

ESPECIES INDICADORAS DE LA FLORA ACOMPAÑANTE EN CAMPOS DE CULTIVO DE LOS ANDES

PARTE II: METODOLOGIA Y PRIMEROS RESULTADOS

Barbara BECKER¹, Francisca M. TERRONES H.², Peter HORCHLER³

Resumen

*Se presentan los primeros resultados fitosociológicos de especies silvestres en campos de cultivo del Departamento de Cajamarca (Perú). Se han evaluado los censos de 31 sitios en base a 10 parámetros cuantitativos de factores ambientales, más 6 exposiciones, encontrándose un total de 108 especies con 333 incidencias. El ordenamiento de la tabla fitosociológica se ejecutó mediante el programa TWINSpan. La evaluación estadística se realizó con el programa CANOCO a través de los métodos de CCA (análisis de correspondencia canónica) y CA (análisis de correspondencia). En el primer ordenamiento por CCA se detectaron 4 gradientes con valores eigen altos. Debido al alto número de factores ambientales en comparación al número total de sitios, estos resultados no son estadísticamente significativos, mas bien indican primeras tendencias. La correlación más obvia de factores ambientales al primer gradiente del CCA se presenta en los parámetros altitud y contenido de potasio. Las especies con buena correlación para el factor altitud son *Polypogon* sp., *Poa annua* y *Calandrinia ciliata*, y para el factor contenido de potasio *Paspalum tuberosum* y *Pennisetum clandestinum*. Por medio del CA y un segundo CCA con menos factores ambientales se comprobó la validez de los resultados del primer CCA. En conclusión, son necesarios más censos con factores ambientales afinados para validar los resultados en vista de indicadores de sostenibilidad. Se propone la georeferenciación, la extrapolación y la comparación con las áreas de estudio en Bolivia y Colombia como próximos pasos a seguir.*

Abstract

¹ Institute for Crop Science, University of Kassel, Steinstraße 19, 37213 Witzenhausen, R. F. ALEMANIA

² Escuela de Postgrado, UNC, Cajamarca, PERU

³ Schubertstraße 14, 56075 Koblenz, R. F. ALEMANIA

Weed communities associated to Andean crops have been analyzed in view of their indicator value with regard to the sustainability of the respective cropping systems. First results of these phytosociological surveys in the area of Cajamarca (Northern Peru) are presented. 31 sites have been evaluated, considering 10 quantitative environmental factors, and 6 expositions. In total, 108 weed species have been found, counting for 333 occurrences across all sites. The phytosociological table was arranged to ecological groups by using the software TWINSpan. Statistical analysis was performed with the software CANOCO, applying canonical correspondence analysis (CCA) and correspondence analysis (CA). The first CCA revealed gradients with rather high eigenvalues. Due to the high number of environmental factors as compared to the total number of sites, these results are not yet statistically significant. They do, however, indicate first trends and promising correlations. The most obvious correlation between environmental factors and the gradients generated by CCA are with altitude, and with potassium content of the soils. Closely correlated to altitude are the plant species Polypogon sp., Poa annua and Calandrinia ciliata, as well as Paspalum tuberosum and Pennisetum clandestinum to potassium content. These correlations were validated by CA and a second CCA with less environmental factors. In conclusion, more phytosociological surveys need to be performed in order to get significant results. The environmental factors under consideration need to be refined to capture the factors influencing sustainability. As next steps, georeferencing of the survey sites and testing of the potential for extrapolation will be pursued, as well as the comparison with the complementary study sites in Bolivia and Colombia.

Introducción

Las plantas indicadoras en el sentido de ELLENBERG (1948, 1950, 1991) pueden ser consideradas como indicadores de sostenibilidad (BECKER 1995, 1996). ELLENBERG propuso plantas indicadoras de factores ecológicos basándose en el reconocimiento de la relación íntima entre el medio ambiente de un sitio, sus especies y la composición florística de éstas. Su investigación sobre plantas indicadoras se inició con comunidades de malezas en campos de cultivo al sur de Alemania. De igual manera la presente investigación enfoca la flora acompañante en campos de cultivo, partiendo de la idea que estas comunidades vegetales íntimamente asociadas a la actividad agrícola son el mejor reflejo de los efectos del uso de la tierra y por tanto de la sostenibilidad del sistema de producción.

