

7942

**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
(CSIC)**

**INSTITUTO DE RECURSOS NATURALES Y AGROBIOLOGÍA DE
SEVILLA
(IRNASE)**

XXXVII CURSO INTERNACIONAL DE EDAFOLOGÍA Y BIOLOGÍA VEGETAL

PROYECTO

**" RELACIONES ENTRE FERTILIDAD DEL SUELO CON LA RIQUEZA,
ENDEMISMO, DIVERSIDAD Y EQUITATIVIDAD DE LOS BOSQUES
DE LA PENÍNSULA DE TINGITANA (MARRUECOS)"**

POR

VANESSA TEIXEIRA ROTH

**SEVILLA - ESPAÑA
2000**

INDICE

Resumen

Índice de Tablas

Índice de Figuras

1. **Introducción**
2. **Objetivos**
3. **Revisión Bibliográfica**
 - 3.1. **Suelos mediterraneos**
 - 3.2. **Nutrientes**
 - 3.2.1. **Metales pesados**
 - 3.3. **Otros ecosistemas**
4. **Materiales y Métodos**
 - 4.1 **Caracterización del área de estudio**
 - 4.1.1 **Vegetación**
 - 4.2 **Materiales**
 - 4.3 **Metodología**
 - 4.3.1. **Area de estudio**
 - 4.3.2. **Analisis de datos**
5. **Resultados**
6. **Discusión**
7. **Conclusiones y Recomendaciones**
8. **Bibliografía**

1. INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica terrestre es el resultado de la energía solar capturada por las plantas que crecen en el suelo (Huston, 1993). El suelo posee una organización dinámica. Así las diferentes propiedades físicas y químicas del mismo están influenciadas por la flora y fauna que en él habitan y, recíprocamente, las actividades de estos organismos están frecuentemente reguladas por la organización de los materiales que lo constituyen. Es interesante notar que la actividad biológica en el suelo es influenciada por la acidificación del suelo y el contenido de nutrientes. Los procesos de "meteorización" y de "pedogenesis" son los responsables de crear un banco de nutrientes en forma asimilable, posibilitando así el funcionamiento de los ecosistemas y la acumulación de materia orgánica, ya que en los ecosistemas terrestres la principal forma en que se encuentran los nutrientes minerales es integrando la materia orgánica viva o muerta. Las poblaciones y actividades de la biota del suelo es mayor en suelos alcalinos ricos en nutrientes que en suelos ácidos pobres en nutrientes. Además los requerimientos normales de un nutriente varían con el nutriente en sí, con la especie y con las condiciones del ambiente en el cual se desarrollan las plantas. La principal reserva de nutrientes escasos como el nitrógeno y el fósforo la constituye la biomasa de la vegetación. Dado que la retención de elementos ligados a la materia orgánica es más fácil de asegurar que la retención de iones en el suelo, esta acumulación en la biomasa ya puede interpretarse como una primera respuesta adaptativa: el banco de nutrientes está directamente controlado por procesos fisiológicos (Sarmiento, 1984).

Se argumenta que la máxima biomasa del ecosistema depende de la producción de la comunidad y esto de la fertilidad del suelo, es por esto que una relación entre número de especies y fertilidad del suelo es de esperar. (Janssens et al, 1998). En cualquier área la estructura de la formación de las plantas se desarrollan primeramente en respuesta al balance de agua del ecosistema, aunque la estructura es también moldeada por el estatus de nutrientes del suelo y el impacto del hombre. Las plantas herbáceas responden marcadamente a los cambios de nutrientes y perturbación humana (Kruger, 1983). Las plantas influyen el ciclo de nutrientes en los ecosistemas naturales hacia el exterior y con esto, la pérdida de nutrientes. En latitudes templadas y tropicales, las especies de plantas adaptadas a bajos nutrientes, generalmente tienen un buen desarrollo de

mecanismos de conservación de nutrientes, que eficiencia la adquisición, uso y reciclado de nutrientes (Feller et al, 1999). Cuando la asimilación de un nutriente limitante se incrementa, el mecanismo usado por las plantas para conservar ese nutriente se hace menos eficiente (Tanner et al, 1998).

