

CAMBIOS EN LA VEGETACION DE UN CAMPO ABANDONADO DESPUES DE UN CULTIVO DE TRIGO¹

SILVIA IRENE BOCCANELLI², EDUARDO FELIX PIRE³, PATRICIA SUSANA TORRES⁴ Y JUAN PABLO LEWIS⁵

RESUMEN - La vegetación prístina de los campos altos del sur de Santa Fe (Argentina) son distintos tipos de flechillares caracterizados por la abundancia de varias especies del género *Stipa*. Cuando un campo agrícola se abandona suele revertir a las comunidades prístinas. El objeto de este trabajo es analizar los diez primeros años de la sucesión secundaria de un campo sometido a agricultura durante largo tiempo que se abandonó después de un cultivo de trigo (*Triticum aestivum*). En el primer año aparece trigo acompañado de malezas anuales (*Chenopodium album* y *Portulaca oleracea*); después del primer año una parcela fue colonizada por *Baccharis salicifolia* y las otras por *Carduus acanthoides*, *Cerastium glomeratum*, *Ammi majus*, etc. Los últimos años constituyen una etapa en la que disminuye la diversidad y se establece una fuerte dominancia de *Baccharis salicifolia* o *Carduus acanthoides*. El Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) aparece en las etapas tempranas y perdura durante todo el período con valores altos de abundancia. Aún, prácticamente no han aparecido especies de los flechillares, por lo tanto se concluye que no ha transcurrido suficiente tiempo para que se regenere el flechillar, o porque sus especies no se encuentran en los bancos de semillas o en las proximidades.

Términos para índice: Pampa, pradera, *Triticum aestivum*, sucesión, diversidad, dinámica de la vegetación.

VEGETATION CHANGES IN A FIELD ABANDONED AFTER A WHEAT CROP

ABSTRACT - The natural vegetation of well drained fields of Southern Santa Fe (Argentina) are a different kind of communities characterized by the abundance of several species of *Stipa*. When agricultural lands are abandoned, they are often recolonized by the original vegetation. The object of this paper is to analyze the first ten years of secondary succession on a field under a long time of agriculture abandoned after a wheat crop. On the first year, wheat with annual weeds (*Chenopodium album* and *Portulaca oleracea*) appeared. After the first year, one plot was colonized by *Baccharis salicifolia* and the others by *Carduus acanthoides*, *Cerastium glomeratum*, *Ammi majus*, etc. The last years constitute another stage where diversity is reduced and a strong dominance of *Baccharis salicifolia* or *Carduus acanthoides* becomes visible. Johnson grass appeared at the beginning of the succession and stayed for the whole period with high abundance values. So far no species of the natural communities have established on this field, possibly because not enough time has elapsed yet or because they are absent from the seed bank or in the neighbourhood.

Index terms: Pampa, grasslands, *Triticum aestivum*, succession, diversity, vegetation dynamics.

INTRODUCCION

¹ Aceptado para publicación en 6 de junio de 1998.

² Ing^a Agr^a, Cátedra de Ecología, Facultad de Ciencias Agrarias, U.N.R., C.C.14, 2123 Zavalla, Prov. de Santa Fe, Argentina. E-mail: boccanel@cidoc.edu.br

³ Ing. Agr., Cátedra de Ecología, CONICET, Fac. Cs. Agrarias, U.N.R.

⁴ Estadística, Cátedra de Ecología, CIUNR, Fac. Cs. Agrarias, U.N.R.

⁵ Ing. Agr., Ph.D., Cátedra de Ecología, CONICET, Fac. Cs. Agrarias, U.N.R.

El sur de la provincia de Santa Fe es parte de la provincia fitogeográfica pampeana (Cabrera, 1951, 1976). Es una cuenca sedimentaria llana, pero no completamente plana, de sedimentos loéssicos depositados durante el Holoceno. El este se encuentra so-

bre la «Pampa levantada» y el oeste sobre la «Pampa hundida», separadas entre sí por la falla Selva-Tostado-Melincué (Pasotti & Castellanos, 1963). El clima es templado cálido húmedo con precipitaciones desde 1000 mm anuales al este hasta 800 mm al oeste, fundamentalmente estivales. Los suelos zonales desarrollados en lugares bien drenados hacia el este son Brunizems con un horizonte B fuertemente textural (Argiudoles típicos), que se pierde hacia el oeste (Hapludoles). Los suelos de los valles de los arroyos y cañada presentan fuertes rasgos de halo-hidromorfismo (Bonfils, 1981).

