

APLICACION DE UN METODO OBJETIVO AL ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES DE PASTIZAL DE LA DEPRESION DEL SALADO (PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Susana Perelman, R. J. C. León y V. A. Deregibus (1)

Recibido: 6/10/81
Aceptado: 21/4/82

RESUMEN

Censos de Vegetación realizados en la transección Castelli-Pila, en la Depresión del Río Salado (Provincia de Buenos Aires), que sirvieron de base para un trabajo de delimitación de comunidades (León, 1975), son aquí analizados mediante un método objetivo, denominado Ordenamiento Polar de la Escuela de Wisconsin (Bray y Curtis, 1957). Los censos se comparan entre sí mediante el cálculo de dos índices: El Coeficiente de Comunidad de Sorensen (Greig Smith, 1964) y el Porcentaje de Similitud de Czekanowski (Goodall, 1973). Para la construcción de los ejes se utiliza el método de cálculo numérico de Beals (1965). Para cumplir las distintas etapas se elaboró un programa de computación en lenguaje FORTRAN IV.

El ordenamiento bidimensional de los censos permitió identificar dos principales sentidos de variación que se interpretan, sobre la base de la información existente, como gradientes de los principales factores activos determinantes de las comunidades definidas: humedad y salinidad del suelo.

En líneas generales el ordenamiento obtenido coincidió con el ordenamiento de las unidades clasificadas por el método fitosociológico y las diferencias observadas condujeron a una revisión de las tablas correspondientes.

El procedimiento seguido presenta la ventaja de permitir que el tratamiento de los censos se pueda realizar aún sin conocimiento previo de la vegetación bajo estudio y además posibilita la utilización de la computación brindando mayor rapidez y exactitud en el procesamiento de los datos.

THE APPLICATION OF AN OBJETIVE METHOD TO THE STUDY OF NATIVE GRASSLAND COMMUNITIES IN THE SALADO RIVER BASIN (PROVINCE OF BUENOS AIRES)

SUMMARY

Samples from a vegetation survey along a transection from Castelli to Pila, Salado River Basin (Buenos Aires), previously used for the delimitation of native communities (León, 1975), were now analyzed through an objective method, the Wisconsin's Polar Ordination Method (Bray and Curtis, 1957).

Comparisons among the samples were made with the aid of two indices: Sorensen's Coefficient of Community, (Greig Smith, 1964) and Czekanowski's Percentage Similarity, (Goodall, 1973). For axis construction Beals (1965) numeric method was used. A Fortran IV Computer language program allowed to perform the different steps.

The bidimensional ordination of the vegetation samples made it possible to identify the principal direction of variation in coincidence with gradients of the principal active factors that determine the previously defined communities: soil water content and salinity. In general, the new ordination obtained coincided with that furnished by the phytosociological method, and the eventual differences allowed to introduce corrections in the original tables.

The present procedure make it possible to ordinate the samples even with a minimum previous knowledge of the vegetation under study and the use of computer programs introduces rapidity and accuracy in the data processing process.

(1) Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía, Departamento de Ecología, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453, (1417) Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCION

El estudio de las comunidades vegetales tiene como finalidad brindar la base científica necesaria para su aprovechamiento eficiente y conservacionista por parte de la sociedad.

Las escuelas de ecología tradicionales desarrollaron métodos fisonómicos y florísticos de estudio de la vegetación que fueron ampliamente usados en todo el mundo. En las últimas décadas dichos métodos fueron criticados por su naturaleza subjetiva (Poore, 1955, 1956) y simultáneamente se desarrollaron métodos objetivos (cuantitativos y comparativos) con base matemática y estadística que contaron con el auxilio de la computación, facilitando la tarea de comparación y clasificación u ordenamiento de las especies o de los stands muestreados.

Aunque algunos autores (Van der Maarel, 1969, Moore *et al.*, 1970) han llevado nuevamente el conflicto a una situación menos extrema con la revalorización de los procedimientos cualitativos, sigue siendo importante ensayar las técnicas numéricas pues su adecuación a problemas regionales concretos (amplios ecotonos en la vegetación, gradientes de deterioro determinados por uso, etc.) redundaría en un importante ahorro de esfuerzo y de costo.

En la Argentina, a pesar de los numerosos trabajos que se ocupan de describir la vegetación, son vastísimas las áreas que solo cuentan con estudios fitogeográficos generales, insuficientes para servir de base a una planificación racional del uso del recurso (silvícola, pasturil, etc.). De los estudios existentes a escalas mayores, más detallados, son muy pocos los que se basan en métodos objetivos. (Bertiller *et al.*, 1980; Collantes y Lewis, 1980).

Los métodos numéricos ocuparán un rol importante como herramienta para llenar a corto plazo las carencias puntualizadas. La aplicación en el país de dichos métodos

permitirá su adecuación local y el desarrollo de nuevas técnicas si fuera necesario, así como el entrenamiento de personal para llevarlos a término.

La Depresión del Río Salado, en la Provincia de Buenos Aires, es una de las áreas del país que requieren la evaluación de sus recursos naturales y la elaboración, en función de ellos, de planes que permitan mejorar su rendimiento económico. A esa tarea está abocada desde hace 10 años, la Cátedra de Fisiología Vegetal y Fitogeografía de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Uno de los primeros trabajos realizados fue el de la determinación de comunidades vegetales en la transección Castelli-Pila (León, 1975). Mediante el método fitosociológico (Ellenberg 1956) se definieron 12 unidades de vegetación y según sus características florísticas y ecológicas generales se agruparon en cuatro unidades vegetales con una serie de variantes dentro de cada una de ellas.

En este trabajo se realizan nuevamente los censos de vegetación que fueron realizados para dicha clasificación, con el propósito de:

- 1) Corroborar y/o corregir la delimitación y caracterización de comunidades realizada en la obra citada.
- 2) Avanzar en la comprensión de las relaciones de las comunidades vegetales entre sí y con el ambiente que ocupan.

MATERIALES Y METODOS

Para la elaboración del presente trabajo se utilizaron 184 censos de vegetación realizados en la transección Castelli-Pila, que cubre una superficie aproximada de 3.000 km² en el área denominada Depresión del Salado. Los censos fueron realizados en enero y febrero de 1971 (León, 1975) siguiendo la metodología de Braun Blanquet (1950). La ubicación de los censos se fundamentó en un estudio de paisaje realizado previamente so-

bre la base de foto-interpretación (Movia, 1975).