Cuando se desarrolló el concepto de plantas indicadoras, aún no se contaba con instrumentos estadísticos adecuados para la evaluación matemática de los datos botánicos relacionados a los factores medio-ambientales. El método utilizado se basaba en la amplia experiencia e intuición de los investigadores, partiendo de conocimientos florísticos profundos de los sitios investigados. Por medio de un sistema de puntaje (*'scoring'*) se valoraban las especies de acuerdo a sus habitats preferidos.

Gracias al desarrollo de instrumentos analíticos avanzados, actualmente se cuenta con medios para ampliar el concepto de plantas indicadoras a aquellos lugares donde el conocimiento florístico en relación al medio ambiente aún está adquiriéndose. A través del método de análisis canónico de correspondencia (*'canonical correspondence analysis'* (CCA), TER BRAAK 1987ff) se correlacionan los datos de la incidencia de especies con los factores ambientales. De este modo se pueden detectar gradientes de factores ambientales en relación a las especies presentes y, viceversa, aquellas especies que indican ciertos factores ambientales.

Se han seleccionado tres áreas de estudio en la región andina para comprobar la validez del concepto de plantas indicadoras en el sentido de ELLENBERG, como indicadores de sostenibilidad. Estas tres áreas de estudio se encuentran a lo largo de los Andes Centrales: en Cochabamba (Bolivia), Cajamarca (Perú), y Silvia (Departamento Cauca, Colombia). Cada ubicación cubre un rango altitudinal de unos cien metros para posibilitar la comparación de diferentes pisos ecológicos, los cuales están definidos por los cultivos principales en cada altitud. La investigación se concentra en el cultivo de papa y las rotaciones asociadas, debido a que es el cultivo más intensivo y de mayor importancia para los agricultores andinos. La selección de las parcelas de investigación en los diferentes campos de cultivo considera tanto el aspecto espacial (altitud, calidad del suelo) como el aspecto temporal (diferentes etapas del ciclo rotativo, secuencia de cultivos y estados de descanso y barbecho).

A continuación se presentan los primeros resultados de las investigaciones realizadas en Cajamarca los cuales permiten demostrar la metodología aplicada y apreciar su potencial para integrar estos datos con los demás estudios básicos en este sitio piloto (*'benchmark site'*) (ANON 1995). De los tres lugares de investigación, el área de Cajamarca cuenta con la ventaja que los autores tienen varios años de experiencia en el estudio fitosociológico de su vegetación, incluyendo el establecimiento de un herbario de aproximadamente mil especies (BECKER 1988, BECKER *et al* 1989, SANCHEZ *et al* 1990).

Metodología

Estudios de campo

Como primer paso se han seleccionado chacras representativas según los criterios mencionados en la región de La Encañada y de Cumbe Mayo en el Departamento de Cajamarca (Fig 1). En cada campo de cultivo se toman los parámetros fitosociológicos según el método de BRAUN-BLANQUET (1965), ligeramente modificado. Dentro de un marco de un metro cuadrado con siete repeticiones se estima la abundancia de las especies presentes según el porcentaje de cobertura del suelo.

Tabla 1.
CLASIFICACIÓN DE COBERTURA DEL SUELO

Cobertura del suelo	raro	< 1 %	< 5 %	5 - 25 %	25 - 50 %	50 - 75 %	75 - 100 %
Braun-Blanquet	r	+	1	2	3	4	5
van der Maarel	1	2	3	5	7	8	9

Se presume que este área capta la diversidad de especies del área mínima. Para la evaluación posterior de los datos florísticos se toma el promedio de los siete metros cuadrados, aproximándolo a la clase de abundancia respectiva (Tab 2). Para facilitar la evaluación estadística estos valores se convierten, según la clasificación de VAN DER MAAREL (1979), a una escala de 1 al 9.

