

## **ANÁLISIS DE COBERTURA DE *CALOPLACA AUSTROCITRINA* EN LAS PAREDES DE LA CATEDRAL DE LA INMACULADA CONCEPCIÓN DE LA PLATA**

**Rosato Vilma G.\*, García Renato\*\*, Viera Barreto Jessica\*\***

\*Investigadora CONICET, LEMIT (Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica) 52 e/121 y 122, 1900 La Plata. TE 0221 483 1141/44 FAX: 0221 425 0471

\*\* Facultad de Ciencias Naturales y Museo, 60 y 122 s/n., 1900 La Plata

### **RESUMEN**

La Catedral de La Plata, diseñada por P. Benoit, se comenzó a construir en 1905 utilizando mampostería de ladrillos asentados sobre morteros, aunque fue concluida en 1999, año en que se realizaron tareas de hidrolavado y aplicación de hidrofugantes. Desde entonces, no ha sido objeto de tareas de limpieza, notándose en la actualidad la presencia de diversos organismos, entre ellos, líquenes, y en particular, *Caloplaca austrocitrina*. Se estudió la cobertura de esta especie que crece en los muros de la Catedral, analizando la influencia ambiental sobre la colonización por líquenes. Se utilizaron cuadrados de 20 x 20 cm para evaluar la cobertura como medida indirecta de la densidad, utilizando el método de Braun Blanquet, sobre las distintas paredes y se relacionó dicha cobertura con la orientación y la altura a la que se encuentran los líquenes. Se analizó la variación de cobertura con la altura por medio de un ANOVA, y para la variación con la orientación se realizó la prueba de Kruskal-Wallis. Además, se hicieron mediciones de absorción de agua a 24 hs. y de retención de agua en ambiente sobre muestras de ladrillos de otras construcciones históricas. Como resultado se halló que la orientación es un factor que influencia la densidad de la población, a diferencia de lo observado con la altura. Se pudo apreciar que la orientación sureste es mucho más densa que las otras muestreadas, lo que se atribuye a la menor exposición al sol y mayor exposición a las lluvias y la humedad.

### **INTRODUCCIÓN**

Los líquenes son organismos resultantes de la simbiosis entre un hongo y un alga, dando como resultado un nuevo organismo con características morfológicas y fisiológicas que ninguno de los dos individuos por separado posee.

Tienen gran importancia en la formación de suelos, ya que son los primeros colonizadores sobre las rocas expuestas y son capaces de producir ácidos liquénicos que degradan el sustrato en el que se encuentran, además de una acción mecánica sobre el mismo. Entre estos se encuentra *Caloplaca austrocitrina*, un líquen crustoso de color amarillo y pulverulento, lo que facilita su reconocimiento. Las colonias suelen estar agrupadas dificultando la observación de las mismas al no distinguirse límites claros entre ellas.

Las condiciones climáticas afectan esta especie en poca medida, pero la porosidad y retención de humedad del sustrato son factores importantes para su colonización [1]. Es

capaz de desarrollarse sobre cualquier tipo de sustrato rocoso, prefiriendo los sustratos silíceos, aunque también puede desarrollarse sobre el talo de otros líquenes crustáceos y coloniza sobre todo lugares húmedos o cercanos al agua

Esta especie fue observada en la Catedral de La Plata [2] (Fotografía 1), que, tras completarse con la limpieza de muros y la construcción de las torres en 1999, no recibió ningún otro tratamiento de limpieza. Los ladrillos con los que está construida la catedral constituyen un sustrato adecuado para su crecimiento, debido a que presentan una elevada porosidad y pueden mantener humedad.



**Fotografía 1.** Catedral de La Plata.

La exposición a las condiciones de intemperie hace a los ladrillos cerámicos especialmente vulnerables al biodeterioro, es decir, cambios indeseables en las propiedades de un material causado por la actividad de los seres vivos, en este caso por especies epifitas que colonizan sus paredes.

El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la orientación del sustrato en la población de *C. austrocitrina* pudiendo utilizarse esta información en la planificación de medidas para una mejor conservación del edificio; incluyendo en el análisis la posibilidad de una relación entre altura y orientación de las paredes y cobertura de líquenes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El lugar donde se realizó el muestreo, la Catedral de la Inmaculada Concepción de La Plata, se levanta frente a la plaza Moreno, en la manzana comprendida por las calles 14 y 15 y los bulevares 51 y 53, hallándose rodeada por jardines y árboles de distintas especies, lo cual crea un ambiente particular. Con ladrillo a la vista y su estilo neogótico se ha convertido en el símbolo más característico de La Plata.