La vegetación prístina de las tierras mejor drenadas aparentemente son distintos tipos de flechillares que se caracterizan por la abundancia de distintas especies del género *Stipa* (*Stipa neesiana*, *Stipa hyalina* y *Stipa papposa*) y en las depresiones inundables, valles de los arroyos y cañadas se encuentran distintas comunidades halófilas e hígrófilas (Lewis et al., 1985). La región es la zona agrícola más importante del país, por lo que la mayor parte de los flechillares han sido reemplazados por cultivos de soja, maíz y trigo y sus malezas.

Cuando un campo agrícola se abandona la vegetación suele revertir a las comunidades prístinas en un proceso que puede ser largo y tener varias etapas. Las primeras especies en colonizar el área después de ser abandonada son las especies del cultivo previo (Bazzaz, 1968), en praderas norteamericanas; después de la etapa de malezas sigue una etapa de pastos anuales; luego otra de pastos cespitosos, y finalmente la pradera madura, formada fundamentalmente por los pastos indígenas, después de 40 años o más (Perino & Risser, 1972; Kaputska & Molenski, 1976; Collins & Adams, 1983; Inouye et al., 1987).

En el oeste de La Pampa el excluir ganado de la vegetación no produce cambios florísticos importantes, pero sí variaciones en la biomasa y vigor de las especies (Cano, 1969). En el oeste de Buenos Aires cuando se abandonan Hapludoles cultivados durante muchos años se instala una comunidad de malezas de hoja ancha que a partir del segundo año es colonizada por *Lolium multiflorum* que llega a ser dominante, pero a partir del quinto año los pastos perennes aumentan sostenidamente y reemplazan a los anuales, pero solamente muy pocas especies

nativas perennes logran establecerse a los diez años de abandono (D'Angela et al., 1986; Omacini et al., 1995).

La regeneración de la vegetación depende de una fuente de semillas, de la distancia a la fuente y de condiciones apropiadas en el tiempo oportuno para que las semillas germinen (Bazzaz, 1968). La fuente primaria de semillas es el banco del suelo (Marks & Mohler, 1985) desde el cual distintas especies pueden ser reclutadas al azar (Lavorel & Lebreton, 1992), y otra fuente es la lluvia de semillas proveniente de áreas vecinas (Glenn-Lewin, 1980). Por lo tanto la composición de las sucesivas comunidades que se instalan en un campo abandonado son similares al banco del suelo original y a las comunidades próximas. En muchos casos las variaciones florísticas a lo largo del tiempo son cuantitativas, pero todas las especies de las etapas finales se instalan al principio, y con el tiempo varía la abundancia relativa de las mismas (Bazzaz, 1968; Drury & Nisbet, 1973; Monk, 1983). El curso y velocidad de los cambios también depende de los distintos mecanismos de dinámica que operan en la vegetación (Connell & Slatyer, 1977; Bornkamm, 1981; Grubb & Hopkins, 1986) y no necesariamente son predecibles (Collins & Adams, 1983).

La regeneración de una comunidad prístina o su resiliencia (Leps et al., 1982) depende de la capacidad de sus propágulos de permanecer en el banco del suelo o de llegar en la lluvia de semillas. Es posible que si grandes extensiones de una comunidad prístina han sido destruidas y perturbadas por mucho tiempo, se haya superado un umbral crítico y su regeneración no sea posible por no existir una fuente próxima y accesible de sus propágulos.

El presente trabajo tiene por objeto analizar los cambios que se producen en los diez primeros años después de abandonar un campo de trigo cultivado en un lote de larga historia de perturbación. La hipótesis de trabajo es que se instalará una comunidad de malezas que evolucionará con el tiempo a un tipo de flechillar.

MATERIAL Y METODOS

Dentro del Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (U.N.R.) ubicado en la localidad de

Zavalla (Prov. de Santa Fe, Argentina), se clausuraron de herbívoros mayores (con alambrado de 6 hilos) 3 hectáreas divididas en 3 bloques de igual tamaño. Cada bloque a su vez se dividió en 4 parcelas de 45 m x 50 m, de las cuales se eligió al azar una por bloque, que fueron sembradas con trigo el 14 de julio de 1983 y cosechadas el 5 de diciembre del mismo año. Estas parcelas se denominan A, B y C, respectivamente.