En cada campo de cultivo investigado se han tomado muestras del suelo para el posterior análisis de los nutrientes mayores (N, P, K), pH, materia orgánica y textura en el laboratorio de la Universidad de Cajamarca. Además se anotan datos agronómicos como cultivo y ciclo rotativo, al igual que los datos de la ubicación como altitud, exposición e inclinación.

Estos datos se presentan en una tabla fitosociológica ordenados por frecuencia de especies (Tab 3). Cada columna representa un sitio con los datos ambientales en la parte superior de la tabla y abajo la lista de especies con sus respectivas abundancias. El ordenamiento de la Tabla 3 se ha ejecutado mediante el programa TWINSPAN (HILL 1979).

La presente evaluación preliminar se refiere a un total de 31 sitios, los cuales se están incrementando continuamente, ya que se intenta llegar a un mínimo de 100 sitios con repeticiones anuales para captar la variabilidad de los factores ambientales. Aparte de la composición fitosociológica, se identifica la forma de vida (MÜLLER-DOMBOIS y ELLENBERG 1974), el nombre común y los usos tradicionales de cada especie.

Evaluación estadística

Se analizan los datos fitosociológicos mediante el análisis canónico de correspondencia (CCA). Estos cálculos estadísticos se ejecutan con el programa de computación CANOCO versión 3.1 (TER BRAAK 1990). La presentación gráfica está hecha con el programa CANODRAW (SMILAUER 1992).

El método de CCA permite separar las especies según sus nichos ecológicos y construye gradientes sintéticos de ordenación. Estos gradientes pueden concordar con gradientes ambientales o combinar diferentes factores ambientales o referirse a gradientes aún no identificados.

Por principio se correlacionan tres grupos de variables: sitios, especies y factores ambientales. Cuanto más factores ambientales se consideran, más levantamientos fitosociológicos se necesitan para evaluaciones válidas. El enfoque del CCA está en la separación de diversidad J (entre sitios), tomando la diversidad I (en un sitio) como dada (TER BRAAK y VERDONSCHOT 1995).

El CCA posiciona las especies, los sitios y los factores ambientales en un sistema de coordenadas de los gradientes principales. El grado de poder explicativo de los gradientes se expresa por su valor eigen (*eigenvalue* S). La ubicación de los sitios en el sistema de coordenadas corresponde a su media ponderada (*centroid*) con zero en el origen de las coordenadas (*zero weighted mean*), y la varianza unificada (*unit weighted variance*). Las especies se ubican de acuerdo a su incidencia en los sitios. De igual manera, los factores ambientales cualitativos se posicionan por sus medias ponderadas (*centroid*), mientras que los factores ambientales cuantitativos se ubican por sus correlaciones vectoriales con los ejes principales.

En este CCA se han incluido un total de 31 sitios. Mediante el test de Monte Carlo se comprobó que el número de sitios no es suficiente para obtener resultados significativos ($P = 0.24$ en vez de < 0.05 para el primer axis).

Para el mejor reflejo de las condiciones ecológicas con especies raras y abundantes, los valores de la abundancia se someten a una transformación logarítmica, que da menos peso a las especies de alta abundancia ($\ln(a+1)$; $a =$ abundancia). En los 31 censos efectuados se han encontrado un total de 108 especies con 333 incidencias.

En el primer CCA se han incluido 10 factores ambientales cuantitativos en forma vectorial: pH, N (%), P (ppm), K (ppm), materia orgánica (%), altitud (msnm), temperatura ($^{\circ}C$), humedad del aire (%), inclinación (%), y cobertura del suelo por el cultivo (abundancia) y como factores cualitativos (0/1) las 6 exposiciones N, NE, E, SE, SO, NO.

Para llegar a un conjunto de especies de potenciales plantas indicadoras se han excluido las especies de muy baja abundancia y frecuencia. Por medio de la función de restricciones en el programa CANODRAW se han suprimido todas las especies con un peso < 4 , que es la suma de las abundancias (en cifras según VAN DER MAAREL) en todos los 31 sitios. Además, sólo se han considerado las especies con un '*fitness*' > 20 , que es un índice de la influencia de la especie en el CCA.