Fue diseñada por P. Benoit, el mismo arquitecto que diseñó la planta urbana de la ciudad, y comenzó a ser construida en 1905, aunque permaneció inconclusa hasta 1999, en que se erigieron las torres y los pináculos faltantes [3].

Su superficie es de 7000 m<sup>2</sup>, tiene capacidad para 14.000 personas, mide 120 m de largo por 76 de frente, y posee un gran valor arquitectónico, artístico y patrimonial que la convierte en un monumento importante que debe ser conservado.



**Fotografía 2.** Vista aérea de la Catedral de La Plata (Tomado de Google Earth)

### Características de los materiales

Como ya se mencionó, los muros están contruidos con ladrillos cerámicos asentados sobre mortero de cal. En estudios realizados durante los trabajos de renovación del templo y construcción de las torres se midió la resistencia a la compresión de los ladrillos históricos, dando un promedio de 9,6 MPa [4].

En esta oportunidad, debido a su importancia y valor patrimonial, no se pudieron obtener muestras ladrillos de la Catedral, pero se realizaron ensayos de absorción y retención de agua utilizando ladrillos de otras construcciones antiguas con edad semejante a la de la Catedral, y cuya composición y fabricación es semejante, por ser fabricados en la zona (Fotografía 3).

Los trozos de ladrillos se secaron en estufa, se pesaron y se dejaron en agua, y se fueron pesando a distintos intervalos hasta llegar a peso constante. Luego se dejaron secar en el ambiente de laboratorio, y se volvieron a pesar a distintos intervalos, hasta alcanzar nuevamente peso constante. Con los datos obtenidos, se calcularon los porcentajes de absorción. Este ensayo da una estimación de la porosidad del material, mientras la curva de retención permite saber cuánto tiempo permanece el agua en los poros del material y disponible para los microorganismos. Con las medidas de las muestras se calcula su volumen y conociendo el volumen de agua absorbida, se calcula el porcentaje de porosidad como:  $(\text{Vol. Agua abs.} / \text{Volumen de la muestra}) \times 100$ .



**Fotografía 3.** Muestras de ladrillos

Con estas muestras se realizaron también ensayos de resistencia a compresión, con la finalidad de saber si son compatibles con los indicados para la Catedral por Igolnikow [4].

### **Adquisición y análisis de datos**

Para la realización del muestreo se utilizaron cuadrados de madera de 20x20 cm. a dos alturas distintas: al ras del piso y a 0,50 cm., y en cuatro orientaciones de las paredes: Este, Noroeste, Sureste y Oeste; midiendo la cobertura de líquenes en cada una por el método de

Braun-Blanquet [5], debido a la imposibilidad de individualizar a los líquenes para conocer su densidad se utilizara la cobertura como método indirecto para conocerla (Fotografía 4).

La cantidad de muestras que se tomaron no fue la misma en todas las orientaciones y alturas, por problemas metodológicos.

Una vez obtenidos los datos se analizó la cobertura por alturas por medio de un ANOVA, y para la orientación se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que los datos no presentaban homogeneidad de varianzas. Luego se utilizo el test U de Mann-Whitney, para ver diferencias entre medias de cada orientación.



