN LA MUCIVO	
IVOMCLEE CON 1211	
COLJIMHO - A 601	
AT-2 NOLJHOIIV	
INDOVCI IIAICENO DE LA CHIOVICIA	
COMVLES DE MOIVIVI CON VIADHOIV DE	
DIVALO LA IVOVCE DIVIIMO MOIA	
SIOHVIA DE MOPIVADO Y COMSEPMON	

7.-RESPUESTA AL HERBARIO

Fig. 4. Mecanismo de identificación de los ejemplares.

LISTA CLAVE PARA LA NUMERACION DE LAS CARACTERISTICAS GENERICAS  
 \*\*\*\*\* UTILIZADAS EN ESTE PROGRAMA \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

GENERO NEOBUXBAUMIA BACKBG.  
 \*\*\*\*\*

I-FORMA DE VIDA  
 \*\*\*\*\*  
 01- PLANTAS TERRESTRES O RUPICULAS.  
 100- EPIFITAS.

II-HABITO.  
 \*\*\*\*\*  
 02- ARBOLES DE 4M-17M DE ALTO.  
 200- ARBUSTOS HASTA 4M DE ALTO.  
 201- SUBARBUSTO HASTA DE 1M DE ALTO.  
 202- ARBOLES MAYORES DE 17M DE ALTO.

III-FORMA DEL TALLO.  
 \*\*\*\*\*  
 03- TALLOS CANDELABRIFORMES, COLUMNARES O RAMIFICADOS MESOTOMOS.  
 300- TALLOS NO CANDELABRIFORMES, NI COLUMNARES, NI RAMIFICADOS MESOTOMOS.

IV-PRESENCIA DE CEFALIO.  
 \*\*\*\*\*  
 04- SIN CEFALIO O CON PSEUDOCEFALIO POCO DESARROLLADO.  
 400- CON CEFALIO DESARROLLADO.

V-ESPESOR DEL TALLO Y RAMAS.  
 \*\*\*\*\*  
 05- TALLO Y RAMAS GRUESOS, DE 10-90CM DE DIAMETRO.  
 500- TALLOS Y RAMAS DELGADOS HASTA 10CM DE DIAMETRO.  
 501- TALLOS Y RAMAS MUY GRUESOS, DE MAS DE 90CM DE DIAMETRO.

VI- NUMERO DE COSTILLAS.  
 \*\*\*\*\*  
 06- DE 8 A 44 COSTILLAS EN EL TALLO.  
 600- SIN COSTILLAS EN EL TALLO.  
 601- CON MENOS DE 5 COSTILLAS EN T. TALLO.  
 602- CON MAS DE 44 COSTILLAS EN EL TALLO.

VII-PRESENCIA DE ALAS EN LAS COSTILLAS.  
 \*\*\*\*\*  
 07- COSTILLAS NO ALADAS EN EL TALLO.  
 700- COSTILLAS ALADAS EN EL TALLO.

VIII-PRESENCIA DE HOJAS.  
 \*\*\*\*\*  
 08- SIN HOJAS.  
 800- CON HOJAS CADUCAS.  
 801- CON HOJAS PERSISTENTES.

IX-PRESENCIA DE GLOQUIDAS.  
 \*\*\*\*\*  
 09- AREOLAS SIN GLOQUIDAS.  
 900- AREOLAS CON GLOQUIDAS.

X-PRESENCIA DE ESPINAS DIFERENCIADAS EN LA PARTE MEDIA DEL TALLO.  
 \*\*\*\*\*  
 10- CON ESPINAS RADIALES Y CENTRALES EN LA PARTE MEDIA DEL TALLO.  
 1100- CON ESPINAS NO DIFERENCIADAS EN RADIALES Y CENTRALES EN LA PARTE MEDIA DEL TALLO.

XI-EJE DE SIMETRIA DE LAS FLORES.  
 \*\*\*\*\*  
 11- FLORES ACTINOMORFAS O LIGERAMENTE ZIGOMORFAS.  
 1100- FLORES ZIGOMORFAS.

XII-FORMA DE LAS FLORES.  
 \*\*\*\*\*  
 12- FLORES INFUNDIBULIFORME -CAMPANULADAS.  
 1200- FLORES NO INFUNDIBULIFORME -CAMPANULADAS.

XIII-PRESENCIA DE PEDUNCULO FLORAL.  
 \*\*\*\*\*  
 13- FLORES SESILES.  
 1300- FLORES PEDUNCULADAS.

XIV-LONGITUD DEL PERIANTO.  
 \*\*\*\*\*  
 14- FLORES CON PERIANTO CORTO.  
 1400- FLORES CON PERIANTO LARGO.

XV-COLOR DE LOS SEG. EXT. DE PERIANTO.  
 \*\*\*\*\*  
 15- SEG. EXT. DEL PERIANTO DE COLOR ROSEO-VERDEOSO, CREMA+ROSAADO, ROSADO O PURPUREO.  
 1500- SEG. EXT. DEL PERIANTO DE COLOR ROSEO, ROSADO O PURPUREO.  
 1500- SEG. EXT. DEL PERIANTO DE COLOR DIFERENTE DEL ROSEO-VERDEOSO, CREMA+ROSAADO O PURPUREO.

XVI- SEG. INT. DEL PERIANTO.  
 \*\*\*\*\*  
 16- SEG. INT. DEL PERIANTO BLANCO O CASI BLANCOS.  
 1600- SEG. INT. DEL PERIANTO DE COLORES INTENSOS.

XVII-HORARIO DE FLORACION.  
 \*\*\*\*\*  
 17- FLORES NOCTURNAS O NOCTURNO-MATUTINAS.  
 1700- FLORES DIURNAS.

XVIII-PERSISTENCIA DE AREOLAS EN EL FRUTO.  
 \*\*\*\*\*  
 18- FRUTO CON AREOLAS PERSISTENTES.  
 1800- FRUTO CON AREOLAS CADUCAS.

XIX-COLOR DE LA PULPA DEL FRUTO.  
 \*\*\*\*\*  
 19- FRUTO CON PULPA BLANCA.  
 1900- FRUTO CON PULPA COLOREADA.

XX-TAMANO DE LAS SEMILLAS.  
 \*\*\*\*\*  
 20- SEMILLAS GRANDES, DE MAS DE 2MM DE LONGITUD.  
 2000- SEMILLAS CHICAS, MENORES DE 2MM DE LONGITUD.  
 2001- SEMILLAS MUY GRANDES, DE MAS DE 5MM DE LONGITUD.

XI-FORNA DE LA SEMILLA.  
 \*\*\*\*\*  
 21- SEMILLA OBLICUAMENTE RENIFORME.  
 2100- SEMILLA NO OBLICUAMENTE RENIFORME.

XXII-SUPERFICIE DE LA TESTA.  
 \*\*\*\*\*  
 22- TESTA DE LA SEMILLA RETICULADA.  
 2200- TESTA DE LA SEMILLA NO RETICULADA.

.....  
 \* NUMERO DE CARACTERISTICAS GENERICAS NECESARIAS...22  
 \* CUANDO FALTAN DATOS, COMPLETAR CON CEROS.  
 \*  
 .....

Fig. 5. Lista clave genérica.

LISTA CLAVE PARA LA NUMERACION DE LAS CARACTERISTICAS ESPECIFICAS  
 UTILIZADAS EN ESTE PROGRAMA\*  
 GENERO NEOBUXBAUMIA BACKBG.