Después de analizar los resultados del primer CCA se efectuó una repetición con algunas modificaciones de los datos originales. Se eliminaron los factores ambientales que no demostraron una alta correlación con los ejes principales, quedando los factores altitud, potasio (K), inclinación y las exposiciones Noreste (NE) y Norte (N). En cuanto a las especies, solamente se consideraron las plantas con un peso > 4 y un *'fitness'* > 10 .

Como paso final, se ejecutó un análisis de correspondencia (CA) que sólo separa las especies y los sitios por gradientes principales, sin considerar los factores ambientales. Este análisis permite detectar gradientes sin información ambiental. En comparación al CCA, la ventaja de esta operación estadística es la separación óptima de nichos ecológicos por gradientes sintéticos sin restricciones ambientales. En un conjunto de datos con casi tantos variables ambientales como sitios, los resultados de CCA y CA se acercan.

Primeros resultados

Con el propósito de exponer la metodología se presentan los primeros resultados, estando conscientes que éstos no son estadísticamente significativos. Los 31 censos fitosociológicos indican tendencias preliminares de correlaciones entre factores ambientales y especies indicadoras.

El primer CCA separa 4 axis de gradientes de correlación con valores eigen (*'eigenvalues'*) muy altos: $S_1 = 0.55$, $S_2 = 0.51$, $S_3 = 0.44$, $S_4 = 0.41$. Por lo general en estudios fitosociológicos se consideran valores eigen > 0.3 como gradientes relativamente fuertes. Posiblemente, los valores muy altos del primer CCA se explican por el bajo número de censos fitosociológicos en comparación con el alto número de factores ambientales. Los 4 axis explican 22.9 % de la varianza total de los datos de especies. De estos 22.9 % se explica 41.5 % por su correlación a factores ambientales (9.5 % de la varianza total).

Los diagramas de ordenamiento (Fig. 2a + b) demuestran la correlación de los sitios y de los factores ambientales con los ejes principales. En la Figura 2a se aprecia una correlación fuerte (> 0.7) de los factores altitud y contenido de potasio con el primer axis, mas una correlación débil (> 0.5) con la inclinación. La Figura 3 demuestra como se ubican los valores de altitud de los sitios en el sistema de coordenadas de los primeros dos ejes. El orden de magnitud está representado por el tamaño de los círculos.

El segundo axis sólo está correlacionado suavemente con la exposición sureste (0.5). Eso indica que existe un gradiente ambiental aún no identificado que separa los sitios. El tercer axis (Fig. 2b) está correlacionado con la exposición norte, la humedad relativa, la exposición noreste y la temperatura y el cuarto axis con el contenido de nitrógeno.

El protocolo del primer CCA indica una relación colineal entre el contenido de potasio y la exposición noroeste. La razón por esta relación no es obvia por los datos mismos, de modo que requiere su comprobación en el campo.

La siguiente figura (Fig. 4) presenta la correlación de las especies principales (peso > 4, *fitness* > 20) con los ejes principales. Este diagrama permite detectar la afinidad de las especies a los factores ambientales. Por ejemplo, las especies *Polypogon* sp., *Poa annua* y *Calandrinia ciliata* se ubican cerca de la punta del vector de altitud, es decir que pueden indicar altitudes altas. Igualmente, las especies *Paspalum tuberosum* y *Pennisetum clandestinum* pueden indicar un alto contenido de potasio en el suelo superior. Estas especies son candidatas para análisis avanzados como por ejemplo análisis de regresión.

El CCA no permite derivar una correlación directa entre los valores de los factores ambientales y las especies a lo largo del gradiente vectorial porque la distribución de las especies en relación a este factor ambiental no es necesariamente lineal y unimodal (cp. SPATZ 1975, TER BRAAK Y VERDONSCHOT 1995). Por ello se tiene que comprobar la distribución individual de las potenciales especies indicadoras.