La historia previa del lote no se conoce con precisión, pero estuvo dedicado a la agricultura por muchos años y luego en los años 70 se usó para mantener una colección de forrajeras y para ensayos con herbicidas.

En cada parcela se ubicaron al azar 5 cuadrados permanentes de 1 m², señalizados con púas ubicadas a 1 m. de distancia, con el objeto de perturbar lo menos posible los lugares de observación. El primer relevamiento se efectuó el 14 de diciembre de 1983 y el último el 30 de diciembre de 1993. Se realizaron en total 23 relevamientos, cada 2 meses el primer año, luego en forma estacional durante los 5 años siguientes, y un solo recuento en la primavera en los últimos 4 años. Esta modalidad de muestreo se debe a que al principio los cambios observados en la vegetación fueron muy grandes, estabilizándose luego con el tiempo, y además se trató de perturbar la vegetación lo menos posible.

En todos los recuentos en cada cuadrado se registró la abundancia y la cobertura por separado de cada especie presente en el mismo. Para abundancia se utilizó la escala de Van der Maarel, que si bien es una escala combinada de abundancia y cobertura, da más peso a la abundancia (Maarel, 1979) y la cobertura se expresó en porcentaje. Con los datos de abundancia se construyó una matriz de 180 recuentos y 89 especies.

Los datos se ordenaron con el método de Componentes Principales (Hotelling, 1933a, 1933b) utilizando una matriz de covarianzas de las especies. Los recuentos se clasificaron con el método de Mínima Varianza (Orloci, 1967), empleando una matriz de distancias euclídeas reducidas (Pielou, 1984). Se calculó la diversidad relativa por medio del índice de Shannon-Weaver para cada relevamiento (Greig-Smith, 1983). Estos análisis se realizaron con programas del paquete MULVA (Wildi & Orloci, 1990). Con los datos de cobertura se graficaron las curvas de diversidad-dominancia de Whittaker (Bazzaz, 1975).

RESULTADOS Y DISCUSION

Un primer análisis (ordenamiento y clasificación) aplicado a la matriz de 180 recuentos por 89 especies no permitió detectar la dinámica de la vegetación;

sin embargo, la clasificación de los datos mostró que la vegetación de los últimos 4 años era completamente distinta a la de los primeros 6 años. Por lo tanto, todos los datos se separaron en dos matrices: la primera, de 144 recuentos x 83 especies, y la segunda, de 36 recuentos x 14 especies.

Como resultado del ordenamiento de la primera matriz, el eje 1 (Fig. 1) separa hacia el extremo izquierdo los recuentos correspondientes al primer año de clausura, encontrándose presente en ellos trigo (*Triticum aestivum*). Hacia el otro extremo se ubican los recuentos del segundo al sexto año de clausura, en los que no aparece la especie cultivada. El eje 2 separa este segundo grupo en dos nubes de puntos; hacia abajo se ubican todos los recuentos correspondientes a la parcela A, que fue invadida por *Baccharis salicifolia*, primera y única especie leñosa perenne que aparece en la clausura; hacia arriba se ubican los recuentos correspondientes a las otras dos parcelas B y C respectivamente, que tienen como especie dominante a *Cerastium glomeratum* al fin del invierno y principio de la primavera y *Carduus acanthoides* en el verano.

El ordenamiento de la segunda matriz (Fig. 2) separa los recuentos de la parcela A de los de B y C de la misma manera que en el ordenamiento anterior, pero con una baja riqueza florística (14 contra 83 especies).

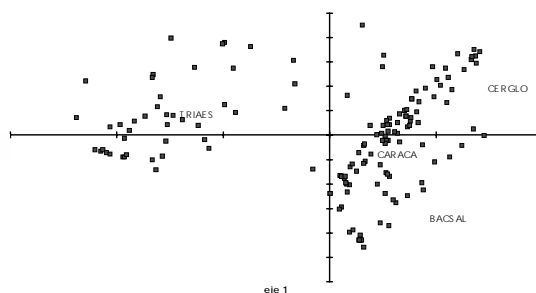


FIG. 1. Ordenamiento de los recuentos a través del análisis de componentes principales de los primeros seis años estudiados (TRIAES: *Triticum aestivum*, CERGL0: *Cerastium glomeratum*, CARACA: *Carduus acanthoides*, BACSA L: *Baccharis salicifolia*).