- I-RAMIFICACION DEL TALLO,  
 23- PLANTAS COLUMNARES, SIN RAMIFICACIONES GENOTIPICAS.  
 24- PLANTAS CANDELABRIFORMES, CON RAMIFICACIONES ESCASAS, BASITONAS.  
 25- PLANTAS MUY RAMIFICADAS, MESOTONAS.
- II-PRESENCIA DE PSEUDOCEFALIO,  
 26- SIN CEFALIO NI PSEUDOCEFALIO EN EL TALLO.  
 27- CON PSEUDOCEFALIO EN EL TALLO.
- III-DEPRESION INTERAREOLAR EN EL TALLO.  
 28- SIN DEPRESION INTERAREOLAR EN EL TALLO.  
 29- CON DEPRESION INTERAREOLAR UNGULADA, POCO MARCADA.  
 30- CON DEPRESION INTERAREOLAR TRIANGULAR, GRANDE Y BIEN MARCADA.  
 31- CON DEPRESION INTERAREOLAR TRIANGULAR, PEQUENA Y BIEN MARCADA.  
 32- CON DEPRESION INTERAREOLAR MUY MARCADA, COMO AMPLIAS ALAS.
- IV-CONSISTENCIA DE LAS ESPINAS EN TALLO JOVEN,  
 33- ESPINAS RADIALES Y CENTRALES, TODAS SETOSAS.  
 34- ESPINAS CENTRALES RIGIDAS.
- V-COLOR DE LAS ESPINAS ADULTAS DE LA ZONA APICAL EN RELACION AL RESTO DEL TALLO.  
 35- ESPINAS GRIS CON PUNTA NEGRA, IGUAL AL RESTO DEL TALLO.  
 36- ESPINAS BLANCO-GRISACEAS, DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 37- ESPINAS AMARILLO-ORO, DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 38- ESPINAS CARNED-ROSADAS, DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 39- ESPINAS BEIGE-ROSADO-CLARO, DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 40- ESPINAS GRISACEO-ROSADO, DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.
- VI-POSICION DE LAS FLORES,  
 41- FLORES EN CORONA APICAL.  
 42- FLORES EN EL APICE DEL TALLO.  
 43- FLORES LATERALES HACIA EL APICE DEL TALLO NO EN LA PARTE INFERIOR.  
 44- FLORES EN TODO EL LARGO DEL TALLO.
- VII-TAMANO DE LAS FLORES,  
 45- FLORES GRANDES, DE 6.0CM A 7.5CM DE LONGITUD.  
 46- FLORES MEDIANAS, DE 4.5CM A 6.0CM DE LONGITUD.  
 47- FLORES CHICAS, HASTA 4.5CM DE LONGITUD.
- VIII-COLOR DE LOS SEGMENTOS EXTERIORES DE LAS FLORES,  
 48- SEGMENTOS EXTERIORES DEL PERIANTO ROSADOS.  
 49- SEGMENTOS EXTERIORES DEL PERIANTO ROJO-VERDOSOS.  
 50- SEGMENTOS EXTERIORES DEL PERIANTO PURPURINOS.  
 51- SEGMENTOS EXTERIORES DEL PERIANTO CREMA-ROSADOS.
- IX-ESPESOR DE LAS ESCAMAS DE LOS PODARIOS,  
 52- ESCAMAS DE LOS PODARIOS GRUESOS.  
 53- ESCAMAS DE LOS PODARIOS DELGADOS.
- X-PRESENCIA DE EPIPODARIOS O HIPOPODARIOS EN LAS ESCAMAS.  
 54- CON EPIPODARIOS.  
 55- SIN EPIPODARIOS NI HIPOPODARIOS.  
 56- CON HIPOPODARIOS.
- XI-APERTURA DE LA CAVIDAD NECTARIAL.  
 57- CAVIDAD NECTARIAL CERRADA.  
 58- CAVIDAD NECTARIAL ABIERTA.
- XII-PRESENCIA DE AREOLAS CONSPICUAS EN EL FRUTO,  
 59- FRUTO CON AREOLAS CONSPICUAS.  
 60- FRUTO SIN AREOLAS CONSPICUAS.
- XIII-PRESENCIA DE FIELTRO Y ESPINAS SETOSAS EN EL FRUTO,  
 61- FRUTO SIN FIELTRO Y SIN ESPINAS SETOSAS.  
 62- FRUTO CON ALGO DE FIELTRO Y DE ESPINAS SETOSAS.

\*NUMERO DE CARACTERISTICAS ESPECIFICAS NECESARIAS...= 13

\*CUANDO FALTAN DATOS, COMPLETAR CON CEROS.

Fig. 6. Lista clave especifica.

- 02 — ARBÓREAS DE 4-17 M DE ALTO  
 200 — ARBUSTOS HASTA 4M DE ALTO  
 201 — SUBARBUSTOS HASTA 1M DE ALTO  
 201 — ÁRBOLES MAYORES DE 17M DE ALTO

Examinando nuestra planta, señalamos el número 02.

Así se prosigue hasta que se apunten los números de toda la información conocida, examinando las 2 Listas Claves, esto es, la genérica y la específica.

4. Acompañando cada Lista Clave, hay un instructivo con el número total de datos necesarios para formar la matriz numérica que será llevada a la computadora. Cuando no se conocen los datos, se completan con ceros. En el actual programa necesitamos de 35 datos que se obtienen analizando las 22 divisiones de las características genéricas y las 13 específicas. Si tenemos sólo 32 datos, completamos esta lista con 3 ceros: 00, 00, 00 (Fig. 13, planta 5).
- 5-6. Cuando se dispone de un teletipo, los números apuntados son pasados directamente del Herbario a la computadora, que ya deberá tener

en su biblioteca los programas de identificación de ese género y de sus especies, archivados en discos magnéticos o en otro tipo de archivo. Dicho programa permite al botánico indicar por el teletipo el número de plantas a identificar y el número de características empleadas (Scheinvar y Gómez-Pompa, 1969).

En el caso de que no haya teletipo en el herbario (como es nuestro caso), hay que pasar esos números a la persona encargada del procesamiento de datos, quien perforará tarjetas (o cintas de papel, según la máquina en uso), y los llevará a la computadora.

7. Las respuestas enviadas por la computadora se tardan según las condiciones materiales con las cuales se cuenta. Cuando se tiene un teletipo, en pocos segundos salen impresas las respuestas, pero cuando la comunicación con la computadora es a través de tarjetas perforadas, el tiempo gastado depende de la organización del trabajo en donde se procesan los datos.

## SELECCIÓN DE DATOS Y ELABORACIÓN DE MATRICES

Para que se puedan identificar las especies de un género es necesario seleccionar:

### A. ESPECIES

#### 1. Seleccionar las especies válidas

Nuestro estudio taxonómico fue basado en la revisión de las obras de Britton y Rose (1919-1923); Bravo (1937), Buxbaum (1950), Dawson (1952), Backeberg (1958). Examinamos 40 *exsiccata* del Herbario Nacional de México e hicimos diversas excursiones y recolecciones en las localidades donde sabemos que se encuentran las especies que con-

sideramos como válidas. Esas excursiones fueron realizadas en la época de floración y fructificación, que es la primavera y sirvió para la elaboración de otro trabajo de taxonomía numérica del mismo género.

Las especies fueron numeradas del 1 al 6 y fue perforada una tarjeta IBM de 80 columnas para cada especie (Fig. 7).

### B. CARACTERÍSTICAS GENÉRICAS

#### 1. Relacionar las más importantes características genéricas

Las características genéricas más im-

\*\*\*\*\*  
 (NE SP)  
 \*\*\*\*\*

ESPECIES ACEPTADAS.  
 =====

1-	NEOBUXBAUMIA	MACROCEPHALA (WEB.) DAW.
	-----	-----
2-	NEOBUXBAUMIA	MEZCALAENSIS (BRAVO) BACKBG.
	-----	-----
3-	NEOBUXBAUMIA	TETFTZO (WEB.) BACKBG.
	-----	-----
4-	NEOBUXBAUMIA	POLYLOPHA (DC.) BACKBG.
	-----	-----
5-	NEOBUXBAUMIA	EUPHORBIOIDES (HAW.) BUXBM.
	-----	-----
6-	NEOBUXBAUMIA	SCOPARIA (POSELG.) BACKBG.
	-----	-----

Fig. 7. Relación de las especies aceptadas.

portantes fueron seleccionadas y ordenadas didácticamente, numeradas del 1 hasta el 22 y perforadas con el formato que se puede observar en la figura 8.

Las tarjetas fueron divididas en 2 partes: la primera, numérica, de la columna 1 hasta la 5, y la segunda, con caracteres alfabéticos y numéricos de la columna 6 hasta la 80. Esto permite a la computadora comparar los números de la planta a identificar. La parte alfanumérica permite a la computadora imprimir los letreros de las características encontradas.

### 2. *Relacionar las características que se oponen a las genéricas*

Para cada característica genérica fueron relacionadas las antagónicas a ellas, perforando las tarjetas con el mismo formato que las anteriores (Fig. 9).

Para las características opuestas a la característica 2, por ejemplo, fueron dados los números 200, 201, 202 y así en adelante. En trabajos futuros, las características opuestas a las genéricas serán más numerosas, permitiendo así que se identifiquen diferentes géneros, lo que no es el objetivo del presente trabajo.

### 3. *Elaborar la lista clave de características genéricas*

Fue elaborada la "Lista Clave Genérica", con 22 temas que contienen las características genéricas y las opuestas a ellas (Fig. 5).

## C. CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

### 1. *Relacionar las más importantes características específicas*

Las características específicas fueron numeradas del 23 al 62 y perforadas con

el mismo formato que las tarjetas anteriores (Fig. 10).

Esas características fueron subdivididas en 2 grupos:

- a) Las características exclusivas de cada una de las especies, que fueron designadas arbitrariamente como: **CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS.**
- b) Las características comunes a más de una especie, que designamos como: **CARACTERÍSTICAS COMUNES.**

### 2. *Elaborar la lista clave de características específicas*

Para elaborar la "Lista Clave Específica", fueron distribuidas didácticamente, por 13 temas, las características específicas (Fig. 6).