Como método de análisis se utilizó la denominada Técnica de Ordenamiento Polar de la Escuela de Wisconsin desarrollada por Bray y Curtis (1957). Mediante esta técnica las muestras son comparadas entre sí en términos del grado de diferencia en su composición florística y en función de esas diferencias son ordenadas a lo largo de ejes de variación. Los ejes pueden o no corresponder a gradientes ambientales, pero si corresponden, la investigación del gradiente ambiental es inferencial o indirecta. A partir de la tabla original de muestras de vegetación o matriz primaria se calculan coeficientes de similitud para todos los pares de muestras. Los coeficientes se ordenan luego en tablas denominadas matrices secundarias.

Se calcularon dos índices de similitud que condujeron a sendos ordenamientos: el Coeficiente de Comunidad de Jaccard modificado por Sorensen (Greig Smith, 1964) que se basa en datos cualitativos (presencia-ausencia de las especies en cada censo) y el Porcentaje de Similitud de Czekanowski (Goodall, 1973) que se calcula sobre la base de datos cuantitativos (medida de la abundancia de las especies en el censo).

El primero puede ser expresado como:

$$CC_{AB} = \frac{2c}{a + b}$$

CC_{AB} : Coeficiente de comunidad entre los censos A y B.

c: Número de especies comunes a ambos censos.

a: Número de especies presentes en el censo A.

b: Número de especies presentes en el censo B.

El segundo puede ser expresado como:

$$PS_{AB} = \frac{2 \sum_{i=1}^n \min(X_i, Y_i)}{\sum_{i=1}^n (X_i + Y_i)}$$

PS_{AB} : Porcentaje de similitud entre los censos A y B.

X_i : Valor de importancia de la i-ésima especie en el censo A.

Y_i : Valor de importancia de la i-ésima especie en el censo B.

n: Número total de especies.

Partiendo de la matriz original en la cual las columnas representan los 184 censos y las filas las 255 especies se obtuvo la matriz de valores de cobertura según la transformación de la escala Braun Blanquet propuesta por Ares y León (1972):

Escala Braun Blanquet	Valor de cobertura correspondiente
+	1
1	5
2	15
3	47
4	64
5	87

Los valores transformados de cobertura se usaron en el cálculo de los porcentajes de similitud.

Luego se obtuvieron las matrices secundarias, de Coeficientes de Comunidad (CC_{AB}) y de Porcentajes de Similitud (PS_{AB}) respectivamente. Dichas matrices completas, junto con el resto de las tablas que por su extensión no se publican aquí, pueden ser consultadas en la Biblioteca de la Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.

Los valores de la diagonal principal (coeficiente de cada censo consigo mismo) son iguales a la unidad; los demás valores oscilan para CC entre 0 y 0,95 y para PS entre 0 y 0,86.

Con la finalidad de ordenar las muestras a lo largo del primer eje de variación, el primer paso consistió en elegir los censos extremos del eje. Para ello se calculó la suma de

CUADRO 1: SUMAS DE COEFICIENTES DE COMUNIDAD (CC). A partir de la matriz secundaria de CC, se calculó la suma de los coeficientes de cada censo con todos los demás. En el cuadro se presentan dichas sumas ordenadas de menor a mayor y acompañadas por el número de censo correspondiente.

Número de censo	Suma de coeficientes								
79	4,92599	177	55,30219	112	63,42236	78	68,28653	17	73,62987
75	12,06871	74	55,34100	143	63,60400	175	68,42436	176	73,65900
123	20,22687	145	56,38395	173	63,72424	70	68,47768	130	73,79985
64	21,09518	36	56,51642	39	63,73296	121	68,52858	25	73,83752
16	24,83571	133	56,67207	184	63,80116	153	68,64409	54	73,90414
110	25,30867	68	56,71182	46	64,00323	152	68,77798	3	74,35750
120	27,46408	95	56,99698	33	64,01563	76	68,89803	134	74,36844
44	27,60202	66	57,20575	47	64,11580	132	69,07895	142	74,66035
48	30,31364	97	57,44830	11	64,44298	165	69,14230	73	74,76971
94	33,76912	62	57,53333	58	64,80919	150	69,16490	160	75,36064
128	35,71489	178	57,64633	183	64,84151	135	69,20746	6	75,37015
100	36,04956	45	57,85827	131	64,95026	2	69,27957	166	75,43416
28	36,19365	41	58,27106	57	64,99312	111	69,31404	154	75,56451
65	36,26744	13	58,99402	157	65,05782	77	69,43213	32	75,86247
167	41,85170	127	59,31020	43	65,46707	156	69,47420	151	76,04935
80	42,12032	72	59,65981	169	65,47803	50	69,73289	124	76,18694
9	43,71671	5	59,92822	172	65,49529	8	69,98367	86	76,45221
82	44,32150	162	60,04648	84	65,84982	60	70,41023	116	76,61320
29	44,44438	163	60,20924	118	66,21228	85	70,53458	113	76,85826
42	44,89252	161	60,26137	83	66,28914	91	70,54237	148	76,88797
170	46,92158	4	60,70700	35	66,41960	139	70,59796	93	77,07042
182	47,74660	108	60,97827	37	66,47748	129	70,81265	96	77,42456
56	48,12309	61	61,42880	34	66,69609	168	70,89940	106	77,61571
69	48,20587	119	61,54321	158	66,70561	138	70,99062	87	77,76535
102	48,28021	141	61,67148	20	66,77269	90	71,47066	137	78,02504
7	48,98859	114	61,73659	180	66,81220	99	71,57097	23	78,37198
30	49,13074	67	61,79312	63	66,86543	14	71,64789	146	78,38043
51	49,14078	18	61,85439	59	67,12563	31	71,68155	147	78,48975
81	49,48340	125	62,18050	155	67,39308	103	71,82393	117	79,68939
164	50,11023	101	62,3219	53	67,40649	24	71,91020	107	79,81569
109	50,25410	40	62,74142	1	67,51558	49	72,34419	89	80,54652
22	50,26141	12	62,76088	122	67,82050	19	72,43967	115	80,67915
136	52,72559	174	62,78514	105	67,88805	144	72,52232	126	80,98642
55	53,04211	10	63,23311	181	67,96152	27	72,71463	15	81,63919
71	53,73605	149	63,27226	159	67,98431	179	72,77811	88	81,66174
92	53,89552	38	63,31685	171	68,17461	52	73,16427	98	81,80763
21	55,08195	104	63,40274	140	68,18262	26	73,56038		

CC (Cuadro 1) y PS de cada censo con todos los demás y se ordenaron dichas sumas de menor a mayor. Basándose en la sugerencia de Bray y Curtis (1957) los censos N° 79 y 75 a pesar de presentar las menores sumas totales no fueron elegidos como extremos del primer eje de ordenamiento por tener pocos valores de similitud mayores que cero. El censo elegido como primer extremo del eje fue el 123 (Ver Cuadro 1) y como opuesto a él, el censo N° 111 por ser el que presentaba menor similitud con el anterior y menor cantidad de valores de coeficientes de similitud cero.