Al clasificar los recuentos de la primera matriz con el método de Mínima Varianza se obtienen 4 grandes grupos (Fig. 3), que coinciden con el resultado del ordenamiento. El primer grupo contiene los recuentos correspondientes al primer año de clausurado, que se caracterizan por la presencia de *Triticum aestivum*, *Chenopodium album* y *Portulaca oleracea*. El segundo grupo corresponde a todos los recuentos de la parcela A a partir del segundo año de clausurado, donde la especie dominante es *Baccharis salicifolia*. El tercer grupo contiene los recuentos invierno-primaverales de las parcelas B y C que se caracterizan por la presencia de *Cerastium glomeratum* acompañada por *Carduus acanthoides*. Por último, el cuarto grupo contiene los recuentos estivales de las parcelas B y C que se caracterizan por la presencia de *Carduus acanthoides* acompañada por *Coniza bonariensis*.

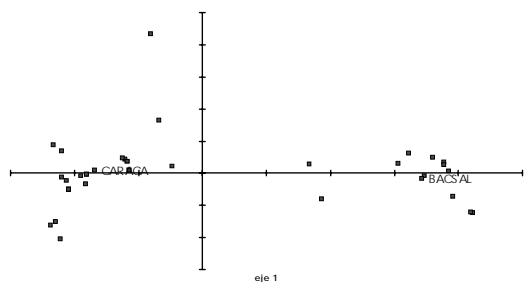


FIG. 2. Ordenamiento de los recuentos a través del análisis de componentes principales de los últimos cuatro años estudiados (CARACA: *Carduus acanthoides*, BACSAL: *Baccharis salicifolia*).

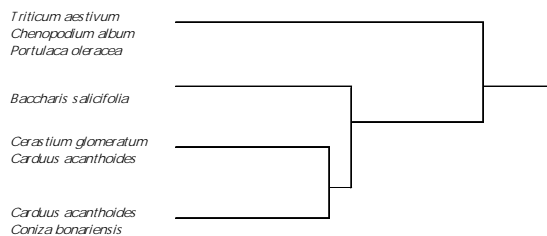


FIG. 3. Clasificación de los recuentos de los primeros seis años estudiados con el método de mínima varianza empleando distancias euclídeas reducidas.

Al clasificar los recuentos de la segunda matriz (Fig.4) se ven claramente 2 grupos; uno correspondiente a la parcela A, y otro correspondiente a las parcelas B y C, con sus respectivas especies dominantes, *Baccharis salicifolia* en el primero y *Carduus acanthoides* en el segundo. Se forma un solo grupo con los recuentos de las parcelas B y C, ya que no se detecta la estacionalidad por haber sido censadas en una sola estación.

El Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*) aparece desde el principio y perdura hasta el final del período analizado, siempre con valores de abundancia muy altos. Esto coincide con las observaciones de Monk (1983), quien afirma que muchas de las especies que están asociadas con la fase tardía de la sucesión secundaria están ya presentes en la fase temprana.

Se calculó la diversidad de la parcela A por un lado, y la de las otras dos por otro. Se observó que la diversidad es máxima en el primer año de clausurado, un promedio de 0,41 en la parcela A, y 0,45 en las otras dos. En los siguientes 5 años la diversidad disminuye gradualmente, un promedio de 0,33 en A, y 0,30 en B y C. En los últimos 4 años la diversidad fue muy baja: 0,19 en todas las parcelas (Fig. 5). Se obtuvieron las curvas de diversidad-dominancia para las distintas etapas de la sucesión (Fig. 6). La curva del primer año muestra una alta riqueza florística (46 especies), y su pendiente indica una gran equitatividad. La curva de los siguientes 5 años es muy similar, aumenta la riqueza florística (64 especies), y la equitatividad también es alta. La curva correspondiente a los últimos 4 años es completamente distinta a las anteriores, la riqueza florística disminuye notablemente (5 especies) y la pendiente más pronunciada indica que la equitatividad es muy baja.

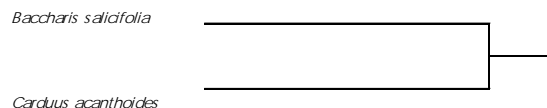


FIG. 4. Clasificación de los recuentos de los últimos cuatro años estudiados con el método de mínima varianza empleando distancias euclídeas reducidas.