La vegetación es el resultante de la acción de los factores ambientales sobre el conjunto interactuante de las especies que cohabitan en un espacio continuo. Refleja el clima, la naturaleza del suelo, la disponibilidad de agua y de nutrientes, así como los factores antropicos y bióticos. A su vez, la vegetación modifica algunos de los factores del ambiente, como consecuencia existe interdependencia de algunos factores ambientales y no todas las especies son independientes entre sí, la vegetación manifiesta un número finito de expresiones (Matteucci,1982).

La Región del Estrecho de Gibraltar tiene un marcado interés biogeográfico y ecológico debido a su particular clima y biología, que está definido por la secuencia distintiva climática, en donde un verano caluroso y seco se alterna con un periodo frío y húmedo, por un periodo de 5 a 10 meses, del otoño al invierno y primavera (Krueger,1983). Las comunidades de plantas mediterráneas son normalmente altas en riqueza de especies (Naven & Whittaker,1980), y la riqueza de especies se sugiere que es inversamente relacionada a la fertilidad del suelo, probablemente debido a que la exclusión competitiva es limitada por porcentajes reducidos de crecimiento en suelos pobres de nutrientes (Grime, 1979). En muchos ecosistemas mediterráneos se aprecia una marcada discontinuidad en la estructura y composición florística de la comunidad de plantas, debido a la transición entre suelos extremadamente lixiviados y moderadamente lixiviados (Kruger,1983). Además en las regiones mediterráneas del mundo, la utilización de los nutrientes minerales aparece como el factor ambiental más importante que afecta la naturaleza de la distribución de la vegetación y normalmente es muy difícil relacionar el análisis químico de suelos con la habitación de la nutrición mineral (Kruger,1983). Huston (1993) señala que la adición de nutrientes a una comunidad de plantas la mayoría de las veces permite la reducción de la diversidad de plantas y La biodiversidad de plantas es más alta en suelos no productivos y pobres que en suelos fértiles y productivos, donde las plantas son más grandes y la biomasa es más alta.

La variación en la productividad de las plantas es el resultado de las diferencias inherentes a la fertilidad del suelo, variaciones en el clima y tiempo y diferencias en las prácticas agronómicas y uso de químicos, todo esto produce patrones de diversidad biológica asociados con los componentes agrícolas y la productividad económica (Huston, 1993). Situaciones donde la productividad agrícola es muy alta, se espera que la biodiversidad natural sea relativamente baja, y por otro lado, áreas con una alta diversidad vegetal, son ambientes donde la productividad agrícola es naturalmente baja, como resultado de la baja disposición de nutrientes, suelos pobres, insuficiente lluvia y temperaturas desfavorables. (Huston, 1993).

La variación de la habilidad competitiva debido a la variación de las características del suelo es uno de los mecanismos que permite la coexistencia local de las especies de plantas. Las variaciones en la estructura de especies vegetales con las variaciones en las características del suelo genera asociaciones entre especies particulares y factores particulares de suelo (Reynolds et al, 1997).

La diversidad de especies en las comunidades de plantas se sabe que es dependiente, en parte, de la fertilidad del suelo, desde que la adición de nutrientes usualmente gobierna los cambios en riqueza y equitatividad. La diversidad es mayor bajo intermedios, antes que altos, niveles de fertilización. La respuesta de la diversidad es el resultado de un incremento en la equitatividad, más que la riqueza, es decir que una especie subordinada es liberada por un nutriente limitante (Theodose et al, 1997).

Uno de los intereses de los ecólogos en la última mitad de siglo es entender el proceso y los mecanismos responsables de los patrones de diversidad de las comunidades de especies. La teoría y los datos generados por este interés sugieren que no hay un mecanismo único en todas las comunidades, sino que las especies por ellas solas en relación a su ambiente físico juegan un papel vital en el continuo mantenimiento de la diversidad. (Hacker et al, 1999).

2. OBJETIVOS

Determinar las principales relaciones existentes entre la fertilidad del suelo con la riqueza de especies, endemismo, diversidad y equitatividad de los bosques de la Península de Tingitana en Marruecos.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1 SUELOS MEDITERRANEOS

Un gran rango de suelos son comunes en la mayoría de las regiones del mundo, y las zonas mediterráneas no son la excepción.