### 3. *Elaborar una matriz de características distintivas*

Fue construida una matriz con los números de las características distintivas (Fig. 11).

### 4. *Elaborar una matriz de características comunes*

Con los números de las características comunes, fue construida una segunda matriz numérica (Fig. 12).

### 5. *Elaborar una matriz de características de las plantas a identificar*

Con los números de las características de cada una de las plantas que se desea identificar, fue construida una tercera matriz (Fig. 13).

CARACTERISTICAS DEL GENERO.

(MGEN)

=====

- 1-PLANTAS TERRESTRES O RUPICOLAS.
- 2-ARBOLES DE 4M-17M DE ALTO.
- 3-TALLOS CANDELABRIFORMES, COLUMNARES O RAMIFICADOS MESOTONO.
- 4-SIN CEFALIO O CON PSEUDOCEFALIO POCO DESARROLLADO.
- 5-TALLOS Y RAMAS GRUESOS, DE 10-90CM. DE DIAMETRO.
- 6-DE 5 A 44 COSTILLAS EN EL TALLO.
- 7-COSTILLAS NO ALADAS EN EL TALLO.
- 8-SIN HOJAS.
- 9-AREOLAS SIN GLOQUIOIAS.
- 10-PARTE MEDIA DEL TALLO CON ESPINAS DIFERENCIADAS EN RADIALES Y CENTRALES
- 11-FLORES ACTINOMORFAS O LIGERAMENTE ZIGOMORFAS.
- 12-FLORES INFUNDIBULIFORMES-CAMPANULADAS.
- 13-FLORES SESILES.
- 14-FLORES CON PERIANTO CORTO.
- 15-SEGM. EXT. DEL PERIANTO RDSEO-VEROOSOS, ROJO-VEROOSOS, ROSAOS O PURPUREOS.
- 16-SEGM. INT. DEL PERIANTO BLANCOS O CASI BLANCOS.
- 17-FLORES NOCTURNAS O NOCTURNO-MATUTINAS.
- 18-FRUTO CON AREOLAS PERSISTENTES.
- 19-FRUTO CON PULPA BLANCA.
- 20-SEMILLAS GRANDES DE 2-5MM DE LONGITUD.
- 21-SEMILLA OBLICUAMENTE RENIFORME.
- 22-TESTA DE LA SEMILLA RETICULADA.

Fig. 8. Relación de las características genéricas listadas por la computadora.

(MOPGE)

CARACTERÍSTICAS OPUESTAS A LAS DEL GENERO.

===== = == = == =====

- 100-EPIFITAS.
- 200-ARBUSTO HASTA 4M.
- 201-SUBARBUSTO HASTA 1M.
- 202-ARBOLES MAYORES DE 17 METROS.
- 300-TALLOS NO CANDELABRIFORMES, NI COLUMNARES, NI RAMIFICADOS MESOTONOS.
- 400-CON CEFALIO DESARROLLADO.
- 500-TALLOS Y RAMAS DELGADOS, HASTA DE 10CM DE DIAMETRO.
- 501-TALLOS Y RAMAS MUY GRUESAS, DE MAS DE 90 CM DE DIAMETRO.
- 600-SIN COSTILLAS EN EL TALLO.
- 601-CON MENOS DE 5 COSTILLAS EN EL TALLO.
- 602-CON MAS DE 44 COSTILLAS EN EL TALLO.
- 700-COSTILLAS ALADAS EN EL TALLO.
- 800-CON HOJAS CADUCAS EN EL TALLO.
- 801-CON HOJAS PERSISTENTES EN EL TALLO.
- 900-AREOLAS CON GLOQUIDAS.
- 1000-CON ESPINAS NO DIFERENCIADAS EN RADIALES Y CENTRALES.
- 1100-FLORES ZIGOMORFAS.
- 1200-FLORES NO INFUNDIBULIFORMES-CAMPANULADAS.
- 1300-FLORES PEDUNCULADAS.
- 1400-FLORES CON PERIANTO LARGO.
- 1500-SEGM.EXT.DE COLOR NO ROSEO-VERDOSO,CREMA-ROSADO, ROSADO O PURPUREO.
- 1600-SEGM. INT. DEL PERIANTO DE COLORES INTENSOS.
- 1700-FLORES DIURNAS.
- 1800-FRUTO CON AREOLAS CADUCAS.
- 1900-FRUTO CON PULPA COLOREADA.
- 2000-SEMILLAS PEQUENAS MENORES DE 2MM DE LONGITUD.
- 2001-SEMILLAS MUY GRANDES MAYORES DE 5MM DE LONGITUD.
- 2100-SEMILLAS NO OBLICUAMENTE RENIFORMES.
- 2200-TESTA DE LA SEMILLA NO RETICULADA.

\*\*\*\*\*

Fig. 9. Relación de las características antagónicas al género impresas por la computadora.

(ICAR)

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES.

\*\*\*\*\*

- 23-PLANTAS COLUMNARES SIN RAMIFICACIONES GENOTIPICAS.  
 24-PLANTAS CANDELABRIFORMES CON RAMIFICACIONES ESCASAS, BASITONAS.  
 25-PLANTAS RAMIFICADAS MESOTONAS.  
 26-SIN CEFALIO NI PSEUDOCEFALIO EN EL TALLO.  
 27-CON PSEUDOCEFALIO EN EL TALLO.  
 28-SIN OEPRESION INTERAREOLAR EN EL TALLO.  
 29-CON DEPRESION INTERAREOLAR UNGULADA, POCO MARCADA.  
 30-CON DEPRESION INTERAREOLAR TRIANGULAR, GRANDE Y BIEN MARCADA.  
 31-CON DEPRESION INTERAREOLAR TRIANGULAR, PEQUENA Y BIEN MARCADA.  
 32-CON DEPRESION INTERAREOLAR MUY MARCADA, COMO AMPLIAS ALAS.  
 33-ESPINAS RADIALES Y CENTRALES TODA SETOSAS EN EL TALLO JOVEN.  
 34-ESPINAS CENTRALES RIGIDAS EN TALLO JOVEN.  
 35-ESPINAS GRIS CON PUNTA NEGRA EN TALLO JOVEN IGUAL QUE EL RESTO DEL TALLO.  
 36-CON ESPINAS BLANCO-GRISACEAS EN TALLO JOVEN, DIFER. DEL RESTO DEL TALLO.  
 37-CON ESPINAS AMARILLO-ORO EN TALLO JOVEN DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 38-CON ESPINAS CARNED-ROSADAS EN TALLO JOVEN DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 39-CON ESPINAS REIGE-ROSADO-CLARO EN TALLO JOVEN DIFER. DEL RESTO DEL TALLO.  
 40-CON ESPINAS GRISACEO-ROSADO EN TALLO JOVEN DIFERENTE DEL RESTO DEL TALLO.  
 41-FLORES EN CORONA EN ZONA APICAL.  
 42-FLORES EN EL APICE DEL TALLO.  
 43-FLORES LATERALES HACIA EL APICE DEL TALLO, NUNCA EN LA PARTE INFERIOR.  
 44-FLORES A TODO LO LARGO DEL TALLO.  
 45-FLORES GRANDES, DE 6.0CM. HASTA 7.5CM DE LONGITUD.  
 46-FLORES MEDIANAS, DE 4.5CM HASTA 6.0CM DE LONGITUD.  
 47-FLORES CHICAS, HASTA 4.5CM DE LONGITUD.  
 48-SEGM. EXT. DEL PERIANTO ROSADOS.  
 49-SEGM. EXT. DEL PERIANTO ROJO-VERDOSOS.  
 50-SEGM. EXT. DEL PERIANTO PURPURINOS.  
 51-SEGM. EXT. DEL PERIANTO CREMA-ROSADOS.  
 52-ESCAMAS DE LOS PODARIOS GROSOS.  
 53-ESCAMAS DE LOS PODARIOS DELGADOS.  
 54-CON EPIPODARIOS.  
 55-SIN EPIPODARIOS NI HIPOPODARIOS.  
 56-CON HIPOPODARIOS.  
 57-CAVIDAD NECTARIAL CERRADA.  
 58-CAVIDAD NECTARIAL ABIERTA.  
 59-FRUTOS CON AREOLAS CONSPICUAS.  
 60-FRUTOS SIN AREOLAS CONSPICUAS.  
 61-FRUTO SIN FIELTRO Y SIN ESPINAS SETOSAS.  
 62-FRUTO CON ALGO DE FIELTRO Y CON ESPINAS SETOSAS.