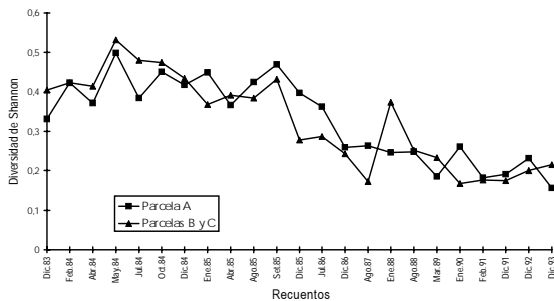


FIG. 5. Índice de diversidad de Shannon-Weaver a lo largo de los diez años analizados.

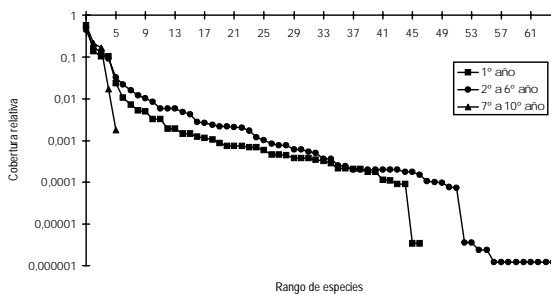


FIG. 6. Curvas de diversidad-dominancia de Whittaker de las tres etapas de la sucesión.

Los grandes cambios detectados en la primera etapa de esta sucesión son semejantes a los que Bornkamm (1981) observó en los primeros períodos luego del abandono de comunidades ruderales o cultígenas.

Durante el primer año, luego de la cosecha del trigo (*Triticum aestivum*), la comunidad estuvo formada por un grupo de malezas de hoja ancha, *Chenopodium album*, *Portulaca oleracea*, *Ammi majus* y *Medicago lupulina*, junto con trigo (*Triticum aestivum*) y Sorgo de Alepo (*Sorghum halepense*). En el segundo año estas malezas desaparecieron junto con el trigo no así el sorgo, como ocurre también en el oeste de Buenos Aires (D'Angela et al., 1986). Esta comunidad puede considerarse la primera etapa de esta sucesión que es muy similar a la de otros ecosistemas de distintos lugares (Perino & Risser, 1972; Kaputska & Molenski, 1976; Collins & Adams, 1983; D'Angela et al., 1986; Inouye et al., 1987; Lewis et al., 1987).

Desde el segundo hasta el sexto año de clausurado, se distingue otra etapa en la que aparece *Baccharis salicifolia* en la parcela A, que se asocia al Sorgo de Alepo que ya estaba. En las parcelas B y C, *Carduus acanthoides* acompaña al Sorgo de Alepo. Durante esta etapa en las tres parcelas aparecen como especies acompañantes *Coniza bonariensis*, *Ammi majus* y *Cerastium glomeratum*, esta última únicamente a fines del invierno y principios de la primavera.

En los últimos 4 años estudiados disminuye notablemente la diversidad de modo que puede considerarse como una tercera etapa, con *Baccharis salicifolia* y *Sorghum halepense* en la parcela A y *Carduus acanthoides* y *Sorghum halepense* en las parcelas B y C. La fuerte dominancia del Cardo en las parcelas B y C podría deberse a efectos alelopáticos (Bazzaz, 1975; Numata, 1982; D'Angela et al., 1986), aunque otros autores (Thompson & Grime, 1983; Facelli & Facelli, 1993) mencionan la posibilidad de que la capa de mantillo pueda alterar el régimen térmico del suelo. Esto podría ocurrir al comienzo de la primavera, cuando hay gran cantidad de materia seca en pie (tallos secos de cardo y sorgo), lo que dificultaría la penetración de la luz y por lo tanto el calentamiento de la superficie del suelo, retrasando la germinación de las especies, que cuando lo hacen compiten en desventaja con las especies ya establecidas (grandes rosetas de cardo y rizomas de sorgo). Durante el otoño, al estar el suelo protegido por la gran biomasa acumulada durante el verano, las condiciones de temperatura y humedad favorecerían la degradación de la materia orgánica, que de esta manera se acumularía poco de año a año sobre el suelo. La fuerte dominancia de *Baccharis salicifolia* probablemente se deba a la competencia por luz y a que es una especie leñosa perenne.