**Fotografía 4.** Toma de muestras. Se observa la gran cobertura de *Calopalca austroclitina* en ese sector del muro.

## RESULTADOS

### Ensayos de materiales

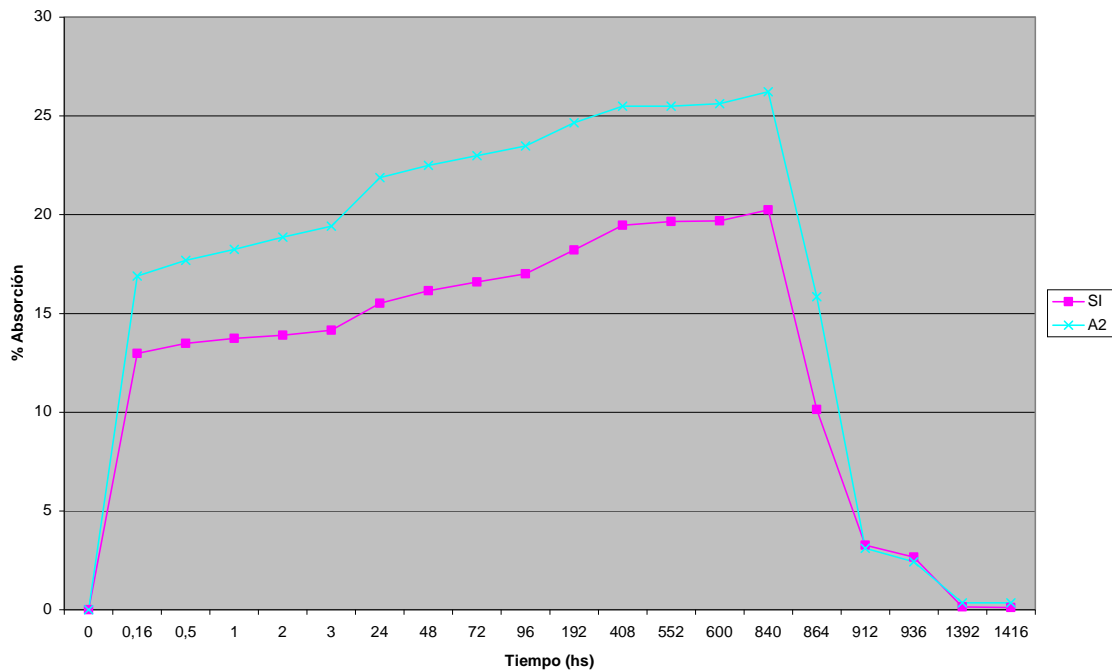
Los ensayos de absorción de los ladrillos dieron como resultados valores altos (entre 20 y 25%), lo que es esperable ya que los ladrillos son materiales porosos, y se caracterizan por la presencia de poros grandes, visibles a simple vista.

Se nota una gran absorción de agua en los primeros 15 minutos, que luego se hace más moderada, llegando al máximo recién a las 840 hs. (35 días) Luego, al exponerlos a la humedad ambiente, se observa la pérdida abrupta del agua en las primeras 72 horas, aunque queda un pequeño resto. fenómeno que también se atribuye a su porosidad, en particular a las características dimensionales de los poros (Figura 1).

De todos modos, considerando los valores de absorción y la cantidad de agua que retienen, estas condiciones no representan problemas para el crecimiento y desarrollo de organismos resistentes como los líquenes.

En cuanto a la porosidad medida como porcentajes del volumen, el promedio fue de 32.05 %, con valores mínimos de 27.36% y máximo de 38.76

Los ensayos de resistencia a compresión dieron como resultado un promedio de 12.6 MPa, semejantes a los hallados previamente por Igołnikow [4].