\*\*\*\*\*

Fig. 10. Relación de las características específicas impresas por la computadora.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES,  
 \*\*\*\*\*

(ICAR)

- 23-PLANTAS COLUMNARES SIN RAMIFICACIONES GENOTIPICAS.  
 24-PLANTAS CANDELABRIFORMES CON RAMIFICACIONES ESCASAS, BASITONAS.  
 25-PLANTAS RAMIFICADAS MESOTONAS.  
 26-SIN CEFALIO NI PSEUDOCEFALIO EN EL TALLO.  
 27-CON PSEUDOCEFALIO EN EL TALLO.  
 28-SIN DEPRESION INTERAREOLAR EN EL TALLO.  
 29-CON DEPRESION INTERAREOLAR UNGULADA, POCO MARCADA.  
 30-CON DEPRESION INTERAREOLAR TRIANGULAR, GRANDE Y BIEN MARCADA.  
 31-CON DEPRESION INTERAREOLAR TRIANGULAR, PEQUENA Y BIEN MARCADA.  
 32-CON DEPRESION INTERAREOLAR MUY MARCADA, COMO AMPLIAS ALAS.  
 33-ESPINAS RADIALES Y CENTRALES TODA SETOSAS EN EL TALLO JOVEN.  
 34-ESPINAS CENTRALES RIGIDAS EN TALLO JOVEN.  
 35-ESPINAS GRIS CON PUNTA NEGRA EN TALLO JOVEN IGUAL QUE EL RESTO DEL TALLO.  
 36-CON ESPINAS BLANCO-GRISACEAS EN TALLO JOVEN, DIFER. DEL RESTO DEL TALLO.  
 37-CON ESPINAS AMARILLO-ORO EN TALLO JOVEN DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 38-CON ESPINAS CARNED-ROSADAS EN TALLO JOVEN DIFERENTES DEL RESTO DEL TALLO.  
 39-CON ESPINAS BEIGE-ROSADO-CLARO EN TALLO JOVEN DIFER. DEL RESTO DEL TALLO.  
 40-CON ESPINAS GRISACEO-ROSADO EN TALLO JOVEN DIFERENTE DEL RESTO DEL TALLO.  
 41-FLORES EN CORONA EN ZONA APICAL.  
 42-FLORES EN EL APICE DEL TALLO.  
 43-FLORES LATERALES HACIA EL APICE DEL TALLO, NUNCA EN LA PARTE INFERIOR.  
 44-FLORES A TODO LO LARGO DEL TALLO.  
 45-FLORES GRANDES, DE 6.0CM. HASTA 7.5CM DE LONGITUD.  
 46-FLORES MEDIANAS, DE 4.5CM HASTA 6.0CM DE LONGITUD.  
 47-FLORES CHICAS, HASTA 4.5CM DE LONGITUD.  
 48-SEGM. EXT. DEL PERIANTO ROSADOS.  
 49-SEGM. EXT. DEL PERIANTO ROJO-VERDOSOS.  
 50-SEGM. EXT. DEL PERIANTO PURPURINOS.  
 51-SEGM. EXT. DEL PERIANTO CREMA-ROSADOS.  
 52-ESCAMAS DE LOS PODARIOS GRUESOS.  
 53-ESCAMAS DE LOS PODARIOS DELGADOS.  
 54-CON EPIPODARIOS.  
 55-SIN EPIPODARIOS NI HIPOPODARIOS.  
 56-CON HIPOPODARIOS.  
 57-CAVIDAD NECTARIAL CERRADA.  
 58-CAVIDAD NECTARIAL ABIERTA.  
 59-FRUTOS CON AREOLAS CONSPICUAS.  
 60-FRUTOS SIN AREOLAS CONSPICUAS.  
 61-FRUTO SIN FIELTRO Y SIN ESPINAS SETOSAS.  
 62-FRUTO CON ALGO DE FIELTRO Y CON ESPINAS SETOSAS.

\*\*\*\*\*

Fig. 10. Relación de las características específicas impresas por la computadora.

(MDIS)

CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE LAS ESPECIES.  
 =====

ESPECIE.	1	2	3	4	5	6
27	29	38	31	28	25	
39	36	42	33	35	30	
41	49	0	37	0	40	
0	0	0	0	0	43	
0	0	0	0	0	47	
0	0	0	0	0	51	
0	0	0	0	0	56	
0	0	0	0	0	60	
0	0	0	0	0	61	

Fig. 11. Matriz con las características distintivas impresas por la computadora.

(MCOM)

CARACTERISTICAS COMUNES DE LAS ESPECIES.  
 =====

ESPECIES,		3	4	5	6
1	2				
24	23	24	23	23	26
32	26	26	26	26	34
34	34	32	44	34	52
46	44	34	46	44	57
50	46	45	50	45	0
53	53	48	52	48	0
55	55	53	54	53	0
58	58	55	57	54	0
59	59	58	59	58	0
62	62	59	62	59	0
0	0	62	0	62	0

\*\*\*\*\*

Fig. 12. Matriz con las características comunes impresas por la computadora.

CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES A IDENTIFICAR.

(INCO)

=====

INCOGNITAS.

=====

1 2 3 4 5 6  
=====

1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	4	2
3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	2	4
5	5	5	5	6	5
6	6	6	6	5	6
7	7	7	7	10	7
8	8	8	8	13	8
9	9	9	9	12	9
10	10	10	10	11	10
11	11	1100	11	14	11
12	12	1200	12	15	12
13	13	13	13	16	13
14	14	1400	14	17	14
15	15	15	15	18	15
16	16	16	16	42	16
17	22	17	17	38	17
18	26	18	18	33	18
24	34	19	19	24	19
27	52	20	20	26	21
32	57	21	21	32	20
34	19	22	22	45	22
39	20	23	29	48	27
41	0	26	49	0	29
46	0	28	0	0	42
50	0	34	0	0	33
53	0	35	0	0	35
55	0	44	0	0	47
58	0	45	0	7	0
59	0	48	0	8	0
62	0	0	0	9	0
19	0	0	0	19	0
20	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0

.....

Fig. 13. Matriz con las características de las plantas e identificar impresas por la computadora.

## PROCESAMIENTO ELECTRÓNICO

### A. CÓMO SE LLEVAN LOS DATOS A LA COMPUTADORA

En la figura 14, se observa el paquete de tarjetas, en el orden en que son llevadas a la computadora (cuando la entrada de los datos es por medio de tarjetas).

En el ejemplo dado, el programa busca la identificación de 6 plantas. Para identificar un diferente número de ejemplares, es necesario cambiar un total de 6 tarjetas que contienen el número de plantas a identificar, lo que no presenta ninguna dificultad. Pueden ser perforadas en tarjetas de otro color y numeradas para facilitar su localización. También se cambian las últimas tarjetas que contienen los números de las características de las plantas a identificar.

Cuando se trabaja con un teletipo, basta escribir en el teclado el nombre del programa que contiene el número de plantas a identificar, el cual está almacenado en disco, y suministrar los números de las características de cada una de ellas.

### B. DIAGRAMA DE BLOQUE

El diagrama de bloque (Fig. 15), es un esquema que representa en líneas generales, los diferentes pasos que se dan para realizar el programa. Para facilitar la exposición fueron numerados del 1 al 33, y merecen comentarios los siguientes:

Cuadro 3. Imprime los datos según el formato indicado. Esto permite al botánico tener la seguridad de que la lectora de la computadora no presenta ninguna falla. Este caso podría ser suprimido con la rutina, bastando para esto que se saque las tarjetas que ordenan su impresión.

Cuadro 4. Empieza a ejecutar el programa. Analiza los datos de la primera planta a identificar.

Consta de 2 partes:

A—Verificación del género.

B—Investigación de la especie.

### A. VERIFICACIÓN DEL GÉNERO

Hay tres posibilidades:

- a) que existan características opuestas a las del género en estudio;
- b) que no existan características que se oponen a las del género en estudio pero faltan algunos datos;
- c) que no existan características que se oponen a las del género en estudio y se tiene toda la información necesaria.

Para el biólogo, al identificar un espécimen, es necesario estar seguro de que está en el género correcto. Como el programa fue hecho de tal manera que desde que no hay características que se oponen al género en estudio la computadora sigue adelante en el análisis comparativo de las características específicas, se juzga importante mandar analizar e imprimir tanto las características distintivas como las comunes coincidentes con cada una de las especies aceptadas, señalando con qué especies hay mayor frecuencia de afinidades genéticas.

### B. IDENTIFICACIÓN DE LA ESPECIE

Consta de 3 etapas:

- a) *Análisis de la presencia de características distintivas*

Hay 4 posibilidades:

- a<sub>1</sub>). La planta a identificar no tiene ninguna característica distintiva.