Candidatos para plantas indicadoras también se deducen a través del CA (sin considerar factores ambientales específicos) y la selección por peso y el '*fitness*' (Fig. 5). La coincidencia de especies en ambos análisis (CA y CCA) y su presencia en la tabla fitosociológica ordenada (Tab. 3) en el primer grupo 'especies con valor indicativo' es un fuerte índice de especies que tendrán que ser más analizadas debido a su correlación con factores ambientales. Estas especies son *Pennisetum clandestinum*, *Poa annua*, *Drymaria engleriana*, *Sonchus oleraceus*, *Rubus* cf. *robusta*, y *Medicago polymorpha*.

Como ejemplo final la Figura 6 presenta la correlación entre especies principales (peso > 4, *fitness* > 20) y los factores ambientales que tuvieron gradientes fuertes en el primer CCA. Los datos fitosociológicos se han sometido a un segundo CCA sólo con los factores altitud, potasio, inclinación, y las exposiciones N y NE. La separación de gradientes resulta en axis con valores eigen de $S_1 = 0.41$, $S_2 = 0.31$ ($S_3 = 0.26$, $S_4 = 0.2$). Los cuatro primeros ejes explican 20.5 % de la varianza total; el alto porcentaje de 90.9 % de éstos está correlacionado con los parámetros ambientales (18.6 % de la varianza total). En el sistema de coordenadas por los primeros dos axes se puede reconocer que las especies *Poa annua* y *Calandrinia ciliata* aún demuestran una correlación clara con la altitud. *Polypogon* sp. ya no aparece, mientras *Bulbostylis juncooides* es un nuevo candidato de indicar la altitud. Como indicadora de potasio, *Paspalum tuberosum* ha desaparecido, y *Pennisetum clandestinum* sólo demuestra una correlación suave con un alto contenido de potasio, mientras que *Medicago polymorpha* y *Dichondra repens* están ubicadas muy cerca del máximo de este vector. Este segundo análisis con menos factores ambientales que tuvieron correlaciones claras a los gradientes del primer CCA comprueba que los resultados del primer CCA aún son muy preliminares y que requieren más investigación de campo, así como un mayor número de censos fitosociológicos y análisis de regresión posteriores de las especies con potencial indicativo.

Discusión

Los resultados preliminares comprueban que el método de censos fitosociológicos y el análisis de los datos con CCA es válido para identificar especies indicadores de factores ambientales. Como demuestra la Figura 2, es posible concluir que la ubicación de los vectores ambientales representa bien la realidad del campo. Por ejemplo, el vector de la materia orgánica es casi paralelo a la altitud, que indica correctamente su aumento con la altura. Al contrario, la temperatura es casi opuesta a la altitud, un poco desviada por la influencia de las exposiciones norte y noreste, que a la vez son las ubicaciones con mayor incidencia de radiación solar. Por otro lado, la ubicación opuesta del mayor contenido de potasio y la altitud requieren más estudio de campo para reconocer las causas de este fenómeno.

Para derivar conclusiones en vista de la sostenibilidad de los sistemas de producción faltan aún varios pasos que realizar. Primero, se tiene que aumentar el número de censos para llegar a resultados estadísticamente significativos. Segundo, el conjunto de factores ambientales hasta ahora incluidos requiere afinarse. Los factores ambientales con correlaciones claras a la separación de ejes no son necesariamente buenos indicadores del manejo del suelo, por ejemplo la altitud o la exposición. La exposición más bien puede indicar la influencia alta de la radiación como factor importante para el desarrollo de la vegetación, tanto de las plantas cultivadas como de las especies silvestres. Aparentemente, los factores climáticos tienen gran impacto en la composición florística de un sitio. Por tanto, se intenta extender el análisis de factores climáticos a los datos de los respectivos mapas.

Aunque el incremento del número de factores ambientales requiere un mayor número de censos fitosociológicos, parece indispensable incluir varios parámetros aún no considerados, especialmente parámetros agronómicos y edáficos como: cultivo principal, manejo del suelo, textura, etc.