Para ubicar los censos a lo largo de los ejes de ordenamiento se calculó la posición de cada censo en el eje y la distancia al mismo según las ecuaciones propuestas por Beals (1965).

$$X(A) = \frac{L^2 + (PD^2(1, A) - PD^2(2, A))}{2L}$$

$$e(A) = \sqrt{PD^2(1, A) - X^2(A)}$$

X(A): Posición de censo A en el eje X.

PD_(1,A)

y

PD_(2,A): Porcentaje de distancia (PD) entre los censos extremos (1 y 2) y el censo A.

L: Longitud total del eje, que es igual al PD entre los censos extremos.

e(A): Distancia del censo A al eje de ordenamiento.

Para el cálculo de los Porcentajes de Distancia (PD), se usaron los valores máximos de CC y PS obtenidos en la matriz secundaria.

$$PD(A,B) = 0,86 - PS(A,B)$$

$$PD(A,B) = 0,95 - CC(A,B)$$

En el Cuadro 2 se observa la ubicación de los censos en el eje X, en la tercera co-

lumna de dicha tabla se imprimió el coeficiente de cada censo con el siguiente del ordenamiento para facilitar la elección de los censos extremos del segundo eje. Siguiendo la técnica de Bray y Curtis (1957) se tomaron dos censos cuyas posiciones en el eje X fueran cercanas entre sí a pesar de presentar bajos índices de similitud. Los censos elegidos constituyeron los extremos del nuevo eje. Mediante el método de cálculo ya expuesto se obtuvo el ordenamiento sobre el mismo, tal como se observa en el Cuadro 2. Para facilitar la comparación entre ambos ordenamientos, se usaron como extremos de los ejes los mismos censos, que fueron los elegidos según el CC: Eje X: 123 y 111, Eje Y: 16 y 41.

Los distintos pasos señalados se cumplieron mediante un programa para computadora elaborado en lenguaje FORTRAN IV.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se observa una particular distribución de los censos resultante del ordenamiento realizado. Ella muestra en el extremo superior derecho una concentración de puntos de mayor densidad y dos sentidos principales de ordenamiento hacia la izquierda y hacia abajo, donde los censos se van distanciando paulatinamente.

Para posibilitar la comparación del ordenamiento de censos obtenido con los resultados del trabajo fitosociológico (León, 1975), se identificó cada uno de los puntos con la variante y comunidad en que había sido clasificado según dicho estudio. Esto permitió observar algunas coincidencias importantes que facilitaron la interpretación del ordenamiento.

Las coincidencias más notables observadas se refieren a los censos que aparecen en los extremos del ordenamiento, que corresponden a distintas comunidades. Los puntos que aparecen concentrados en el extremo superior derecho de la figura coinciden con

CUADRO 2: POSICIÓN DE LOS CENSOS EN AMBOS EJES DEL ORDENAMIENTO Y COEFICIENTE DE COMUNIDAD (CC) DE CADA CENSO CON EL SIGUIENTE DEL EJE X. Los censos No 16 y 41 (recuadro) fueron elegidos como extremos del segundo eje de ordenamiento (eje Y) por encontrarse en la zona central del eje X, tener idéntica posición en el mismo y presentar el menor valor del coeficiente para censos contiguos (CC = 0,118).

Número de censo	Posición en el eje X	CC con censo siguiente	Posición en el eje Y	Número de censo	Posición en el eje X	CC con censo siguiente	Posición en el eje Y	Número de censo	Posición en el eje X	CC con censo siguiente	Posición en el eje Y
123	0,0	0,636	0,574	114	0,522	0,563	0,740	156	0,649	0,226	0,393
44	0,083	0,526	0,649	59	0,524	0,537	0,705	28	0,650	0,314	0,535
75	0,155	0,500	0,597	68	0,528	0,308	0,750	181	0,650	0,491	0,594
94	0,183	0,710	0,546	109	0,535	0,192	0,451	103	0,650	0,360	0,676
128	0,196	0,571	0,591	104	0,539	0,444	0,605	177	0,652	0,377	0,426
65	0,223	0,435	0,611	14	0,554	0,669	0,516	129	0,653	0,413	0,545
64	0,245	0,320	0,637	127	0,558	0,475	0,564	60	0,653	0,500	0,666
48	0,276	0,121	0,717	102	0,560	0,236	0,298	96	0,656	0,484	0,502
100	0,289	0,216	0,546	167	0,566	0,146	0,375	183	0,666	0,280	0,648
82	0,291	0,667	0,489	186	0,577	0,435	0,694	51	0,667	0,417	0,356
74	0,317	0,600	0,661	173	0,581	0,549	0,592	71	0,669	0,217	0,420
56	0,341	0,392	0,750	132	0,589	0,426	0,505	38	0,671	0,227	0,747
133	0,373	0,582	0,565	170	0,590	0,408	0,251	29	0,671	0,316	0,499
83	0,418	0,218	0,561	165	0,598	0,478	0,480	115	0,680	0,523	0,647
16	0,422	0,118	0,0	99	0,602	0,548	0,604	19	0,681	0,423	0,448
41	0,422	0,381	0,832	122	0,603	0,459	0,659	58	0,686	0,154	0,545
81	0,434	0,050	0,663	152	0,608	0,239	0,469	182	0,687	0,219	0,492
110	0,440	0,125	0,153	21	0,615	0,310	0,571	10	0,687	0,347	0,557
149	0,442	0,372	0,70	125	0,616	0,552	0,574	36	0,688	0,371	0,449
30	0,445	0,304	0,718	101	0,623	0,358	0,420	141	0,688	0,418	0,393
95	0,450	0,536	0,466	24	0,623	0,355	0,730	124	0,693	0,492	0,538
66	0,471	0,057	0,745	9	0,627	0,197	0,454	150	0,694	0,481	0,473
79	0,475	0,0	0,220	166	0,629	0,436	0,618	138	0,695	0,400	0,679
42	0,478	0,381	0,599	108	0,633	0,333	0,693	6	0,698	0,475	0,679
164	0,481	0,481	0,422	158	0,634	0,549	0,545	160	0,704	0,407	0,551
62	0,485	0,180	0,361	180	0,634	0,407	0,526	169	0,707	0,415	0,570
119	0,486	0,286	0,697	22	0,638	0,265	0,287	73	0,709	0,442	0,688
163	0,494	0,431	0,495	63	0,638	0,448	0,676	154	0,711	0,320	0,491
18	0,502	0,143	0,730	140	0,638	0,286	0,711	50	0,713	0,388	0,584
120	0,519	0,478	0,152	145	0,645	0,361	0,363	184	0,716	0,444	0,510
80	0,520	0,120	0,230	157	0,649	0,508	0,539	175	0,720	0,364	0,477