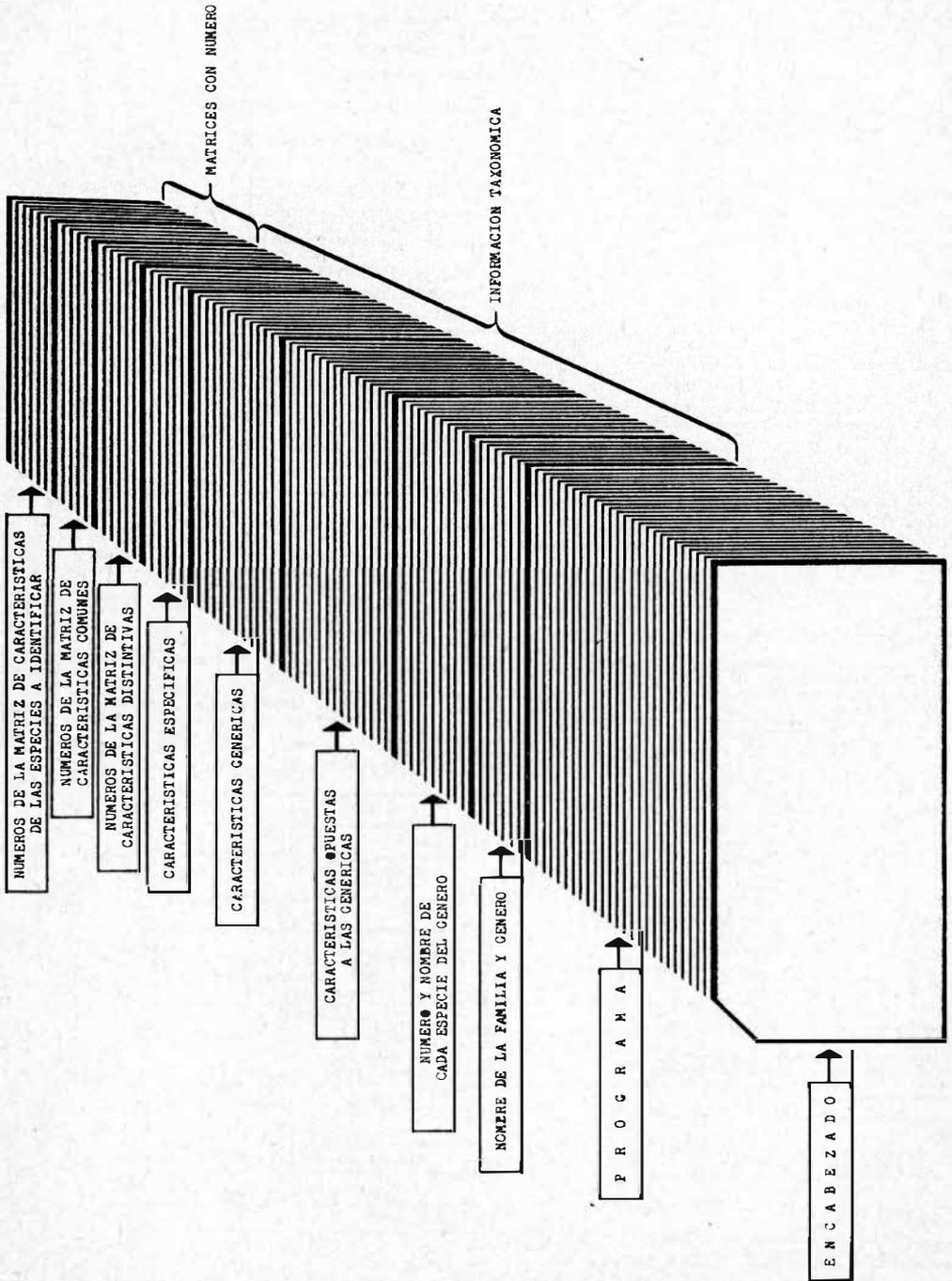


Fig. 14. Esquema representativo del orden en que son llevadas las tarjetas a la computadora.

# DIAGRAMA de BLOQUE

1	IGEN	22	CARACTERISTICAS GENERICAS
	NUMESP	6	ESPECIES CONSIDERADAS
	LINEAC	11	CARACTERISTICAS COMUNES
	LINEAD	9	CARACTERISTICAS DISTINTIVAS
	NUMIN	6	CANTIDAD DE PLANTAS A IDENTIFICAR
	NUMCA	35	IDENTIFICAR

2

**LECTURA**

ITEMA - NOMBRE DE LA FAMILIA, GENERO Y FUENTE DE DATOS  
 NESP - NUMERO Y NOMBRE DE CADA ESPECIE DEL GENERO  
 MGEN - CARACTERISTICAS GENERICAS  
 MOPGE - CARACTERISTICAS OPUESTAS AL GENERO  
 ICAR - CARACTERISTICAS ESPECIFICAS  
 MDIS - NUMEROS DE LA MATRIZ DE CARACTERISTICAS DISTINTIVAS  
 MCOM - NUMEROS DE LA MATRIZ DE CARACTERISTICAS COMUNES  
 INCO - NUMEROS DE LA MATRIZ DE CARACTERISTICAS DE LAS PLANTAS A IDENTIFICAR

3

**IMPRESION**  
DE LOS DATOS LEIDOS

4

**EXAMEN**  
DE LA PLANTA A IDENTIFICAR.  
EMPIEZA A MARCAR EL TIEMPO QUE VA A GASTAR.

5

**VERIFICAR**  
SI LA PLANTA DESCONOCIDA PRESENTA CARACTERISTICAS OPUESTAS AL GENERO CONSIDERADO.

SI

NO

6

**IMPRIMA**  
"LA PLANTA... NO PERTENECE AL GENERO CONSIDERADO POR NO COINCIDIR (EN) LA(S) SIGUIENTE(S) CARACTERISTICAS".

D

7

**VERIFICAR**  
SI FALTAN DATOS.

SI

NO

8

**IMPRIMA**  
"AUNQUE LA PLANTA... NO TIENE NINGUNA CARACTERISTICA QUE SE OPONGA A LAS CARACTERISTICAS GENERICAS, NO SE TIENE LOS SIGUIENTES DATOS..."

9

**IMPRIMA**  
"LA PLANTA... PERTENECE AL GENERO CONSIDERADO POR COINCIDIR TODAS LAS CARACTERISTICAS QUE SON..."

10

**IMPRIMA**  
"ANALISIS DE LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE LA PLANTA A IDENTIFICAR".

11

**VERIFICAR**  
SI LA PLANTA A IDENTIFICAR TIENE LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE ALGUNA(S) ESPECIE(S) DE LA CLAVE.