Nuestras observaciones en términos generales coinciden con el tipo de sucesión convencional en que las pioneras en sitios estables con agua y nutrientes minerales son de relativa corta vida y las formas de vida larga se van incrementando con la sucesión (Grubb, 1986).

Hasta el momento, nuestra hipótesis general de que la vegetación después de abandonar un campo luego de un cultivo, evolucionaría hacia una comunidad estable semejante a los flechillares

prístinos de la región no se ha cumplido, aunque puede ser que aún no haya transcurrido el tiempo suficiente para que ésto ocurra. Sin embargo todavía no ha aparecido prácticamente ninguna especie de los flechillares, lo que puede deberse a que los bancos de semillas de las tierras cultivadas en esta región son muy distintos a los de los flechillares (Lewis & Leguizamón, 1991; Boccanelli & Lewis, 1994), y las comunidades vecinas son cultivos.

CONCLUSIONES

1. En los primeros diez años se cumplen tres etapas distintas en la sucesión secundaria después del abandono de un campo de trigo: a) primer año con presencia de la especie cultivada y malezas anuales; b) los cinco años siguientes con *Sorghum halepense* acompañado de *Baccharis salicifolia* o *Carduus acanthoides* y numerosas malezas; c) en los últimos cuatro años desarrollo de fuerte dominancia de *Sorghum halepense* y *Baccharis salicifolia* o *Sorghum halepense* y *Carduus acanthoides*.

2. La diversidad aumenta en las primeras etapas de la sucesión, luego disminuye bruscamente en la última etapa correlacionada con el desarrollo de una fuerte dominancia.

3. Luego de diez años aún no se ha cumplido la hipótesis original que sostiene que al dejar de cultivar el campo se regeneraría el flechillar.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) por el apoyo financiero en la ejecución del trabajo.

REFERENCIAS

- BAZZAZ, F.A. Plant species diversity in old-field successional ecosystem in Southern Illinois. **Ecology**, v.56, p.485-488, 1975.
- BAZZAZ, F.A. Succession on abandoned fields in the Shawnee Hills, Southern Illinois. **Ecology**, v.49, p.924-936, 1968.
- BOCCANELLI, S.I.; LEWIS, J.P. The seed bank of an old pampean prairie and its relation with the standing vegetation. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.12, p.1833-1840, dez. 1994.
- BONFILS, C.G. Suelos del Centro-Sur de la Provincia de Santa Fe. **Gaea, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos**, Serie especial 9, p.171-197, 1981.
- BORNKAMM, R. Rates of change in vegetation during secondary succession. **Vegetatio**, Dordrecht, v.47, p.213-220, 1981.
- CABRERA, A.L. **Regiones fitogeográficas Argentinas**. Buenos Aires: ACME, 1976. 85p.
- CABRERA, A.L. Territorios fitogeográficos de la Argentina. **Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica**, v.4, p.21-65, 1951.
- CANO, E. Dinámica de la vegetación en una clausura de pastizal del oeste de la Pampa. **IDIA**, Buenos Aires, v.254, p.19-32, 1969.
- COLLINS, S.L.; ADAMS, D.E. Succession in grassland: Thirty two years in a Central Oklahoma tall grass prairie. **Vegetatio**, Dordrecht, v.51, p.181-190, 1983.
- CONNELL, J.H.; SLATYER, R.O. Mechanisms of succession in natural communities and their role in community stability and organization. **American Midland Naturalist**, v.111, p.1119-1144, 1977.
- D' ANGELA, E.; LEON, R.J.C.; FACELLI, J.M. Pioneer stages in a secondary succession of a Pampean Subhumid Grassland. **Flora**, Jena, v.178, p.261-270, 1986.
- DRURY, W.H.; NISBET, I.C.T. Succession. **Journal of the Arnold Arboretum**, v.54, n.3, p.331-367, 1973.
- FACELLI, J.M.; FACELLI, E. Interactions after death: plant litter controls priority effects in a successional plant community. **Oecologia**, v.95, p.277-282, 1993.
- GLENN-LEWIN, D.C. The individualistic nature of plant community development. **Vegetatio**, Dordrecht, v.43, p.141-146, 1980.
- GREIG-SMITH, P. **Quantitative plant ecology**. Great Britain: Blackwell Scientific, 1983. 359p.
- GRUBB, P.J. Some generalising ideas about colonization and succession in green plants and fungi. In: GRAY, A.J.; CRAWLEY, M.J.; EDWARDS, P.J. (Eds.). **Colonization, succession and stability**. Oxford UK: Blackwell Scientific, 1986. p.81-102.