Número de censo	Posición en el eje X	CC con censo siguiente	Posición en el eje Y	Número de censo	Posición en el eje X	CC con censo siguiente	Posición en el eje Y	Número de censo	Posición en el eje X	CC con censo siguiente	Posición en el eje Y
159	0,722	0,381	0,605	89	0,771	0,418	0,756	77	0,820	0,528	0,619
3	0,723	0,507	0,670	13	0,773	0,333	0,607	126	0,821	0,607	0,505
67	0,727	0,295	0,539	20	0,773	0,419	0,607	25	0,821	0,578	0,680
69	0,734	0,344	0,504	178	0,774	0,379	0,552	23	0,822	0,512	0,708
86	0,735	0,500	0,523	148	0,774	0,541	0,554	33	0,822	0,560	0,646
34	0,737	0,344	0,664	78	0,776	0,364	0,638	43	0,823	0,447	0,619
179	0,740	0,459	0,616	76	0,777	0,449	0,668	54	0,824	0,479	0,605
8	0,742	0,441	0,712	11	0,782	0,488	0,675	84	0,824	0,433	0,693
31	0,744	0,345	0,548	57	0,782	0,413	0,628	40	0,825	0,407	0,559
47	0,744	0,500	0,661	155	0,788	0,535	0,499	171	0,825	0,423	0,552
15	0,747	0,432	0,649	143	0,788	0,420	0,535	113	0,831	0,513	0,677
49	0,747	0,426	0,704	121	0,792	0,551	0,592	35	0,832	0,537	0,644
176	0,749	0,500	0,523	91	0,793	0,308	0,616	98	0,832	0,459	0,603
135	0,749	0,353	0,600	12	0,794	0,457	0,616	61	0,835	0,370	0,592
131	0,749	0,427	0,545	39	0,795	0,444	0,551	70	0,838	0,602	0,619
1	0,749	0,232	0,444	27	0,795	0,543	0,575	147	0,841	0,659	0,557
92	0,750	0,459	0,494	2	0,800	0,368	0,705	137	0,846	0,607	0,684
46	0,751	0,511	0,619	62	0,802	0,290	0,654	88	0,848	0,429	0,596
151	0,751	0,510	0,601	174	0,802	0,390	0,524	112	0,849	0,475	0,722
142	0,753	0,595	0,554	32	0,802	0,420	0,599	4	0,849	0,488	0,627
26	0,753	0,500	0,499	55	0,804	0,273	0,578	130	0,852	0,628	0,659
107	0,755	0,487	0,602	172	0,804	0,420	0,562	134	0,854	0,551	0,608
17	0,755	0,400	0,686	139	0,806	0,478	0,613	153	0,855	0,673	0,619
87	0,760	0,562	0,630	105	0,807	0,494	0,614	144	0,858	0,641	0,639
117	0,760	0,385	0,632	161	0,808	0,568	0,620	146	0,864	0,566	0,566
85	0,763	0,385	0,622	162	0,808	0,525	0,561	93	0,867	0,678	0,591
45	0,763	0,342	0,575	97	0,810	0,382	0,550	118	0,870	0,641	0,572
106	0,765	0,575	0,619	37	0,810	0,456	0,616	116	0,877	0,577	0,626
90	0,768	0,314	0,546	168	0,810	0,463	0,631	111	0,950	-	0,574
7	0,769	0,407	0,571	53	0,811	0,523	0,670	-	-	-	-
5	0,770	0,469	0,752	52	0,813	0,545	0,683	-	-	-	-

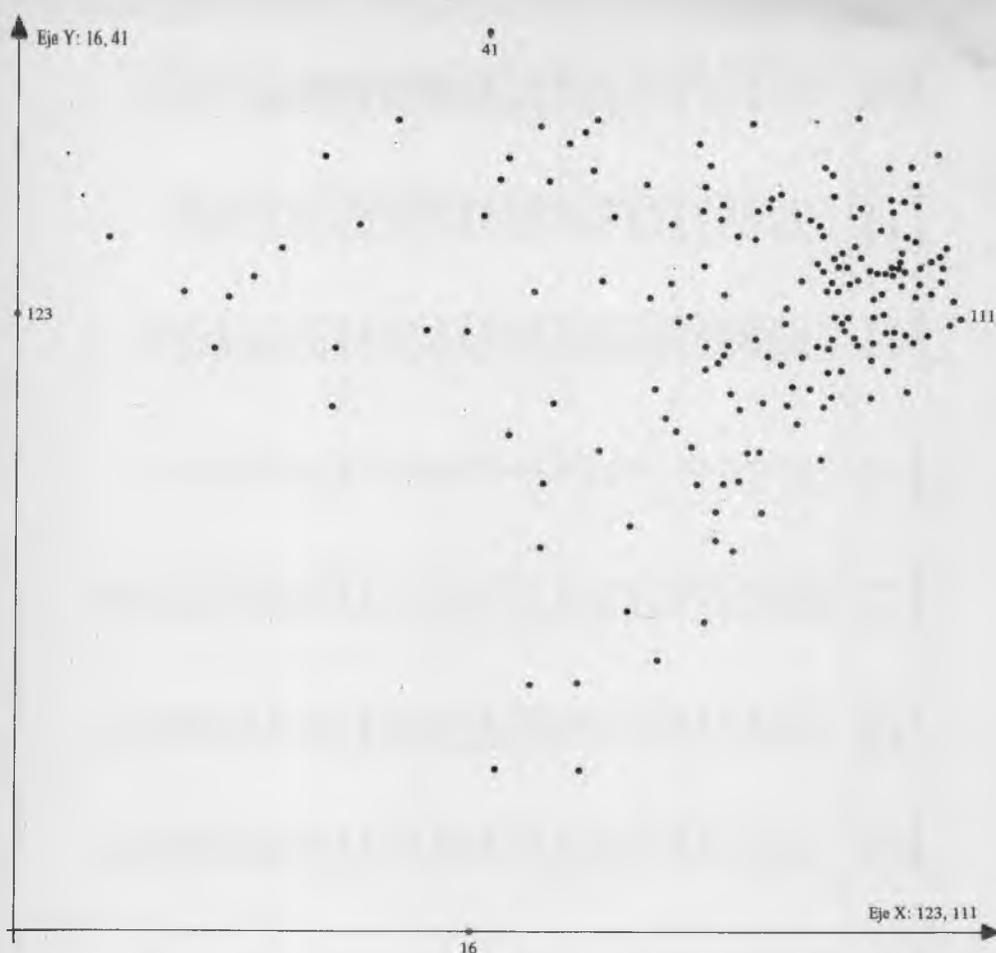


Figura 1: Ordenamiento bidimensional de los censos en función de sus coeficientes de comunidad (CC) con los censos extremos de los ejes: para el eje X censos 123 y 111 y para el eje Y censos 16 y 41.