Los suelos que bajo condiciones minerales tienen una composición mineral dominante, tiene como una de las más importantes fuentes de nutrientes inorgánicos, la meteorización química. Los elementos de Ca, Mg, K, Na, Si, Fe, Al y P; son los de mayor significación en la nutrición de plantas y hay otros elementos que se liberan por meteorización química como S, Mn, Cu, Zn, Mo, B, Cl y Co, que aunque se requieren en pequeñas cantidades no son vitales. Carbono, oxígeno y nitrógeno están envueltos en el ciclo orgánico. Estos nutrientes son absorbidos en las arcillas- humus, y agua o son directamente absorbidos por la planta (Trudgill, 1988).

La interpretación del análisis de suelo depende: a) de otras características del suelo (pH, textura, cal, M.O), b) de las exigencias de la planta y c) de la localización y clima. La capacidad productiva de un suelo se conoce como fertilidad. Un suelo sano es el que presenta una buena fertilidad química (nutrientes o sales minerales), física (porosidad, retentividad de agua y nutrientes) y biológica (microorganismos benéficos). Richardson et al (1999) señala que especies con una alta eficiencia de nutrientes se encuentran en ecosistemas infértiles y una deficiencia de nutrientes significa un poco contenido de nutrientes y porcentajes de mineralización reducida y esto conlleva a un pequeño reciclado de nutrientes. También sugiere que los mismos niveles de nutrientes son requeridos para sostener al ecosistema y este al balance Carbono: nitrógeno: fósforo (C:N:P). Es importante saber que se encontró que el uso eficiente de nutrientes decrece a pequeñas óptimas concentraciones de nutrientes limitantes.

En suelos naturales donde el humus está presente con Fe, Al y otros iones, se sugiere que los cambios de pH afecten el humus y los otros iones. El Ca, Na, K y otros elementos están envueltos en el material de las plantas y son liberadas por la descomposición de la materia orgánica (Trudgill, 1988).

Los suelos con pH bajo, es el resultado de la lixiviación de bases y /o la alta capacidad de intercambio cationico, debido a la alta materia orgánica. El pH bajo es causado por la suma de factores que causa la limitación de nutrientes. Hay una pequeña evidencia que el K,Ca o Mg limitan el crecimiento y afecta la composición del bosque natural en el trópico. (Tanner et al, 1998).

En las regiones mediterráneas se distinguen tres mayores tipos de suelos, cada uno de ellos desarrolla una estructura de vegetación distintiva de regiones húmedas a semiárida (Kruger,1983):

- a) en suelos moderadamente lixiviados: arboles siempre verdes, arboles de Sclerophyllous, con herbáceas anuales y grasas perennes. Savana
- b) en suelos altamente lixiviados
- c) en suelos ricos en calcio/altos pH:

La escala de fertilidad del suelo, cuando hay una limitación de nutrientes en el suelo, es necesario, y se basa en la máxima respuesta de un indicador de especies. En suelos particularmente bajos en nutrientes con un nivel tóxico de ciertos nutrientes, con un imbalance de cationes, o un alto o bajo pH, las comunidades de plantas especializadas evolucionan. Los suelos moderadamente lixiviados de los ecosistemas mediterráneos son racionalmente bien balanceados nutricionalmente aunque algunos nutrientes elementales (N, K) no estén en su optima cantidad. En los suelos muy lixiviados hay un desbalance muy alto, en particular N y P, tienden a estar en cortas cantidades , pero uno o mas nutrientes elementales (K,S, Co, Zn,Mo) están limitados. En suelos ricos en calcio y de alto pH muestran un alto nivel de carbonato de calcio libre, alto pH, y niveles pobres de fósforo utilizable (y probablemente tambien de Fe, Cu y Co, que no sea medido) (Kruger,1983).