- GRUBB, P.J.; HOPKINS, A.J.M. Resilience at the level of plant community. In: DELL, B.; HOPKINS, A.J.M.; LAMONT, B.B. (Eds.). **Resilience in mediterranean-type ecosystem**. Dordrecht: Dr. Junk, 1986. p.21-38.
- HOTELLING, H. Analysis of a complex of statistical variables into principal components, 1. **Journal of Educational Psychology**, v.24, p.417-441, 1933a.
- HOTELLING, H. Analysis of a complex of statistical variables into principal components, 2. **Journal of Educational Psychology**, v.24, p.498-520, 1933b.
- INOUYE, R.S.; HUNTLY, N.J.; TILMAN, D.; TESTER, J.R.; STILLWELL, M.A.; ZINNEL, K.C. Old-field succession on a Minnesota sand plain. **Ecology**, v.68, p.12-26, 1987.
- KAPUTSKA, L.A.; MOLENSKI, F.L. Changes in community structure in Oklahoma old field succession. **Botanical Gazette**, v.137, p.7-10, 1976.
- LAVOREL, S.; LEBRETON, J.D. Evidence for lottery recruitment in Mediterranean old fields. **Journal of Vegetation Science**, v.3, p.91-100, 1992.
- LEPS, J.; OSBORNOVA-KOSINOVA, J.; REJMANEK, M. Community stability, complexity and species history strategies. **Vegetatio**, Dordrecht, v.50, p.53-63, 1982.
- LEWIS, J.P.; COLLANTES, M.B.; PIRE, E.F.; CARNEVALE, N.J.; BOCCANELLI, S.I.; STOFELLA, S.L.; PRADO, D.E. Floristic groups and plant communities of southeastern Santa Fe, Argentina. **Vegetatio**, Dordrecht, v.60, p.67-90, 1985.
- LEWIS, J.P.; FRANCESCHI, E.A.; PRADO, D.E. Effects of extraordinary floods on the dynamics of tall grasslands of the River Paraná valley. **Phytocoenologia**, v.15, p.235-251, 1987.
- LEWIS, J.P.; LEGUIZAMÓN, E.S. Weed colonization of experimental gaps in the canopy of a wheat crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.6, p.807-820, jun. 1991.
- MAAREL, E. Van der. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. **Vegetatio**, Dordrecht, v.39, n.2, p.97-114, 1979.
- MARKS, P.L.; MOHLER, C.L. Succession after elimination of buried seeds from a recently plowed field. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.112, p.376-382, 1985.
- MONK, C.D. Relationship of life forms and diversity in old-field succession. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.110, n.4, p.449-453, 1983.
- NUMATA, M. Experimental studies on the early stages of secondary succession. **Vegetatio**, Dordrecht, v.48, p.141-149, 1982.
- OMACINI, M.; CHANETON, E.J.; LEON, R.J.C.; BATTISTA, W.B. Old-field successional dynamics on the Inland Pampa, ARG. **Journal of Vegetation Science**, v.6, p.309-316, 1995.
- ORLOCI, L. An agglomerative method for classification of plant communities. **Journal of Ecology**, v.55, p.193-206, 1967.
- PASOTTI, P.; CASTELLANOS, A. **El relieve de la llanura Santafesino-Cordobesa comprendida entre los paralelos 32° y 33° 30'S y desde 62° 45' hasta el río Paraná**. Rosario, ARG: Instituto de Fisiografía y Geología, 1963. 79p. (UNL. Publicación, 42).
- PERINO, J.V.; RISSER, P.G. Some aspects of structure and function in Oklahoma old field succession. **Bulletin of the Torrey Botanical Club**, v.99, p.233-239, 1972.
- PIELOU, E.C. **The interpretation of ecological data**. New York: John Wiley & Sons, 1984. 263p.
- THOMPSON K.; GRIME J.P. A comparative study of germination responses to diurnally fluctuating temperature. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.141-156, 1983.
- WILDI, O.; ORLOCI, L. **Numerical exploration of community patterns**. The Hague: SPB Academic, 1990. 124p.