los que definen las comunidades A y B a través del tratamiento fitosociológico. En el extremo izquierdo se observa un conjunto integrado en su totalidad por censos pertenecientes a la comunidad D, variante 3 y en la zona central inferior otro conjunto que corresponde a la comunidad C, variante 3.

Los dos sentidos principales de ordenamiento citados pueden interpretarse como gradientes de halomorfismo edáfico y posición topográfica respectivamente tomando en consideración los factores activos que, según el trabajo comentado (León, 1975) son los determinantes de las comunidades definidas. A lo largo de estos gradientes se observa una secuencia relativamente clara de los cen-

sos correspondientes a las demás variantes de las comunidades C y D, en el siguiente orden, respectivamente:

$$C_1 - C_2 - C_3 \text{ y } D_2 - D_1 - D_3$$

Sin mayores dificultades se pueden trazar líneas que reúnan a los censos correspondientes a cada una de estas variantes, como puede observarse en la Figura 2, donde los censos que coinciden con la comunidad y variante indicada están representados mediante cuadrados y los correspondientes a otras comunidades o variantes mediante triángulos.

Los censos de las comunidades A y B

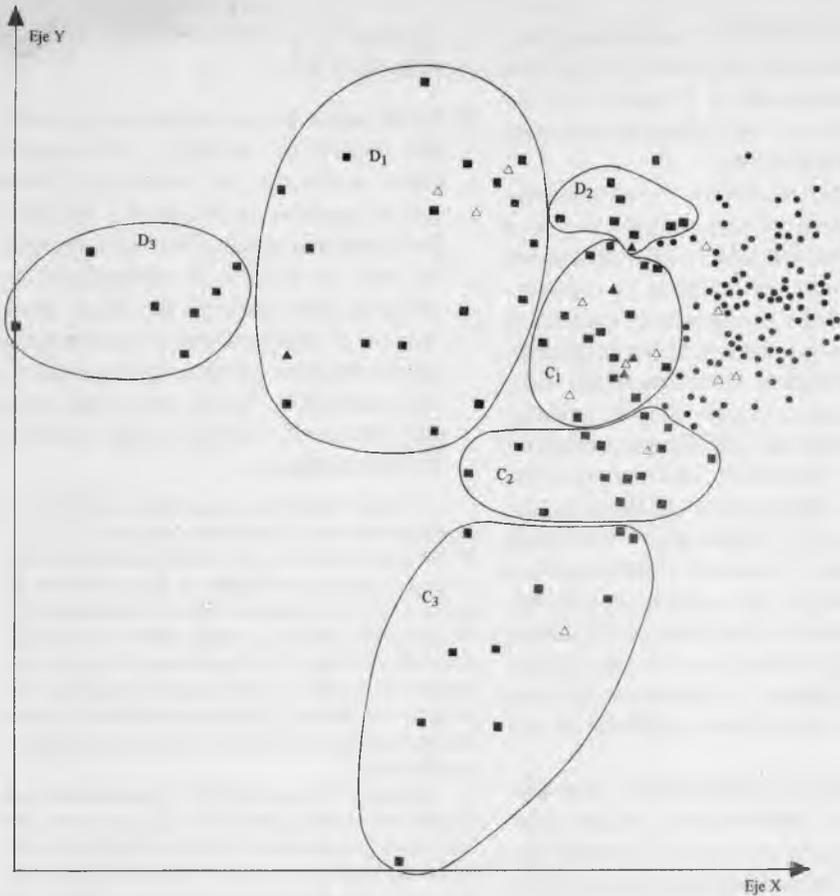


Figura 2: El mismo ordenamiento de la Figura 1 en el que se han trazado líneas que reúnen a los censos correspondientes a la misma comunidad y variante definidas fitosociológicamente. Los círculos representan los censos de las comunidades A y B; los cuadrados representan censos de las comunidades C y D que corresponden a la variante indicada en la figura; los triángulos negros representan censos que por sus coeficientes de similitud y por su composición florística fueron reubicados en una comunidad o variante distinta de aquella en la que habían sido clasificados fitosociológicamente; y los triángulos vacíos representan censos que no corresponden a la comunidad o variante indicadas en la figura y cuya posición en el ordenamiento se considera incorrecta en función de las distancias entre censos y los correspondientes coeficientes de similitud.

aparecen concentrados y superpuestos en la Figura 2. Tal situación puede deberse a una deficiencia del método de ordenamiento utilizado en el caso en que se trabaja con muestras de gran riqueza florística, o que representan gran diversidad de ambientes. El fácil reconocimiento a campo de ambas comunidades y de algunas variantes de B (B₃ y B₄) podrían interpretarse como confirmación de los resultados fitosociológicos; en función de esto cabría esperar una mayor diferenciación de estas unidades a través del ordenamiento.

Esto podría lograrse, por ejemplo, reduciendo mediante un ordenamiento posterior, el rango de variación a estudiar, considerando solamente los censos de las comunidades A y B.

Por el contrario, la delimitación a campo de las variantes de A y las variantes 1 y 2 de B es a veces dificultosa, lo que permite suponer que tal vez en la clasificación fitosociológica se haya realizado una diferenciación artificial o forzada de las mismas. Esto también podría confirmarse mediante el

nuevo ordenamiento de las comunidades A y B, a través del cual mejoraría la interpretación de las semejanzas y diferencias de ese grupo de censos y la delimitación de unidades vegetales resultantes.

Al observar en detalle el ordenamiento de los censos de las comunidades C y D y comparando las distancias entre ellos con los respectivos índices de similitud, se comprueba que la posición de algunos de ellos no es correcta. Esto se debe a la excesiva simplificación que significa el ordenamiento bidimensional, ya que resume toda la información de la matriz de coeficientes ordenando los censos en función de sus distancias a dos pares de ellos. Este error se observó en un reducido número de censos (8,3% del total), que en la Figura 1 aparecen indicados como triángulos blancos. La pérdida de información que ocurre en este paso podría disminuirse tomando varios pares de censos como extremos de cada eje y calculando la posición de cada censo como promedio de los obtenidos.