**Figura 1.** Gráfico que muestra los porcentajes de absorción y retención de agua

### Muestreo de líquenes

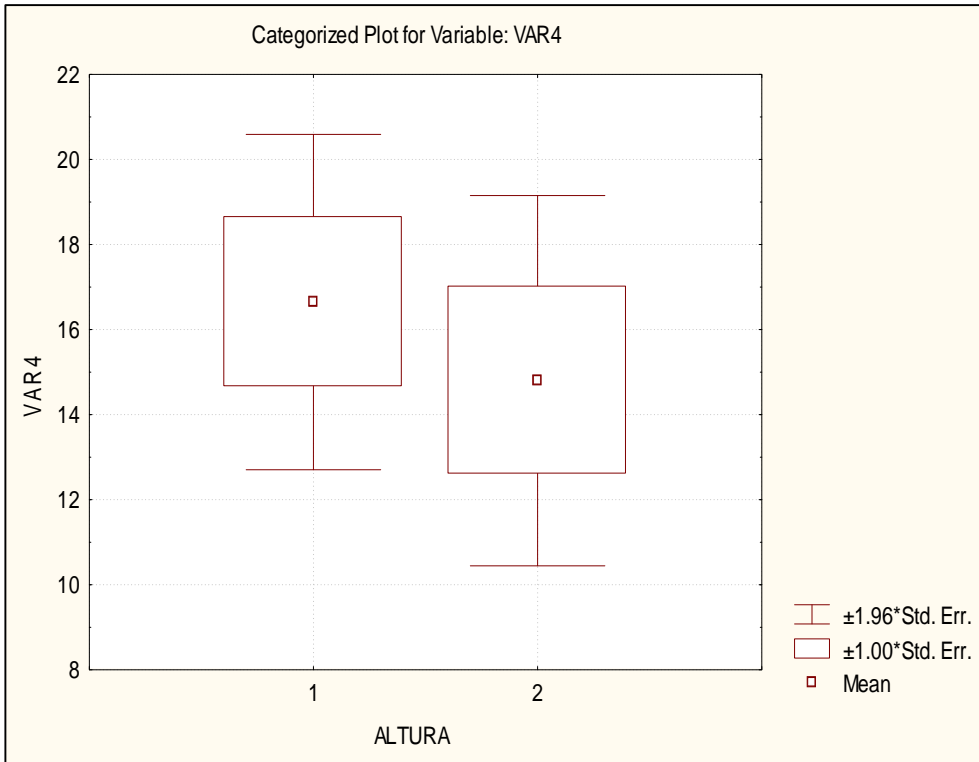
Las medias de cobertura de cada altura no presentaron diferencias significativas, analizándose independientemente de la orientación a la que se encontraran ( $F=0.38$ ;  $p=0,54$ ) (Figura 2 y Tabla 1). Los análisis de cobertura por orientación debieron hacerse con métodos no paramétricos, ya que los datos no presentaron homogeneidad de varianza

Como resultado del análisis de las orientaciones (Kruskal-Wallis por rangos), se obtuvo que hay diferencias significativas entre ellas, con un  $H=25.79$ ,  $N=134$ ,  $g.l=3$ ; el  $p=0.000$  (Figura 3).. Luego con el test de U de Mann-Whitney, se observó entre que orientaciones había diferencias significativas.

Se observaron diferencias significativas entre: Oeste y Sureste ( $U=339.5$ ,  $p=0,001$ ), Oeste y Este ( $U=295$ ,  $p=0.004$ ), Este y Noroeste ( $U=261$ ,  $p=0.001$ ), Sureste y Noroeste ( $U=251$ ,  $p$  menor que 0.01). No se observaron diferencias significativas entre: Este y Sureste ( $U=372$ ,  $p=0.1412$ ), Oeste y Noroeste ( $U=637$ ,  $p=0.901$ ).

No se pudo realizar ANOVA de 2 factores para ver como varían juntas la altura y la cobertura por falta de homogeneidad en las varianzas de los datos

Se observaron diferencias significativas entre: Oeste y Sureste ( $U=339.5$ ,  $p=0,001$ ), Oeste y Este ( $U=295$ ,  $p=0.004$ ), Este y Noroeste ( $U=261$ ,  $p=0.001$ ), Sureste y Noroeste ( $U=251$ ,  $p$  menor que  $0.01$ ). No se observaron diferencias significativas entre: Este y Sureste ( $U=372$ ,  $p=0.1412$ ), Oeste y Noroeste ( $U=637$ ,  $p=0.901$ ).