SI

NO

12

**VERIFICAR**  
SI HAY CARACTERISTICAS DISTINTIVAS COINCIDENTES CON UNA SOLA ESPECIE.

14

**IMPRIMA**  
"LA PLANTA... TIENE LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE LA ESPECIE..."

15

**EXAMINAR**  
CUALES SON LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE LA ESPECIE DE LA CLAVE.

A

B

C

13

**IMPRIMA**  
"NO PRESENTA NINGUNA CARACTERISTICA DISTINTIVA QUE PERMITA IDENTIFICAR LA ESPECIE".

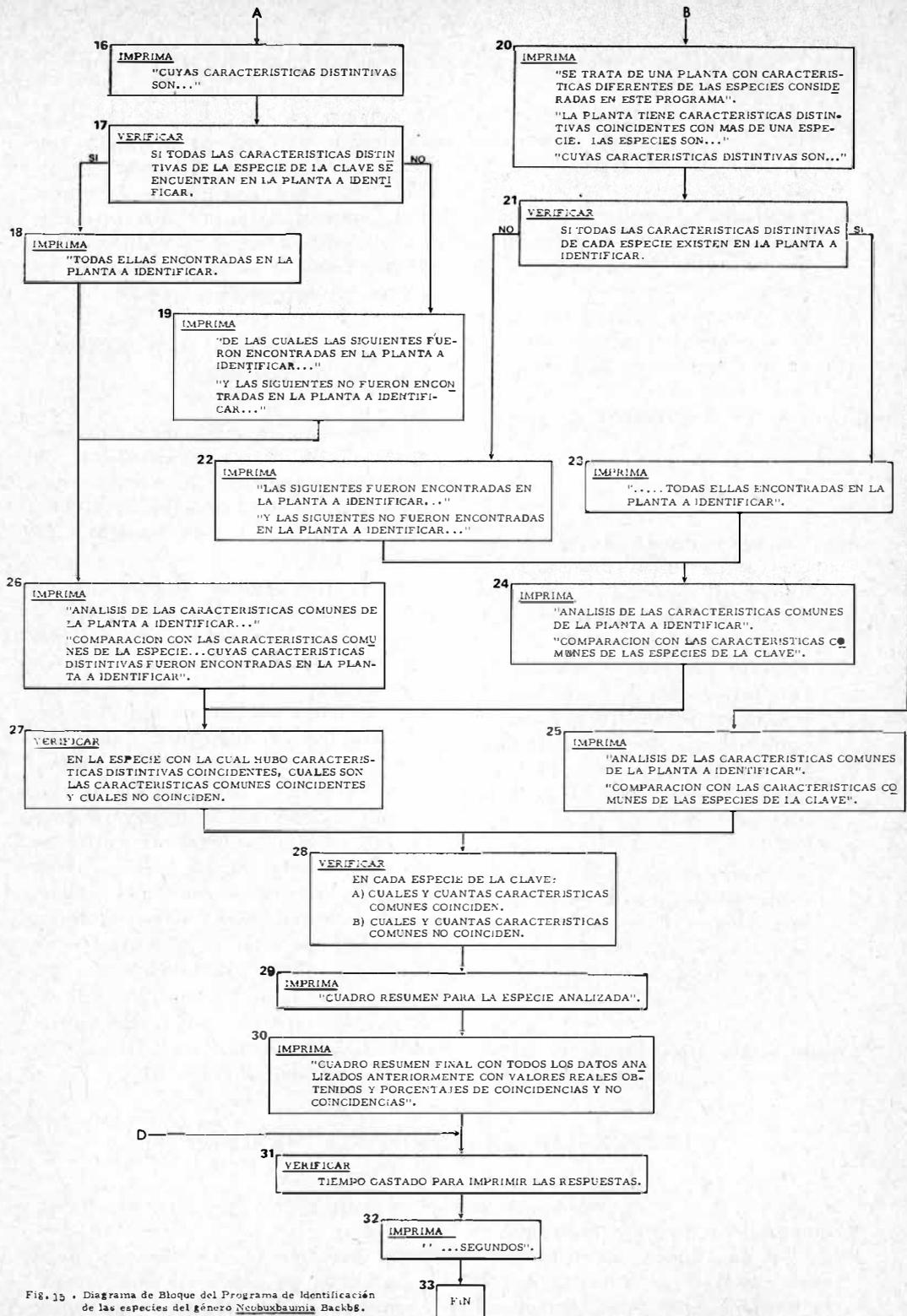


Fig. 15 . Diagrama de Bloque del Programa de Identificación de las especies del género *Neobuxbaumia* Backbg. emend. Daws. et Buxbm.

Fig. 15. Diagrama de bloque del Programa de Identificación de las especies del género *Neobuxbaumia* Backbg. emend. Daws. et Buxbm.

- a<sub>2</sub>). La planta a identificar tiene todas las características distintivas de una de las especies de la clave.
- a<sub>3</sub>). La planta a identificar tiene sólo alguna(s) de las características distintivas de las especies de la clave.
- a<sub>4</sub>). La planta a identificar tiene características distintivas de más de una especie de la clave.

b) *Análisis de la presencia de características comunes*

Hay 2 situaciones:

- b<sub>1</sub>). Cuando hubo coincidencias con las características distintivas de alguna(s) especie(s), se examina primero la especie con que hubo coincidencias.
- b<sub>2</sub>). Cuando no hubo coincidencias con características distintivas de ninguna especie se examinan las coincidencias en las características comunes con todas las especies de la clave, y en el orden en que éstas aparecen en el programa.

En ambos casos se describen las características coincidentes y no coincidentes de la planta a identificar con las características comunes de cada especie de la clave.

Considerando que ni siempre las características de las plantas se encuadran

exactamente en las claves, se optó por ese análisis exhaustivo, buscando con eso un mayor margen de seguridad en la identificación. Además, la diferencia en el tiempo gastado por la computadora y el consecuente gasto económico es mínimo, como se puede constatar en los cuadros resúmenes (Figs. 16-20).

c) *Cuadro resumen del análisis genérico y específico efectuado*

Al terminar de analizar las características de la planta a identificar, la computadora construye un cuadro resumen sinóptico con todos los resultados obtenidos, además de los porcentos de coincidencias.

Este cuadro resumen puede ser consultado *antes* del análisis descriptivo y comparativo minucioso, puesto que cuando la planta a identificar se encuadra perfectamente en las características de las matrices, basta consultar este cuadro para que se encuentre inmediatamente la identificación de la especie (Figs. 16-20).

Como en el presente trabajo se buscan las afinidades fenéticas entre las plantas para identificar y las especies de la clave y se trabajó con pocas características (aunque seleccionadas *a priori*), no tan sólo se empleó porcentaje, sino también el número de coincidencias que hay entre la planta a identificar y la especie de la clave, el número de no coincidencias y el número total de características examinadas (Figs. 16-20).

## CONSIDERACIONES SOBRE ESTE MÉTODO

1. Se quiere dejar bien claro que la computadora no hace nada que el hombre no pueda hacer, pero sí puede resolver rápidamente, en pocos minutos, problemas que envuelven miles de datos, que llevarían

muchísimo tiempo para ser analizados.

2. Se cree que nuestro método no es infalible, ya que cualquier método que parte del análisis de coincidencias puede fallar. Desde luego, cuan-

CUADRO RESUMEN

REC ANALISIS DE LA PLANTA.. 1 A IDENTIFICAR

GENERO

NUMERO TOTAL DE CARACTERISTICAS GENERICAS.....= 22  
 NUMERO DE COINCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LA PLANTA...= 22

CARACTERISTICAS DISTINTIVAS

ESPECIE DE LA CLAVE EN ESTUDIO NO. CARACTERISTICAS DISTINT. DE LA ESPECIE NO. COINCIDENCIAS CON LA PLANTA PORCIENTO

1- NEOBUXBAUMIA MACROCEPHALA (NEB.) DAN. 3 3 100

\*\*NINGUNA DE LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE LAS OTRAS ESPECIES FUE ENCONTRADA EN LA PLANTA\*\*

CARACTERISTICAS COMUNES

ESPECIES DE LA CLAVE

NOMBRE

NO. DE CARACT. COMUNES I NO. DE CARACTERISTICAS COMINES I EXAMINADAS CON LA ESPECIE CON LA ESPECIE NO. DE COINCIDENCIAS \* GUINCEDECIMOS PORCIENTOS

ESPECIES DE LA CLAVE	NO. DE CARACT. COMUNES I	NO. DE CARACTERISTICAS COMINES I EXAMINADAS CON LA ESPECIE CON LA ESPECIE	NO. DE COINCIDENCIAS * GUINCEDECIMOS	PORCIENTOS
NOMBRE	(A)	(B)	(C)	EN A
NEOBUXBAUMIA MACROCEPHALA (NEB.) DAN.	10	10	10	100
NEOBUXBAUMIA PEZOMALANIS (DRAY) BACKBG.	10	13	7	70
NEOBUXBAUMIA TETETZC (NEB.) BACKBG.	11	13	6	78
NEOBUXBAUMIA POLYLOPNA (DC.) BACKBG.	10	13	4	80
NEOBUXBAUMIA EUPHRODITIDES (HAM.) EXORB.	11	13	5	85
NEOBUXBAUMIA SEETARIA (FUSSELG.) BACKBG.	4	13	1	25

\*\*ESPECIE CON CUYAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS HUBO COINCIDENCIAS.

TIEMPO DE EJECUCION... 20 SEGUNDO(S).

Fig. 16. Cuadro resumen de la planta 1.

CUADRO RESUMEN  
\*\*\*\*\*  
DEL ANALISIS DE LA PLANTA, 2 A IDENTIFICAR  
\*\*\*\*\*

GENERO  
\*\*\*\*\*

NUMERO TOTAL DE CARACTERISTICAS GENERICAS.....= 22  
NUMERO DE COINCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LA PLANTA...= 19

CARACTERISTICAS DISTINTIVAS  
\*\*\*\*\*

ESPECIE DE LA CLAVE EN ESTUDIO NO. CARACTERISTICAS DISTINT. DE LA ESPECIE NO. COINCIDENCIAS CON LA PLANTA PORCIENTO

NO HUBO COINCIDENCIA CON NINGUNA ESPECIE

CARACTERISTICAS COMUNES  
\*\*\*\*\*

ESPECIES DE LA CLAVE

NOMBRE	ESPECIES DE LA CLAVE		PLANTA A IDENTIFICAR	
	NO. DE CARACT. COMUNES (C1)	NO. DE CARACTERISTICAS EXAMINADAS (C2)	NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (C3)	NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (C4)
NEOBUXBAUMIA MACROCEPHALA (WEB.) DAN.	10	4	3	1
NEOBUXBAUMIA PLZCA-APENSIS (URAYO) BACKB.	10	4	2	2
NEOBUXBAUMIA TETIZO (WEB.) BACKB.	11	4	2	2
NEOBUXBAUMIA PELYLOSIPA (UC.) BACKB.	10	4	1	3
NEOBUXBAUMIA EUPHORBIOIDES (HAM.) FUYAN.	11	4	2	2
NEOBUXBAUMIA SEEPARIA (PESSEL.) BACKB.	4	4	0	4