En general el ordenamiento obtenido coincide con el ordenamiento de las unidades clasificadas por el método fitosociológico. Las diferencias observadas entre ambos condujeron a una revisión de la Tabla Parcial Condensada en la que se realizaron las siguientes modificaciones (Ver Cuadro 3):

1) Permutación de las variantes 1 y 2 de la comunidad D. El orden anterior respondía al gradiente de humedad como continuación de $C_1 - C_2 - C_3$ (el grupo florístico VII, característico de ambientes húmedos va disminuyendo en sentido $D_1 - D_2 - D_3$). En cambio en el ordenamiento bidimensional, las variantes de la comunidad D se ordenan en función del gradiente de salinidad, ya que el grupo florístico XII, característico de ambientes halomórficos, está muy bien representado en la comunidad D_3 , bastante bien representado en la comunidad D_1 y ausente en la comunidad D_2 . Además, el grupo IV, cuyas especies son consideradas sensibles al grado de halomorfismo edáfico y a la

inundación, no está representado en las variantes 1 y 3.

2) Reubicación de seis censos de los cuales uno cambió de variante y los restantes cinco cambiaron de comunidad. Estos censos aparecen en la Figura 2 señalados con triángulos negros. Este reordenamiento surgió de analizar la composición florística de todos aquellos que por su ubicación en el ordenamiento y sus coeficientes de similitud parecían corresponder a una comunidad distinta de aquella en la que habían sido ubicados según el método fitosociológico.

A título ilustrativo se analizan dos ejemplos correspondientes a situaciones distintas. El censo N° 60 que pertenecía a la comunidad B3 se considera que puede ser ubicado en la comunidad D2 por que no posee ninguna especie de los grupos I y IV que están muy bien representados en la comunidad B3. El Grupo IV que está muy bien representado en B3 y poco en D2, posee en este censo dos especies con valores de abundancia cobertura bajos, lo que permitiría ubicarlo en cualquiera de las dos comunidades.

El grupo VII que está poco representado en la variante B3 y muy poco en la D2, posee en este censo solo dos especies (*Mentha pulegium* y *Leontodon nudicaulis*) con valor + de abundancia cobertura, del total de ocho que forman el grupo. Del grupo XI (*Apium solowianum*, *Distichlis scoparia*, *Distichlis spicata*, *Sida leprosa*) solo está presente *Apium* con valor 1. El grupo XIII que tiene sus mayores valores de constancia en los sitios donde la salinidad o alcalinidad se hacen limitantes para otras especies, posee dos especies de este grupo. Por las razones expuestas el censo N° 60 debe ser reubicado en la comunidad D.

Se ve en este ejemplo como la reubicación del censo responde a una diferencia de criterio en la comparación. Según el método fitosociológico se lo considera perteneciente a la comunidad B3 por: a) no tener presentes especies dominantes de la comunidad D (Género *Distichlis*), b) poseer solo dos especies del grupo XIII, considerado resistente a la condición de alcalinidad, que por ser terófitas se supuso que presentaban menor valor indicativo que las especies perennes del mismo grupo. En cambio, el método objetivo no pondera diferencialmente a las especies en el cálculo de los coeficientes y compara los censos globalmente por su composición total. Sólo a través de la confrontación con medidas de factores ambientales se podrá determinar qué criterio conduce a una mejor interpretación de la realidad.

CUADRO 3: TABLA FITOSOCIOLOGICA ESQUEMATICA CORREGIDA.

Comunidad	A		B		C			D				
	1	2	1	2	3	4	1	2	3	1	2	3
I	●	●	●	●	●	○						
II	○	○	○	●								
III	●	●	●	●			•		•			
IV	●	●	●	●	●	●	○	○		•		
V	●	●	●	●	●	●	●	●	○	●	●	
VI	●	●	●	●	○	●	○			○	○	
VII		•	○	○	○	•	●	●	●	•	○	
VIII								○	○			
IX								○	●			
X								•	●			
XI		•	•	○	•	○	○	○	○	●	●	●
XII											○	●
XIII										○	○	○
XIV		•	•	○	○	○	●	●	●	●	●	●

- Grupo muy bien representado en la variante.
- Grupo bien a medianamente representado en la variante.
- Grupo poco representado en la variante.
- Grupo ausente en la variante.

Los grupos IV y IX de la tabla fitosociológica original (León, 1975) aparecen agrupados bajo la denominación de grupo IV, ésto no fue consecuencia de este trabajo de ordenamiento sino que precedió a la realización del mismo.