3.2 NUTRIENTES

El ecosistema construye su propia reserva de nutrientes asimilables, que son retenidos como iones adsorbidos en la materia orgánica y en menor medida en las arcillas del suelo. Este es un eficaz mecanismo conservador de nutrientes, regulando el equilibrio de los mismos con la solución del suelo e impidiendo que sean rápidamente

eliminados del sistema al ser exportados en las aguas de infiltración. En la gran mayoría de los ecosistemas, el fósforo es el principal elemento limitante para la producción primaria, por lo que el desarrollo de procesos de conservación y de reciclado interno adquirirá la más alta prioridad durante la evolución de estas poblaciones y sistemas. (Sarmiento, 1984). Los dos nutrientes que operan como limitantes ecológicos en mayor número de ecosistemas son el fósforo y el nitrógeno, seguidos en algunas circunstancias del potasio. Más raramente pueden producirse deficiencias de otros macronutrientes como azufre y calcio o de algunos micronutrientes como el molibdeno, zinc y boro, etc (Sarmiento, 1984). Se ha postulado que pequeñas pérdidas de nutrientes o una eficiente translocación de nutrientes, incrementa la capacidad de algunas especies de plantas o poblaciones de plantas en ecosistemas pobres en nutrientes. Una alta eficiencia de translocación de nutrientes puede reducir significativamente el contenido de nutrientes en la primera capa del suelo y cambiar los porcentajes del ciclo biogeoquímico del ecosistema.

El suministro de nutrientes y otros factores como la saturación del suelo son controlados por temperatura y precipitación y son simultáneos y limitantes. La limitación por un nutriente se demuestra si un porcentaje del proceso del ecosistema se incrementa por la adición de ese nutriente (Tanner et al, 1998). No todas las especies en el ecosistema están limitadas por los mismo nutrientes, incluso algunos individuos de la misma especie pueden estar limitados y otros no, debido, por ejemplo, a diferente tamaño de exposición de la copa de los árboles. Finalmente, la observación que un nutriente es limitante, no significa que solo ese nutriente limita el ecosistema- limitación simultánea por recursos múltiples es la regla (Tanner et al, 1998). Es predecible que cuando la disponibilidad de nutrientes se incrementa en suelos infértiles, la diversidad también se incrementa, debido a la liberación de las plantas especialistas por la limitación de nutrientes. - cuándo la diversidad disminuye con la fertilización en suelos infértiles, la adición de nutrientes a una comunidad, aumenta los niveles de fertilidad encima del pico potencial de diversidad (Theodose et al, 1997).

Diferentes estudios señalan que cuando se utiliza nitrógeno como fertilizante, el número de especies decrece. Además la cesación de N no es suficiente en algunos casos, el $N-NO_3$ y $N-NH_4$ que contiene el suelo, tiene otros orígenes, que pueden ser

importantes. Otra característica química del suelo como fósforo o potasio pueden hacer decrecer la riqueza de especies, estos nutrientes del suelo están presentes en altos niveles en algunos suelos agrícolas porque son extensamente usados. Otras características están relacionadas al pH y la materia orgánica del suelo. Estos elementos están mas estrechamente relacionados al N,P,K habilitados en el suelo. (Janssens, 1988). Cuando las entradas de N son insignificantes, el fósforo habilitado del suelo puede intervenir en el control del N habilitado y esto en la diversidad de plantas. La disponibilidad de N puede ser el factor limitante mas importante de la diversidad de plantas; este efecto ocurre indirectamente a través que la ventaja que ofrece las plantas como especies productivas. El K y Mg son rápidamente lixiviados por los tejidos, mientras que el Calcio es liberado por descomposición (Trudgill, 1988).

Durante la acidificación , los principales cationes liberados son el Ca, Mg, Na y K, especialmente aquellas absorbidas en los sitios intercambiables de las arcillas. En los procesos de acidificación, el Al es liberado por la partición de las arcillas en un proceso que se vuelve significativo a pH de 5.5. El pH del suelo es un gran indicador ya que varía inversamente proporcional a la toxicidad del Al y directamente con la disponibilidad de los cationes base-metal (Sollins, 1998). El Al presenta actualmente interés como factor ecológico clave en muchas cuestiones de toxicidad de los organismos. La forma asimilable del Al es Al^{3+} , cuando aumenta el pH, pierde iones H. en los suelos ácidos, particularmente en los de pH 5, la toxicidad del aluminio parece ser el principal factor limitante del crecimiento vegetal, debajo de 5 , entre 4,5 y 3 el aluminio se hidroliza bastante, no pudiendo provocar estos efectos, tambien el hecho de los niveles de toxicidad del aluminio dependen del tipo de arcilla. La vegetación soporta diferentes niveles de Al, las muy sensibles al Al soportan 2ppm, las medianamente sensibles 7ppm y las resistentes admiten 14 o más ppm. La tolerancia al aluminio varía según la especie e incluso a nivel de ecotipo (Hernandez, 1988)