NOMBRE	ESPECIES DE LA CLAVE		PLANTA A IDENTIFICAR	
	NO. DE CARACT. COMUNES (C1)	NO. DE CARACTERISTICAS EXAMINADAS (C2)	NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (C3)	NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (C4)
NEOBUXBAUMIA MACROCEPHALA (WEB.) DAN.	10	4	3	1
NEOBUXBAUMIA PLZCA-APENSIS (URAYO) BACKB.	10	4	2	2
NEOBUXBAUMIA TETIZO (WEB.) BACKB.	11	4	2	2
NEOBUXBAUMIA PELYLOSIPA (UC.) BACKB.	10	4	1	3
NEOBUXBAUMIA EUPHORBIOIDES (HAM.) FUYAN.	11	4	2	2
NEOBUXBAUMIA SEEPARIA (PESSEL.) BACKB.	4	4	0	4

\*\*\*\*\*  
TIPO DE EJECUCION... 39 SEGUNDOS. \*\*\*\*\*

Fig. 17. Cuadro resumen de la planta 2.

\*\*\*\*\*  
PLANTA... 3  
\*\*\*\*\*

IDENTIFICACION DEL GENERO.  
=====

\* NO PERTENECE\* AL GENERO CONSIDERADO, POR TENER LA(S) SIGUIENTE(S)  
-----

CARACTERISTICAS) QUE SE OPONEN A LAS DEL GENERO EN ESTUDIO..

- 1100\*-FLORES ZIGMORFAS, (NO ES DEL GENERO.)
- 1200\*-FLORES NO INFUNDIBULIFORMES-CAMPAÑULADAS. (NO ES DEL GENERO.)
- 1400\*-FLORES CON PERIANTO LARGO. (NO ES DEL GENERO.)

\*\*\*\*\*  
TIEMPO DE EJECUCION... O SEGUNDO(S).  
\*\*\*\*\*

Fig. 18. Cuadro resumen de la planta 3.

CUADRO RESUMEN  
\*\*\*\*\*  
EL ANALISIS DE LA PLANTA... A IDENTIFICAR  
\*\*\*\*\*

GENERO  
\*\*\*\*\*

NUMERO TOTAL DE CARACTERISTICAS GENERICAS.....= 22  
NUMERO DE COINCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LA PLANTA....= 22

CARACTERISTICAS DISTINTIVAS  
\*\*\*\*\*

ESPECIE DE LA CLAVE NO. CARACTERISTICAS NO. COINCIDENCIAS PORCIENTO  
EN ESTUDIO DISTINT. DE LA ESPECIE CON LA PLANTA EN LA PLANTA

2- NEBOUXBAUMIA PEZCALAENSIS (BRAVO) BACKBG. 3 2 66

NINGUNA DE LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE LAS OTRAS ESPECIES FUE ENCONTRADA EN LA PLANTA.\*\*

CARACTERISTICAS COMUNES  
\*\*\*\*\*

ESPECIES DE LA CLAVE

NOMBRE	PLANTA A IDENTIFICAR			
	NO. DE -ARCT. COMUNES (A)	NO. DE CARACTERISTICAS EXAMINADAS (B)	NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (C)	NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (D)
NEBOUXBAUMIA MACROCEPHALA (WEB.) DAN.	9	2	2	0
NEBOUXBAUMIA PEZCALAENSIS (BRAVO) BACKBG.	8	0	0	0
NEBOUXBAUMIA TETEZO (WEB.) BACKBG.	7	2	2	0
NEBOUXBAUMIA POLYLEPIA (COT.) BACKBG.	7	2	2	0
NEORHAPTIA EUPHRENGIODES (OAH.) BUXDF.	9	2	2	0
NEBOUXBAUMIA SOCOPARIA (FOSELG.) BACKBG.	6	2	2	0

- \* NEBOUXBAUMIA MACROCEPHALA (WEB.) DAN.
- \*\*\* NEBOUXBAUMIA PEZCALAENSIS (BRAVO) BACKBG.
- NEBOUXBAUMIA TETEZO (WEB.) BACKBG.
- \* NEBOUXBAUMIA POLYLEPIA (COT.) BACKBG.
- NEORHAPTIA EUPHRENGIODES (OAH.) BUXDF.
- \* NEBOUXBAUMIA SOCOPARIA (FOSELG.) BACKBG.

\*\*\*\*\*ESPECIE CUYAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS HUBO COINCIDENCIAS.

\*\*\*\*\* TIEMPO DE EJECUCION... 52 SEGUNDOS.

Fig. 19. Cuadro resumen de la planta 4.

CUADRO RESUMEN  
 DEL ANALISIS DE LA PLANTA... S A IDENTIFICAR

GÉNERO  
 \*\*\*\*\*

NUMERO TOTAL DE CARACTERISTICAS GENERICAS.....= 22  
 NUMERO DE COINCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LA PLANTA...= 19

CARACTERISTICAS DISTINTIVAS  
 \*\*\*\*\*

ESPECIE DE LA CLAVE EN ESTUDIO      NO. CARACTERISTICAS DISTINT. DE LA ESPECIE      NO. COINCIDENCIAS CON LA PLANTA      PORCIENTO

3- NEOBUXBAUMIA TETETZO (MEX.) ACMFG.      2      2      100  
 4- NEOBUXBAUMIA POLYLOPHA (DC.) BACKBG.      3      1      33

\*\*NINGUNA DE LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE LAS OTRAS ESPECIES FUE ENCONTRADA EN LA PLANTA\*\*

CARACTERISTICAS COMUNES  
 \*\*\*\*\*

ESPECIES DE LA CLAVE

NOMBRE	NO. DE CARACI. COMUNES (A)	NO. DE CARACTERISTICAS COMUNES EXAMINADAS (B)	PLANTA A IDENTIFICAR		PORCIENTOS EN A
			NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (C)	NO. DE COINCIDENCIAS CON LA ESPECIE (D)	
- NEOBUXBAUMIA MACROCEPHALA (MEX.) DAN.	10	8	6	2	20
- NEOBUXBAUMIA MEZCALAENSIS (HRAVO) BACKBG.	10	8	7	1	10
***- NEOBUXBAUMIA TETETZO (MEX.) BACKBG.	11	6	1	5	45
***- NEOBUXBAUMIA POLYLOPHA (DC.) BACKBG.	10	7	6	1	10
- NEOBUXBAUMIA FURPHORICIDES (HAB.) RUXBY.	11	8	5	3	27
- NEOBUXBAUMIA SCOPARIA (PUSSELG.) BACKBG.	4	8	7	1	25

\*\*\*ESPECIE CON CUYAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS HUBO COINCIDENCIAS.

TIEMPO DE EJECUCION... 66 SEGUNDOS\*\*

Fig. 20. Cuadro resumen de la planta n.

## CUADRO RESUMEN

## DEL ANÁLISIS DE LA PLANTA. 6 A IDENTIFICAR

## GÉNERO

NÚMERO TOTAL DE CARACTERÍSTICAS GÉNERICAS..... 22  
 NÚMERO DE COINCIDENCIAS ENCONTRADAS EN LA PLANTA.... 22

## CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS

ESPECIE DE LA CLAVE  
EN ESTUDIO

NO. CARACTERÍSTICAS  
DISTINT. DE LA ESPECIE

NO. COINCIDENCIAS  
CON LA PLANTA

PORCIENTO

1- NEOBUXBAUMIA MACROCEPHALA (WEB.) PÄN.	3	1	33
2- NEOBUXBAUMIA PEZCALAENSIS (BRAVO) BACKB.	3	1	33
3- NEOBUXBAUMIA TETETZO (WEB.) BACKB.	2	1	50
4- NEOBUXBAUMIA POLYLOPHA (DC.) BACKB.	3	1	33
5- NEOBUXBAUMIA EUPHROBITOES (HAR.) BOUQ.	2	1	50
6- NEOBUXBAUMIA SCOPARIA (POSELGE) BACKB.	9	1	11

## CARACTERES IGAS COMUNES

## ESPECIES DE LA CLAVE

## NOMBRE

NO. DE  
CARACT.  
COMUNES

NO. DE  
CARACTERÍSTICAS \*  
EXAMINADAS

NO. DE  
COINCIDENCIAS \*  
CON LA ESPECIE

NO. DE  
COINCIDENCIAS  
EN  
LA  
PLANTA

NEOBUXBAUMIA MACROCEPHALA (WEB.) PÄN.	10	5	5	0
NEOBUXBAUMIA PEZCALAENSIS (BRAVO) BACKB.	9	5	5	0
NEOBUXBAUMIA TETETZO (WEB.) BACKB.	10	5	5	0
NEOBUXBAUMIA POLYLOPHA (DC.) BACKB.	9	5	5	0
NEOBUXBAUMIA EUPHROBITOES (HAR.) BOUQ.	10	5	5	0
NEOBUXBAUMIA SCOPARIA (POSELGE) BACKB.	3	5	5	0

ESPECIE CON CUYAS CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS HUBO COINCIDENCIAS.