**Figura 2.** Medias y error estándar de la cobertura a las dos alturas (1= ras del piso, 2=0.50 cm.)

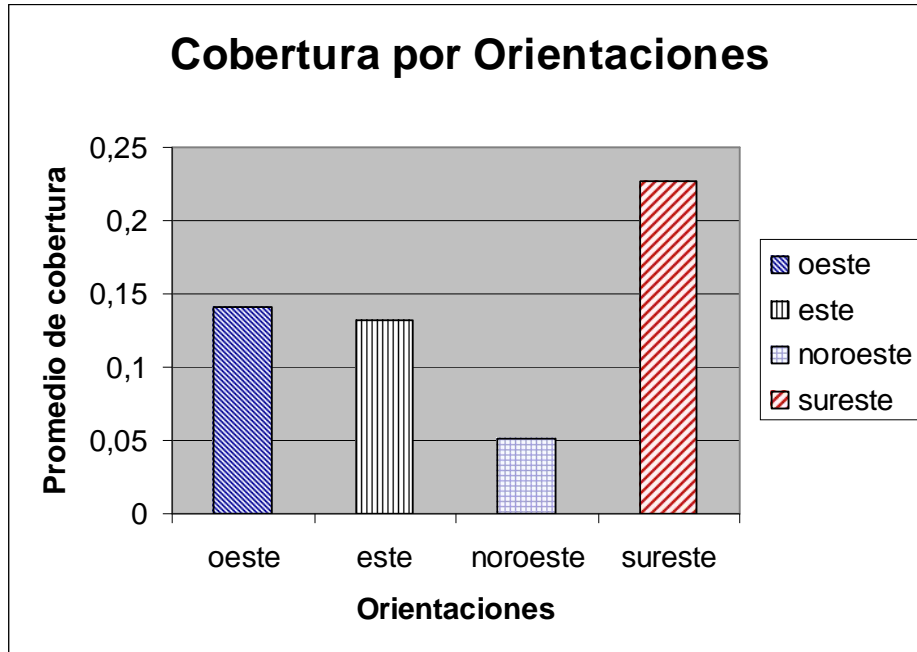
**Tabla 1.** Valores de medias y error

Orientación	Media de cobertura (en proporciones)	Error estándar
Este	0,131	0,0274
Noroeste	0,05	0,015
Sureste	0,227	0,035
Oeste	0,14	0,04

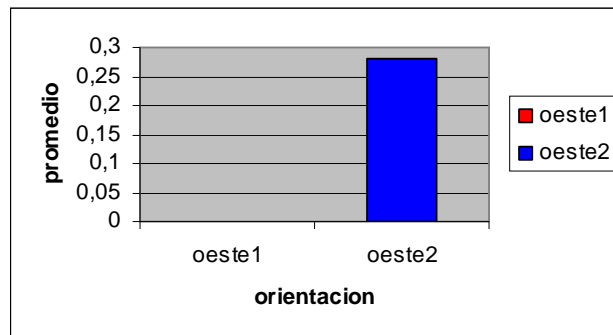
Se observaron diferencias significativas entre: Oeste y Sureste ( $U=339.5$ ,  $p=0,001$ ), Oeste y Este ( $U=295$ ,  $p=0.004$ ), Este y Noroeste ( $U=261$ ,  $p=0.001$ ), Sureste y Noroeste ( $U=251$ ,  $p$  menor que  $0.01$ ). No se observaron diferencias significativas entre: Este y Sureste ( $U=372$ ,  $p=0.1412$ ), Oeste y Noroeste ( $U=637$ ,  $p=0.901$ ).

No se pudo realizar ANOVA de 2 factores para ver como varían juntas la altura y la cobertura por falta de homogeneidad en las varianzas de los datos. En la figura 3 se muestran los datos en conjunto. En los restantes gráficos (Figuras 4, 5, 6 y 7) se muestran las medias para cada exposición.

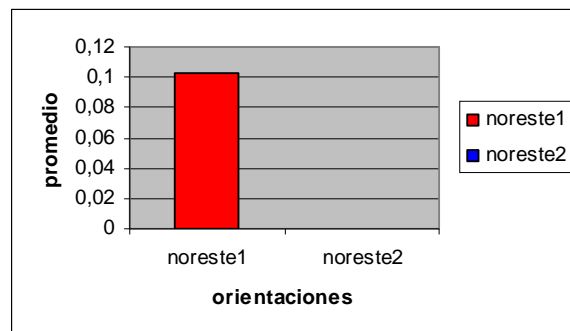
**Figura 3.** Media de cobertura por orientaciones (en proporciones).