En los suelos, los diferentes elementos del suelo actuan interactuando continuamente, así tenemos que el Zn precipita por el P, pero no lo elimina . sin embargo se ha demostrado que los iones de fosfato favorecen fuertemente la absorción de Zn en los hidróxidos de aluminio y Fe amorfo. Esta reacción puede suministrar Zn no disponible para las plantas en suelos que contienen hidróxidos de Al y Fe. Esta reacción, como la mayor

parte de las reacciones que tienen lugar con el Zn del suelo, depende del pH. el K y S favorecen la toma de Zn en las plantas. el aumento de concentraciones de Ca en el medio de crecimiento de las plantas hace disminuir la concentración de Zn, pero al aumentar la concentración de Ca en la planta, disminuye el Zn. el Zn generalmente esta presente en el suelo en la proporción de 10 a 300ppm (Romero, 1986).

Los factores que influyen en la disponibilidad de los micronutrientes varían dependiendo del pH del suelo y del contenido de carbonatos. El porcentaje de M.O y de N esta relacionado con el contenido de microelementos asimilables en ambos tipos de suelos. el pH, contenido de Ca y Mg asimilable afectan la solubilidad de los nutrientes en suelos ácidos y en suelos neutros son las arcillas, carbonatos y K. El contenido de M.O en el suelo influyen de forma directa en el contenido de Mn, Fe y Cu. En suelos ácidos un aumento de M.O produce un descenso en los niveles de Zn y N tiene una relación inversa con Mn, Fe y Cu y directa con el Zn en suelos ácidos. Además, en suelos ácidos (con pH : 3.9-5.8), hay una relación directa con Fe, Cu, Zn y negativa con el Mn. el calcio afecta al Mn, y el Mg influye al Fe, Cu y negativamente al Mn y Zn (Ortega et al, 1988).

3.2.1 METALES PESADOS

Los metales pesados afectan de modo sustancial el suelo y las comunidades de plantas establecidas en ese ecosistema. La distribución de los metales pesados entre las diferentes fases sólidas y líquidas que constituyen el medio ambiente resulta ser primordial para conocer el impacto ambiental producido por dichos metales pesados. Por otra parte, las plantas absorben los metales del suelo en función de una serie de factores físicos, químicos y biológicos entre los cuales merece destacarse las formas químicas en que se encuentren en el suelo. De forma general puede afirmarse que los metales pesados se encuentran en el suelo en forma iónica, adsorbidos en distintos constituyentes y formando parte de las redes cristalinas de los minerales. La disponibilidad de los metales adsorbidos por materiales orgánicos o hidróxidos metálicos es menor, necesitando una serie de cambios químicos antes de su liberación. Dado que los metales pesados se transportan adsorbidos a arcillas como iones de cambio o bien formando complejos de naturaleza orgánica e inorgánica, se ha estudiado los metales pesados asociados a las fracciones de cambio, a los óxidos-hidróxidos de Fe y Mn, y a la fracción orgánica. En los

suelos considerados naturales los metales pesados aparecen, salvo ligeras excepciones, predominantemente en las formas menos solubles (Cruz et al,1986).

3.3 OTRAS EXPERIENCIAS

La relativa importancia de la limitación de nutrientes (Todos y nutrientes particulares) entre los bosques m3ntanos y bajo tropical permanece incierta. Tanner et al (1998), sugiere que hay evidencia indirecta considerable (de los tejidos y los nutrientes del suelo, y de porcentajes de ciclos de nutrientes) que sugiere que hay nutrientes en poco suministro en el bosque montano que en el bosque bajo tropical. Tanner et al muestra que la adici3n de nutrientes normalmente estimula el crecimiento del tronco y en el bosque montano los nutrientes est3n fuertemente limitados.