Fig. 21. Cuadro resumen de la planta 6.

- do se tienen todos los datos, o al menos las características distintivas, la computadora da resultados satisfactorios, pero cuando faltan datos y no se tiene ninguna característica distintiva (lo que es muy común), un botánico experimentado podría indicar la probable especie correlacionando toda la información de que dispone y nuestro programa no prescindiría del análisis de este botánico.
3. Se cree que el método podrá ser perfeccionado y mucho agradeceríamos a los botánicos enviar sugerencias y resultados de las prácticas con sus alumnos.
  4. Se cree que si nuestro método no es el ideal, por lo menos sirve para la enseñanza de métodos de utilización de computadoras electrónicas aplicados a la biología, por lo cual los autores presentaron detalladamente el diagrama de bloque.
  5. Hay la ventaja de que uno no está restringido a una clave dicotómica rígida. Aunque no se tenga todos los datos, la computadora puede dar el número de coincidencias que hay con las especies cuyos caracteres no se oponen a los de la planta que se desea identificar, indicando también con cuál especie hay mayor número de coincidencias, lo que en cactáceas es especialmente importante, teniéndose en cuenta la gran variación entre los individuos.
  6. Se cree que una de las mayores ventajas del método, cuando se adquiere práctica, es la rapidez. Desde luego, deben acompañar las listas claves un glosario con la definición de los términos técnicos. Para 6 identificaciones de plantas llevó 8 minutos, incluyendo toda la impresión de las respuestas, lo que generalmente es lo más lento (Figs. 16-20).
  7. Al examinar las plantas a ser identificadas, cuando se encuentran características no relacionadas en las listas claves, éstas pueden ser añadidas, dándoseles un número progresivo, lo que permitirá que se vayan completando las listas de características.
  8. Se cree que en el momento actual la computadora no está siendo utilizada como rutina de trabajo de identificación, pero que sí puede ser utilizada con este objeto, principalmente para géneros muy grandes y difíciles. Además, deben ser utilizadas para ensayos de investigación de nuevas técnicas y métodos.
  9. Se cree que en un futuro cercano podrá ser utilizada para revisar los herbarios, que tienen generalmente identificaciones incorrectas y muchos ejemplares sin identificación (Thomas, 1967).
  10. La computadora puede ser un instrumento poderoso para la localización de los grupos *incertae sedis*.
  11. Aunque se ha visto que la computadora resolvió nuestros problemas con una velocidad increíble, no se puede olvidar que no se ahorra el análisis hecho por un técnico (aunque no sea especialista en el taxa), que simplemente tenga los conocimientos necesarios que le permita hacer una descripción morfológica precisa, siguiendo a las listas claves. Lo que sí ahorra, es el tiempo y el esfuerzo para buscar en libros, seleccionar la clave y seguirla, hasta encontrar lo que se desea, además de la falta de confianza en el resultado de una identificación en una familia tan difícil como son las cactáceas.
  12. Con una pequeña adaptación al programa, puede también pedirse a la computadora que imprima descripciones de las especies o claves de identificación, a partir de las

matrices construidas para el programa (Morse *et al.*, 1968).

13. Otra ventaja del presente programa es que, en el cuadro resumen, se encuentra en la última columna, una relación en por ciento, entre las afinidades fenéticas de la planta a identificar y las otras especies del

género. Esto, en último análisis es taxonomía numérica y, aunque no fuera esto el objetivo principal, servirá al maestro para enseñar a los alumnos de una manera amena y superficial, lo que es taxonomía numérica.

### CONCLUSIÓN

Se cree que está abierto un nuevo campo de aplicación de máquinas electrónicas a la biología. Merece la dedicación, el estudio y el intercambio entre todos los biólogos que estén trabajando en el mismo objetivo en los diferentes

países del mundo, con la seguridad de que así se podrá, en un espacio menor de tiempo, vencer los problemas que estos métodos envuelven, tanto los biológicos como los de computación.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al ingeniero Isaac Scheinvar que elaboró el programa, al Centro de Cálculo Electrónico de la UNAM, donde se procesó el trabajo, al doctor Rzedowski por las sugerencias y críticas hechas; al presidente de la Sociedad Mexicana de Cactología, licenciado Sánchez Mejorada que participó

en la colecta de datos y nos animó a realizar este trabajo; al estudiante Carlos Calderón, por la colaboración en la parte práctica del trabajo; al doctor J. Negrete, al ingeniero E. Hernández X. y al doctor J. H. Beaman, así como al bibliotecario Armando Butanda que revisaron el manuscrito.

### LITERATURA CITADA

- BACKFBERG, G., 1958. Die Cactaceae. Jena I-IV: 4041 pp.
- BOSSERT, W., 1969. Computer techniques in systematics. In: *Systematic Biology*, publ. 1969. Nat. Acad. Sci., Washington, 594-614.
- BOUGHEY, A. S., K. W. BRIDGES e IKEDA, 1968. An automated biological Identification key. *Mus. Syst. Biol. Univ. California, Irvine Research ser. No. 2*: 135. Fig. 9.
- BRAVO, H. H., 1937. *Cactáceas de México*. UNAM, México. 755 pp.
- BRITTON, N. L. y J. N. ROSE, 1919-1923. *The cactaceae*. Carnegie Institution, Washington. D. C. I-IV: 1048 pp., 1120 figs., 137 pl.
- BUXBAUM, F., 1950. *Morphology of cacti*. Austria, 223 pp.
- CROVELLO, T. y R. MACDONALD, 1969. Index of electronic data processing information retrieval projects in systematics. *Taxon* 19 (1): 63-76.
- DAWSON, Y., 1952. New cacti of southern Mexico. Allan Hancock Found. Publ. Occas. Pap. 1: 1-53.
- HALL, A. V., 1970. A computer-based system for forming identification keys. *Taxon* 19 (1): 12-18.
- LEDLEY, R. S., 1965. *Use of computers in biology and medicine*. McGraw Hill, Inc., USA. 965 pp.
- MACCAGARO, G. A., 1958. La misura della informazione contenuta nei criteri di classificazione. *Ann. Microb. Enzimol.* 8: 231-239.
- MOLLER, F., 1962. Quantitative methods in the systematics of Actinomycetales. IV. The theory and application of a probabilistic identification key. *Giorn. Microbiol.* 10: 29-47.
- MORSE, L. E., H. BEAMAN y S. G. SCHEINVAR, 1967. Preparation of identification keys by computer for Flora North America. *Sympo-*

- sium sobre problemas de Información en Ciencias Naturales. Abstracts. México: 16.
- MORSE, L. E., 1968. Construction of identification keys by computers. Amer. J. Bot. 55 (6 part 2): 737.
- MORSE, L. E., J. H. BEAMAN y S. G. SHETLER, 1968. A computer system for editing diagnostic keys for Flora North America. Taxon 17 (5): 479-483.
- MORSE, L. E., 1971. Specimen identification and key construction with time-sharing computers. Ibid. 20 (2/3): 269-282.
- MORSE, L. E., J. A. PETERS y P. B. HAMEL, 1971. A general data format for summarizing taxonomic information. BioScience 21: 174-180, 186.
- OSBORNE, D. V., 1963. Some aspects of the theory of dichotomous keys. New Phytol. 62: 144-160.
- PANKHURST, R. J., 1970. A computer program for generating diagnostic keys. Comp. J. 13: 145-151.
- THOMAS, J. H., 1967. Correct determinations and the use of automated data processing in systematic collections. Symposium sobre problemas de información en ciencias naturales. Abstracts. México: 20.
- SHETLER, S. G., 1969. The herbarium: past, present and future. Proc. Biol. Soc. Washington 82: 687-758.
- SCHULVAR, L. y A. GÓMEZ-POMPA, 1969. Algunos métodos automáticos para la elaboración de etiquetas de herbario. Bol. Soc. Bot. México 30: 73-93, 17 figs.
- SNEATH, P. H. A., 1962. The construction of taxonomic groups. In G. C. Ainsworth and P. H. A. Sneath (eds.) Microbial Classification, 12o. simp. Soc. Gen. Microb.: 289-332. Cambridge University Press, Cambridge, 483 pp.