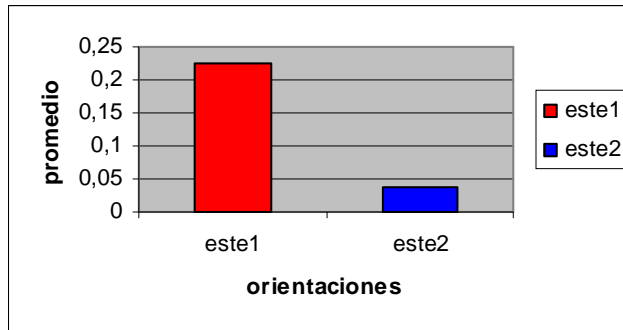
**Figura 4** Medias de la exposición O



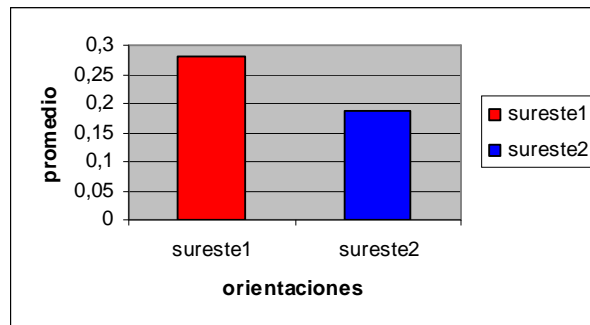
**Figura 5** Medias de la exposición NE



**Figura 6** Medias de la exposición E



**Figura 7** Medias de la exposición SE



## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La población de *Caloplaca austroctrina* presente en las paredes de la catedral muestra una densidad notablemente mayor sobre la cara sureste, algo que es atribuible al punto cardinal por donde amanece y una de las caras que recibe más humedad y que permanece en sombra a la tarde.

Como muestran los datos, *C. austroctrina* puede colonizar ambientes no tan favorables, incluso en lugares soleados y esto se ve claramente por la baja densidad que muestra en el resto de las orientaciones, esta es una de las razones por la cual tiene una distribución tan amplia. Los análisis estadísticos mostraron que no existen diferencias significativas entre la cobertura de la cara Este y la Sureste ( $p=0.1412$ ).

Se observó durante el muestreo que en las cornisas hay una densidad mucho mayor de *C. austroctrina*, pero esto no ha podido ser demostrado estadísticamente. Se supone que esta gran densidad se debe a que por estas cornisas escurre la gran mayoría del agua de lluvia, proporcionando mayor humedad ya que se saturan los ladrillos, con lo cual la pérdida de agua se hace más lenta.

En lo referido a las características de los ladrillos, se observaron altos porcentajes de absorción y tiempos de retención de la humedad de 72 hs, y se estima que estas condiciones resultan favorables para los líquenes.

Por otro lado se demostró que el método de Braun-Blanquet para medir cobertura e indirectamente para medir densidad en líquenes crustosos es útil y da buenos resultados

consistentes con la realidad, este método no había sido utilizado para medir densidades en líquenes, su mayor uso era para trabajos de conservación de estructuras, pero solo para medir frecuencias, nunca para una interpretación ecológica.

El presente estudio da un paso más para conocer la ecología de líquenes en nuestro país y aporta una herramienta para la conservación de un patrimonio cultural, como lo es la Catedral de la ciudad de La Plata.

## **AGRADECIMIENTOS**

A las autoridades de la Fundación Catedral por la autorización para llevar a cabo el muestreo.

## **REFERENCIAS**

[1] ROSATO V.G. 2006. "DIVERSITY AND DISTRIBUTION OF LICHENS ON MORTAR AND CONCRETE IN BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINA." *DARWINIANA* 44(1) San Isidro, 2006, pp. 89-97

[2] ROSATO V.G. 2008- "LICHENS ON RELIGIOUS BUILDINGS IN LA PLATA AND SURROUNDING AREA (BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINA)." 11<sup>th</sup> International Congress on Deterioration and Conservation of Stone, Toruń (Polonia), 15-20.09.2008. vol. 1. Torun, 2008 pp. 243-250. Nicolaus Copernicus University Press, Torun (Polonia)

[3] GARCÍA, G. R. 2002. "PRESERVACION DE MATERIALES EN LA CATEDRAL DE LA PLATA. Intervención en: Mampostería de ladrillos, componentes ornamentales y elementos metálicos." 1a Jornada Técnicas de Restauración y Conservación del Patrimonio, LEMIT, La Plata 2002 (CD)

[4] IGOLNIKOW R. 2000. "Aspectos estructurales de la Catedral de La Plata y de su completamiento." *Hormigón* 35, Buenos Aires, 2000, pp. 23-38

[5] BRAUN-BLANQUET, J. 1979. "FITOSOCIOLOGÍA: BASES PARA EL ESTUDIO DE LAS COMUNIDADES VEGETALES." Madrid : H. Blume, 1979 . 820 p.