Composición de los grupos florísticos

Grupo I	<i>Juncus imbricatus</i> <i>Bothriochloa laguroides</i> <i>Alophia amoena</i> <i>Piptochaetium bicolor</i> <i>Piptochaetium montevidensis</i> <i>Stipa neesiana</i> <i>Briza subaristata</i> <i>Bromus unioloides</i> <i>Aster montevidensis</i> <i>Cyperus sp.</i> <i>Eleusine trystachya</i> <i>Relbunium chetophorum</i> <i>Panicum bergii</i> <i>Conyza blackei</i> <i>Silene gallica</i> <i>Sida rhombifolia</i> <i>Eclipta bellidioides</i> <i>Glandularia dissecta</i> <i>Micropsis spathulata</i> <i>Hypochaeris radicata</i>	<i>Aristida murina</i> <i>Berroa gnaphalioides</i>	<i>Solanum malacoxyylon</i> <i>Rorippa bonariensis</i> <i>Polygonum punctatum</i> <i>Lilaeopsis sp.</i>	
Grupo II	<i>Diodia dasycephala</i> <i>Carduus pycnocephalus</i> <i>Eryngium paniculatum</i> <i>Glandularia peruviana</i> <i>Ammi majus</i> <i>Cuphea glutinosa</i> <i>Silybum marianum</i> <i>Echium plantagineum</i> <i>Celtis tala</i> <i>Oxypetalum solanoides</i>	Grupo V <i>Eryngium echinatum</i> <i>Spilanthes stolonifera</i> <i>Stenotaphrum secundatum</i> <i>Ambrosia tenuifolia</i> <i>Vulpia sp.</i> <i>Sporobolus indicus</i> <i>Dichondra repens</i> <i>Adesmia bicolor</i>	Grupo VII <i>Eryngium ebracteatum</i> <i>Mentha pulegium</i> <i>Rumex sp.</i> <i>Trifolium repens</i> <i>Leontodon nudicaulis</i> <i>Hydrocotyle bonariensis</i> <i>Danthonia montevidensis</i> <i>Paspalidium paludivagum</i>	Grupo XI <i>Apium selowianum</i> <i>Distichlis scoparia</i> <i>Distichlis spicata</i> <i>Sida leprosa</i>
Grupo III	<i>Cynara cardunculus</i> <i>Carduus acanthoides</i> <i>Carthamus lanatus</i> <i>Convolvulus hermannieae</i> <i>Centaurea calcitrapa</i>	Grupo VI <i>Stipa papposa</i>	Grupo VIII <i>Pamphatea bupleurifolia</i> <i>Panicum gouinii</i> <i>Agrostis jurgensii</i> <i>Agrostis avenacea</i> <i>Phalaris angusta</i> <i>Vicia graminea</i> <i>Polygala ausralis</i>	Grupo XII <i>Polypogon monspeliensis</i> <i>Salicornia ambigua</i> <i>Spartina densiflora</i> <i>Cressa truxillensis</i> <i>Sesuvium portulacastrum</i> <i>Limonium brasiliense</i>
Grupo IV	<i>Setaria geniculata</i> <i>Paspalum dilatatum</i>		Grupo IX <i>Alternanthera philoxeroides</i> <i>Leersia hexandra</i> <i>Gnatiola peruviana</i>	Grupo XIII <i>Sporobolus pyramidatus</i> <i>Nostoc sp.</i> <i>Heliotropium curassavicum</i> <i>Monerma cylindrica</i> <i>Lepidium parodii</i> <i>Melilotus indicus</i>
			Grupo X <i>Jussiaea repens</i> <i>Glyceria multiflora</i>	Grupo XIV <i>Paspalum vaginatum</i> <i>Chaetotropis elongata</i>

Similar es el caso del censo N° 100 que pertenecía a la comunidad D3 y fue reubicado en la D1. Originariamente fue clasificado en la comunidad D3 porque:

- No está representado el grupo VII que caracteriza a los lugares húmedos (no está en A1 ni en D3).

Como consecuencia del presente estudio se considera que puede ser ubicado en la comunidad D1 porque:

- Aparece una especie del grupo VI, grupo de tres especies, ausente totalmente en lugares muy húmedos o inundados y también en los muy alcalinos.
- El grupo XII está poco representado como en los censos de la comunidad D1.
- Existen en la comunidad D1 otros cuatros censos que no tienen ninguna especie del grupo VII.

De la comparación detallada, surge que este censo tiene mayor semejanza con los correspondien-

tes a la comunidad D1 y podría haber sido ubicado en ella aún mediante el método fitosociológico. Por lo tanto, en este ejemplo, la reubicación del censo no responde a una ponderación diferencial de especies o grupos florísticos, sino a la mayor precisión de la comparación realizada mediante un procedimiento numérico.

3) Modificaciones en la tabla condensada y en la correspondiente tabla esquemática surgidas en los cambios realizados.

En el Cuadro 3 (esquemática corregida), se ha modificado el orden de las variantes 1 y 2 de la comunidad D y la representación del grupo III en la comunidad C₂ y del grupo VI en la comunidad B₃.

En el primer caso el símbolo ○ (grupo bien a medianamente representado en la variante) fue reemplazado por . (grupo

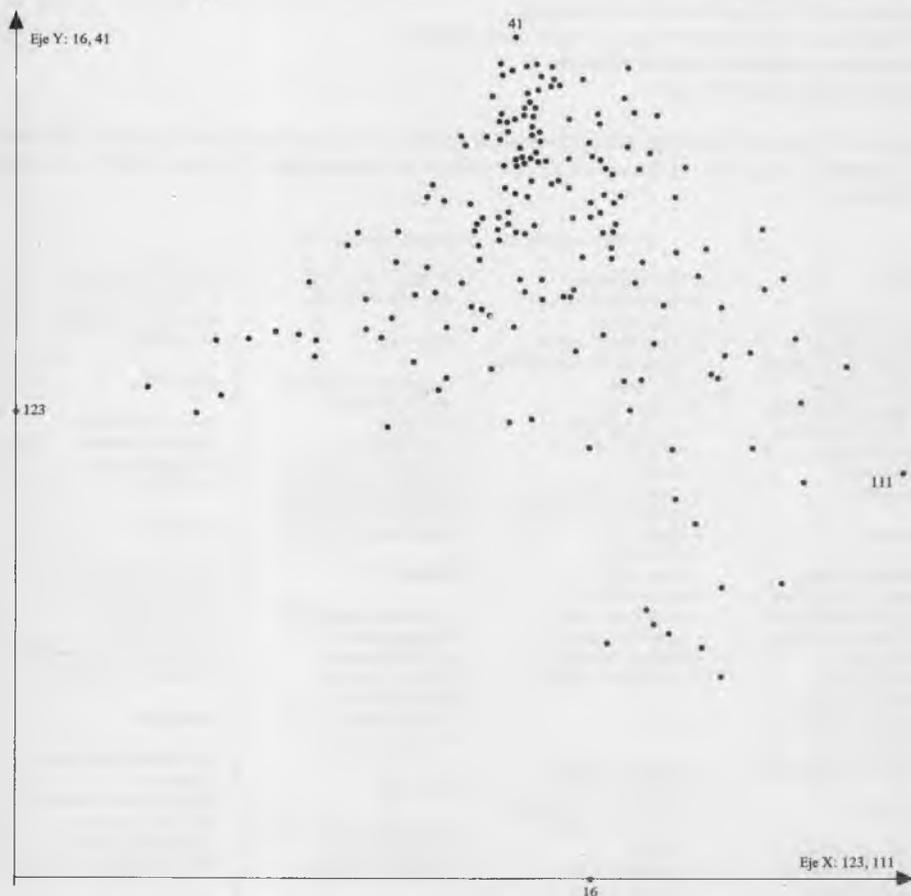


Figura 3: Ordenamiento bidimensional de los censos en función de sus porcentajes de similitud (PS) con los censos extremos de los ejes: para el eje X censos 123 y 111; y para el eje Y censos 16 y 41.

muy poco representado en la variante) y en el segundo se reemplazó el símbolo ● (grupo muy bien representado en la variante) por ○.