Los contenidos de N y P y tambi3n de K, Ca y Mg, en la capa de hojarasca, son menores en el bosque montano que en bosque bajo . Nosotros especulamos que muchos bosques bajos est3n limitados por P y muchos bosques m3ntanos por N. La Limitaci3n de nutrientes es muy esparcida en suelos m3ntanos (todos los sitios responden por lo menos a un nutriente) y ese nutriente particular limita la producci3n. El bosque montano tiene un reducido ciclo de N y P y tambi3n de K,Ca y Mg, en comparaci3n con el bosque bajo(Tanner et al, 1998).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Caracterización del área de estudio

La Península de Tingitana se encuentra en la parte noroeste de Marruecos, el punto más alto es el pico Jbel Bou Hachem a 1681m (Ojeda et al. 1996). En esta área predomina los suelos pobres y ácidos (Ibarra.1993; Ojeda et al. 1995), estos suelos están rodeados por suelos básicos en piedra caliza de marismas. Estas se consideran "islas edáficas", y presentan un patrón mas fragmentado en Marruecos.

El clima es mediterráneo con inviernos húmedos y fríos y veranos secos. Los rangos de precipitación anual varían entre los 600 a 1700mm, con extremos locales en zonas arriba de los 2200mm(Ojeda et al. 1996). La Temperatura media es de 17°C, con un máximo mensual de 31°C y un mínimo de 5°C (Ojeda et al. 1995)

4.1.1 Vegetación

La vegetación esta dominada por bosques de *Quercus suber*, con hierbas de brezales o hierbas leguminosas. Los valles fértiles y los brezales abiertos , están ocupados el *Quercus canariensis* y *Quercus pyrenaica*, especialmente en el fondo de los valles, ya que son localmente abundantes en condiciones humedas (Ojeda et al. 1996). Otras especies arbóreas que podemos encontrar son *Pinus halepensis*, *Pinus pinea*, *Cedrus atlantica*, *Pinus pinaster* e *Eucalyptus sp.*

4.2 Materiales

- Ordenador
- Programa Statistica, versión 5.0, año 1997
- Materiales de escritorio

4.3 Metodología

4.3.1 AREA DE ESTUDIO

Para examinar las relaciones entre las principales variables del suelo y las variables de la comunidad vegetal como riqueza, diversidad de especies, endemismo y equitividad se aplicaron diferentes metodologías que se realizo como se describe a continuación:

Se localizaron 98 parcelas distribuidas entre los bosques de la Península de Tingitana, dentro de las cuales se tomaron muestras de suelo de 20cm de profundidad en transectos de 100m y transportadas al laboratorio del IRNA para su análisis químico, estas parcelas estaban divididas según el tipo de vegetación que dominaba en el área, y el conjunto de estas representan la mayoría de los tipos de vegetación y condiciones medioambientales que se encuentran en los bosques de la Península de Tingitana.

Las variables de suelo analizadas para cada parcela fueron:

- * Textura: Porcentaje (%) de arena gruesa, arena fina, limo y arcilla
- * Nutrientes: Ca disponible, Mg disponible, N (Kjel) medido, N(Kjel) estimado, P (ppm), K (ppm), Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, Zn, Al intercambiable, Al-EDTA, CaCO₃, C orgánico (%), Materia Orgánica (%), C/N (%) y pH.

En estas 98 parcelas también se tomaron valores de endemismo, riqueza de especies, diversidad (Índice de Shannon y Weaver) y equitatividad medidas en transectos de 100m

4.3.2 ANALISIS DE DATOS

Para examinar las relaciones entre las variables de la comunidad vegetal y las variables del análisis de suelo, lo primero que se hizo fue transformar las variables a una distribución normal, mediante transformaciones logarítmicas o raíz cuadrada. A las variables transformadas se les aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para verificar su normalidad. También se les aplicó la prueba de los Outliers, tomando como prueba el rango de +/- 2 de la desviación estándar, para eliminar datos outliers. Para tener un primer acercamiento a los datos correlacionamos todas las variables entre sí, utilizando el índice de Pearson (r).