Por principio, la prueba de sostenibilidad requiere observaciones a largo plazo (cp. BECKER 1996), ya que la metodología presentada es apta para darle continuidad por varios años. En este caso, las repeticiones anuales pueden considerarse como factor ambiental dentro del CCA.

Próximos pasos

Aparte de aumentar el número de censos e incluir más factores ambientales, se prevén las siguientes medidas:

Georeferenciación: Un propósito del presente estudio es su correlación espacial. Con este fin se tomarán las coordenadas geográficas de todos los sitios investigados por GPS (*Global Positioning System*). Se intenta integrar estos datos con factores ya cartografiados y digitalizados por SIG, por ejemplo se incluirán los factores edáficos del mapa de suelos al

CCA (LANDA *et al* 1978, POMA 1989). Otras opciones son la correlación con datos climáticos georeferenciados y con modelos topográficos.

Extrapolación espacial: Si el acceso y la calidad de fotos aéreas lo permite, se delimitarán las unidades homogéneas de vegetación de campos de cultivo. En base a estos mapas se identificarán comunidades fitosociológicas con características similares, para los cuales se tendrá que comprobar su validez en el campo.

Comparación latitudinal: Se evaluarán los datos fitosociológicos de los tres lugares en Bolivia, Perú y Colombia. Se analizarán las diferencias y semejanzas para observar si el método tiene rasgos generales que permita obtener mayores conocimientos a lo largo de los Andes Centrales.

Referencias

- ANONYMOUS, 1995: La Encañada - Caminos hacia la sostenibilidad. Proyecto PIDAE. Lima, Perú: Centro Internacional de la Papa (CIP), 112 p.
- BECKER, B., 1988: Degradation and rehabilitation of Andean ecosystems - an example from Cajamarca. *Angewandte Botanik* 62, pp. 147 - 160.
- BECKER, B., TERRONES, F., TAPIA, M., 1989: Los pastizales y producción forrajera en la Sierra de Cajamarca. PPEA/PNUMA, Cajamarca, Perú, 247 p.
- BECKER, B., 1995: Indicator plants for sustainability assessment of tropical production systems. In: *Journal of Applied Botany* 69 (3/4), pp. 145 - 151.
- BECKER, B., 1996: Sustainability Assessment - A Review of Values, Concepts and Methodological Approaches. *Issues in Agriculture* 10, CGIAR, Washington (in print).
- BRAUN-BLANQUET, J., 1965: Plant Sociology: the Study of Plant Communities. Hafner, New York and London.
- ELLENBERG, H., 1948: Unkrautgesellschaften als Maß für den Säuregrad, die Verdichtung und andere Eigenschaften des Ackerbodens. *Ber. Landtechn.* 4, pp. 130 - 146.
- ELLENBERG, H., 1950: Unkraut-Gemeinschaften als Zeiger für Klima und Boden. Ulmer, Ludwigsburg, 141 p.
- ELLENBERG, H., 1991: Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica*, Vol. 18, 3. Auflage, Göttingen, 248 p.
- MÜLLER-DOMBOIS, D. y H. ELLENBERG, 1974: Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons, New York, 548 p.
- HILL, M.O., 1979: TWINSpan - A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of individuals and attributes. Cornell Univ., Ithaca, NY, 90 p.
- LANDA, E.C., C. VAN HOOF, R.W. POMA y N.J. MESTANZA, 1978: Los Suelos de la Cuenca del Río Cajamarca (Estudio Semi-detallado). Ministerio de Agricultura y Alimentación, Cajamarca, Peru, 2 Volumes.
- POMA, W., 1989: Estudio de suelos del área del Proyecto Piloto de Ecosistemas Andinos. PPEA, Cajamarca, 254 p.
- SANCHEZ V., I.M., A. BRIONES R., B.M. MURRUGARRA A. y A. H. GUERRA V. 1990: Catálogo de Géneros y Especies del Herbario del Proyecto Piloto de Ecosistemas Andinos. PPEA, Cajamarca, Peru, 138 pp.
- SMILAUER, P., 1992. CanoDraw User's Guide, Microcomputer Power, Ithaca, NY, 118 p.
- SPATZ, G., 1975. Die direkte Gradienten-Analyse in der Vegetationskunde. *Angewandte Botanik* 49, pp. 209 - 221.
- TER BRAAK, C.J.F., 1987: The analysis of vegetation-environment relationships by canonical correspondence analysis. *Vegetatio* 69, pp. 69 - 77.
- TER BRAAK, C.J.F., 1990: Update notes: CANOCO version 3.1. Agricultural Mathematics Group, Wageningen, 95 p.