El ordenamiento obtenido en función de los valores de PS (Figura 3) se asemeja en general al de los CC y confirma las modificaciones citadas pero presenta menor claridad en los agrupamientos de los censos en comunidades. Esto puede deberse a algunas de las siguientes razones:

- La mayor similitud entre el procedimiento que utiliza el coeficiente cualitativo (CC) y el utilizado en el trabajo anterior; ya que en el tratamiento fitosociológico de estos censos se consideró fundamentalmente la presencia-ausencia de las especies para definir las comunidades y los valores de abundancia-cobertura sirvieron solo para diferenciar algunas variantes.
- Alguna deficiencia en el índice utilizado (PS) o en la escala elegida para la transformación de los valores de abundancia-cobertura. Esto podría ser confirmado mediante el uso de otros índices y/o escalas, existentes o nuevos.

Sería particularmente interesante probar una modificación del coeficiente de Czekanowski usada por varios autores (Bray y Curtis, 1957; Whittaker, 1960) que consiste en expresar la abundancia de las especies, no en los valores absolutos medidos, sino de manera relativa a la abundancia total de todas las especies de la muestra, por ejemplo como porcentaje de contribución al total, eliminando así el efecto de diferencias en el comportamiento general de la vegetación.

En cuanto a la transformación de los valores de Braun Blanquet, existen dos escalas semejantes entre sí (Moore, 1970; Bannister, 1965) que a diferencia de la propuesta por Ares y León (1972) obtienen valores de abundancia-cobertura. Cabría estudiarlas en detalle para evaluar si su uso puede producir modificaciones que permitan aclarar el ordenamiento.

Por otra parte Whittaker y Gauch (1973),

observaron que el CC pese a no tomar en cuenta la información cuantitativa incorporada en PS tiene no obstante en muchos casos mejor comportamiento que este cuando es utilizado para obtener el ordenamiento de censos. También Austin y Greig Smith (1968) y Austin y Noy-Meir (1972) comentaron que los índices cualitativos producen en algunas circunstancias mejores ordenamientos que los índices cuantitativos. Esto podría deberse, según Whittaker y Gauch (1973) a que el CC es menos afectado por las curvas bimodales o complejas de distribución de las especies.

CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos mediante el Análisis Indirecto de Gradiente coincidieron en general con los del método fitosociológico. Como consecuencia de esto fue corroborada en gran parte la clasificación obtenida por el método fitosociológico y así revalorizado éste mediante su confrontación con una técnica cuantitativa.
- El procedimiento seguido presenta la ventaja de permitir que la comparación de los censos se pueda realizar aún sin conocimiento previo de la vegetación bajo estudio. Esto permite aligerar el trabajo de gabinete del especialista en vegetación y aumentar el tiempo dedicado a la toma de muestras y a la interpretación de los resultados del ordenamiento, tarea en la cual generalmente no puede ser reemplazado.
- Por otra parte la utilización de la computación brinda mayor rapidez y exactitud en el procesamiento de los datos.
- A partir de la interpretación de los resultados obtenidos quedan abiertos varios interrogantes que señalan el camino a seguir en trabajos futuros en el sentido de:
 - Estudiar las comunidades A y B en particular.
 - Analizar el comportamiento individual de algunas especies en relación con el ordenamiento bidimensional obtenido.
 - Buscar un coeficiente cuantitativo que

produzca un ordenamiento más claro de los censos.

- Modificar la técnica de ordenamiento en el sentido de minimizar la pérdida de información que ocurre en algunos de sus pasos.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Ares J. and R. J. C. León, 1972. An ecological assesment of the influence of grazing on plant community structure. *J. Ecol.* 60, 333-342.
- 2) Austin M. P. and P. Greig Smith, 1968. The aplication of quantitative methods to vegetation survey. *J. Ecol.* 56, 827-844.
- 3) Austin, M. P. and I. Noy-Meir, 1972. The problem of non linearity in ordination: experiments with two gradient models. *J. Ecol.* 59, 763, 774.
- 4) Bannister P., 1965. An evaluation of same procedures used in sample ordenations. *J. Ecol.* 56, 27-34.
- 5) Beals E. W., 1965. Species patterns in a Lebanese Poterietum, *Vegetatio*, 13, 69-87.
- 6) Bertiller M. B.; A. M. Beeskow y M. del P. Iri-sarri, 1980. Caracteres fisonómicos y florísticos de las unidades de vegetación del Chubut. 2: La península de Valdés y el Istmo Carlos Ameghino - CONICET - INTA - OEA.
- 7) Bray J. R. and J. T. Curtis, 1957. An ordenation of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27, 325-349.
- 8) Braun-Blanquet J., 1950. Sociología vegetal. Estudio de las comunidades vegetales. Buenos Aires, Acme Agency, 444 páginas.
- 9) Collantes M. B. and J. P. Lewis, 1980. Ordenamiento de las comunidades vegetales herbáceas del Departamento Rosario (Provincia de Santa Fe, Argentina). *Ecosur. Arg.*, 7 (14), 171-184.
- 10) Ellenberg H., 1956. Grundlangen der vegetations gliederung. I Teil. Aufgabe und Methode der Vegetationskunde. Eugen Ulmer, Stuttgart.
- 11) Goodall D. W., 1973. Sample Similarity and species correlation. in: Whittaker, R. H. (ed) Handbook of vegetation science. Part. V. Dr. W. Junk. The Hague 737 p.
- 12) Greig Smith P., 1964. Quantitative Plant Ecology-2nd. ed. Butterworths, London, 256 pags.
- 13) León R. J. C., 1975. Las comunidades herbáceas de la región Castelli-Pila. La Plata, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires, 1975, *Monografías* 5.
- 14) Maarel, E. van der, 1969. On the use of ordination models in phytosociology. *Vegetatio*, 19: 24-46.
- 15) Moore, J. J.; P. Fitzimons; E. Lambe and J. White, 1970. A comparison and evaluation of some phytosociological techniques. *Vegetatio*, 20:1-20.
- 16) Movia, C. P., 1975. Relevamiento fisiográfico de la región Castelli-Pila, Cuenca del Río Salado, Provincia de Buenos Aires, La Plata, Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. *Monografías* 5.
- 17) Poore M. E. D., 1955. The use of phytosociological methods in ecological investigations. *J. Ecol.* 43, 226-269.
- 18) Poore M. E. D., 1956. The use of phytosociological methods in ecological investigations *J. Ecol.* 44, 28-50.
- 19) Whittaker, R. H. and H. G. Gauch, 1973. Evaluation of Ordination Techniques, in: Whittaker R. H. (ed). Handbook of vegetation science. Part. V. Dr. W. Junk. The Hague 737 p.
- 20) Whittaker, R. H., 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecol. Monogr.* 30: 279-338.