- Análisis de componentes principales:

Para este análisis se utilizó la matriz de las variables del suelo; mediante el programa Statistica, se obtuvieron los resultados que se expresaron mediante gráficos con dos ejes, donde cada eje corresponde a un factor de los componentes principales. Para determinar cuantos factores analizar, utilizamos el método de Kaiser, el cual toma en cuenta los eigenvalues mayores que uno. Con lo eigenvalues determinados, no rotados y rotados (la estrategia de rotación se propone para obtener un patrón claro de el peso de cada factor, en este caso utilizamos el método de Varimax normalized) ;se correlacionan con las variables de suelo, para determinar que variables de suelo están más correlacionada con los factores determinados en el análisis de componentes principales. A los factores determinados rotados y no rotados, se les convierte en scores, y estos los correlacionamos, utilizando el índice de Pearson, con las variables dependientes de riqueza, diversidad, endemismo y equitatividad.

Las correlaciones entre las variables de suelo, especialmente los principales nutrientes minerales y las variables dependientes de riqueza y endemismo, se determinaron utilizando el **Boundary -line analysis** basado en una tecnica no linear de mínimos cuadrados (Fernández et al.1997).

5. RESULTADOS

• Correlaciones

Como se muestra en la Tabla (1) se aprecian correlaciones significativas entre la mayoría de las variables de suelo, especialmente entre los nutrientes esenciales y micronutrientes .

Las relaciones mas importantes para el presente estudio que encontramos son:

- ◊ Las variables de textura como el porcentaje de Arena gruesa se correlacionan significativamente con los principales nutrientes como Nitrógeno medido (Nm) con $r = -0.30$, K ($r = -0.59$) y con micronutrientes como Co ($r = -0.54$), Ni ($r = -0.63$) y Mn ($r = -0.45$). Otra característica textural como el porcentaje de arcilla se correlaciona significativamente con el Co ($r = 0.35$), Mn ($r = 0.33$), Ni ($r = 0.51$) y Nm ($r = 0.34$)
- ◊ Los nutrientes esenciales (N:P:K) están correlacionados significativamente con diferentes micronutrientes , macronutrientes y metales pesados. El Nm esta correlacionado con K ($r = 0.68$), con Co ($r = 0.29$), Mn ($r = 0.39$), Ni ($r = 0.48$), Materia Orgánica (M.O.%) ($r = 0.54$). El P esta correlacionado con el Co ($r = 0.29$), Mn ($r = 0.34$), Ni ($r = 0.29$) y K esta correlacionado con Co ($r = 0.44$), Mn ($r = 0.51$), Ni ($r = 0.62$) y M.O.% ($r = 0.47$).

Tambien correlacionamos las variables de la comunidad vegetal con las variables de suelo (Tabla 2) y obtuvimos que :

La riqueza (S), esta correlacionada significativamente con el Nm ($r = -0.24$) y con el pH ($r = 0.2$). El endemismo, muestra correlaciones con el Mn ($r = -0.58$), Ni ($r = -0.43$), P ($r = -0.34$), K ($r = -0.22$) y Co ($r = -0.38$). La diversidad de especies (H) esta correlacionada con Nm ($r = -0.29$), K ($r = -0.23$), Co ($r = -0.25$) y Mn ($r = -0.26$). Por último la equitatividad esta correlacionada significativamente con Co ($r = -0.24$), Mn ($r = -0.20$) y Ni ($r = -0.26$).

El nivel de significación utilizado es de $p < 0.05$

- **Análisis de componentes principales (PC)**

Los primeros ocho factores del PC (Tabla 3) explicaban el 79.45% de la variabilidad de los datos, obteniendo con los tres primeros factores un poco más del 50% de la variabilidad. (Tabla 4) Las variables de textura, como el % de Limo ($r = -0.6$) y % de arena gruesa ($r = 0.7$), micronutrientes como el Co ($r = -0.74$), Mn ($r = -0.72$) y Ni ($r = -0.85$); y metales pesados como el Cu ($r = -0.82$), y un nutriente esencial como el K ($r = -0.81$) son los más correlacionados con el Factor 1. Las variables como C orgánico ($r = 0.72$), M.O.% ($r = 0.73$) y N estimado ($r = 0.73$), están correlacionados con el Factor 2. El Factor 3 está correlacionado con el % de Arcilla ($r = 0.70$), y el Al intercambiable ($r = 0.65$) y el Al-EDTA ($r = 0.61$). Las variables de Nm ($r = -0.60$) y C/N% ($r = 0.64$) está correlacionada con el Factor 4. Con el Factor 5, las variables correlacionadas son Ca disponible ($r = -0.52$) y Mg disponible ($r = -0.56$). El Factor 6 está correlacionado con dos metales pesados, Cr ($r = -0.41$) y Fe ($r = -0.60$). Cada uno de estos factores refleja una característica o proceso del suelo.