TER BRAAK, C.J.F. and VERDONSCHOT, P.F.M., 1995: Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57 / 3, pp. 255 - 289.

VAN DER MAAREL, E., 1979: Transformation of cover abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 39, pp. 97 - 114.

Agradecimientos

Se agradece a Jörg Linde por la tabulación de las listas fitosociológicas y a Christina Poppele-Braedt por la revisión del idioma.

Becker / Terrones / Horchler : Especies indicadoras de la flora acompañante en campos de cultivo de los Andes - Parte II

Indice de tablas y figuras

- Tabla 1. Clasificación de cobertura del suelo
- Tabla 2. Datos de abundancia de las especies en un censo fitosociológico (ejemplo)
- Tabla 3. Tabla fitosociológica ordenada por TWINSpan
-
- Figura 1. Mapa del área de estudio
- Figura 2. Ubicación de los sitios en el sistema de ordenadas de los gradientes principales, ordenado por CCA
- Figura 2a. Axis 1 ($\Sigma_1 = 0.55$) y Axis 2 ($\Sigma_2 = 0.51$)
- Figura 2b. Axis 3 ($\Sigma_3 = 0.44$) y Axis 4 ($\Sigma_4 = 0.41$)
-
- Figura 3. Diagramación de la altitud de los sitios de acuerdo a su valor numérico en el sistema de los primeros dos gradientes.
- Figura 4. Ubicación de las especies principales en relación a los primeros dos ejes.
- Figura 5. Ubicación de las especies principales en relación a los primeros dos ejes, ordenado por CA.
- Figura 6. Ubicación de especies en relación a los dos primeros ejes del CCA ejecutado con un número reducido de factores ambientales.

CENSOS FITOSOCIOLOGICOS

LOCALIDAD : Pampa de la Culebra

FECHA : 23 / 01 / 96

CHACRA No. 01

EXIGENCIA EDAFICACEAS :

pH	: 4.90	Nitrógeno (N) : 0.31 %
Fósforo (Ppm)	: 9.00	Potasio (K) : 440.00 ppm
Materia Orgánica	: 5.20 %	

ALTITUD : 3020 msnm

FACTORES AMBIENTALES:

Temperatura °C	: 8.4
Humedad Relativa	: 63.5 %

EXPOSICION	: NOR ESTE
INCLINACION	: 3 % casi plana
GRADO DE COBERTURA DEL CULTIVO	: 5
GRADO DE COBERTURA DEL ESTRATO HERBACEO	: 5
AREA DEL INVENTARIO	: 1 m ²
No. DE INVENTARIOS	: 07
AREA DE LA CHACRA	: 800 m ²

	ESPECIES CARACTERISTIDAS DE LA ASOCIACION	No. DE INVENTARIO SUB ASOCIACION								
		1	2	3	4	5	6	7	TOTAL	PROM.
Cho	Bromus cartharticus VALH	-		1	r	r	r	1	5	0.71
		3	3	3	3	3	2	3	20	2.87
		3	3	3	2	1		3	15	2.14
		3	3	3	2	2		1	14	2
		2	2	2	1	r	1	2	11	1.57
		2	2	2	2	2	2	2	14	2
		3	3	3	2	2			13	1.85
		3	3	3	3	3			15	2.14
		3	3	3	3	3	3	3	15	2.14
		2		1	-	2	1	2	8	1.14
		3	3	3	-	2		3	14	2
		4	4	4	4	4		4	24	3.42
		2	2	2	2	1	r	2	12	1.71
		-	0	3	3	1	R	2	10	1.45