Para encontrar relaciones entre las variables del suelo y de la comunidad vegetal (Tabla 5) correlacionamos los Scores de los factores con cada una de las variables dependientes y obtuvimos que la riqueza (S) no se correlaciona significativamente con ningún factor, sin embargo el endemismo, la diversidad (H) y la equitividad se relacionan significativamente con el Factor 1, con r de 0.32, 0.28 y 0.22, respectivamente.

El nivel de significación utilizado es de $p < 0.05$

- **Riqueza, endemismo, diversidad y equitatividad**

Las relaciones entre estas variables y los nutrientes esenciales del suelo, van a ser ajustadas a diferentes curvas (Fig 1), esperando obtener un r significativo, para poder después utilizar el Boundary-line analysis para obtener la relación adecuada entre estas variables.

Las relaciones entre la riqueza de especies y diferentes nutrientes del suelo muestran una relación ajustada a una regresión polinómica de 2do grado, con el P ($r = 0.27$, $p < 0.028$), con Nm ($r = 0.33$, $p < 0.004$) y con pH ($r = 0.23$, $p < 0.074$).

El endemismo muestra una relación lineal con la riqueza de especies ($r=0.44$, $p<0.05$) también muestra relaciones significativas ajustadas a una regresión polinómica de 2do grado, con Ni ($r=0.44$, $p<0.00007$), con Co ($r=0.38$, $p<0.0009$), con K ($r=0.23$, $p<0.075$) y con P ($r=0.35$, $p<0.0021$). El endemismo también muestra una relación significativa ajustada a una regresión polinómica de 3er grado con la M.O% ($r=0.28$, $p<0.043$).

La diversidad de especies, utilizando el índice de Shannon, tiene una fuerte correlación lineal con la riqueza de especies ($r=0.8$, $p<0.05$) y con equitatividad ($r=0.81$, $p<0.05$). Por otro lado, muestra relaciones significativas ajustadas a una regresión polinómica de 2do grado, con P ($r=0.27$, $p<0.02$), Nm ($r=0.33$, $p<0.00428$) y Ni ($r=0.26$, $p<0.035$).

La equitatividad muestra relaciones significativas ajustadas a una regresión polinómica de 2do grado con el Ni ($r=0.24$, $p<0.05$) y Nm ($r=0.24$, $p<0.06$).

6. DISCUSIÓN

Como apreciamos en los resultados, es difícil definir o analizar una relación entre las variables de la comunidad vegetal y las variables del suelo, esto se debe a que como hemos dicho anteriormente el suelo posee una organización dinámica y la vegetación que hay sobre el, es el resultado de diferentes factores del ecosistema, que interactúan de diferentes formas y a diferentes intensidades. El suelo es uno de estos factores que influyen de forma determinante en la vegetación en sus características como comunidad, ya sea espacial o temporalmente.

Podemos apreciar que existen relaciones significativas (negativas) y continuas entre las principales características de la comunidad, como son la diversidad (H), el endemismo y equitatividad (e) y los micronutrientes del suelo, especialmente con el Cobalto (Co), Níquel (Ni) y Manganeso (Mn). Estas relaciones se podrían deber a que siendo estos ecosistemas mediterráneos relativamente pobres en nutrientes y de bajo pH, la utilización de estos micronutrientes afecta la distribución de la vegetación, y esto los convierte en elementos limitantes del ecosistema, además como se dice anteriormente, estos micronutrientes son esenciales para mantener el balance C:N:P (Richardson et al, 1999), y como se aprecia en los resultados estos nutrientes esenciales están correlacionados significativamente con el Mn, Ni y Co. Estos micronutrientes se encuentran absorbidos generalmente por las arcillas y el ecosistema construye su reserva de nutrientes, en base a la materia orgánica (M.O%) y las arcillas del suelo (Trudgill,1988).

También apreciamos en los resultados que la riqueza de especies (S), está correlacionada significativamente con el pH, esta relación se debe a que en los ecosistemas relativamente pobres e infértiles evolucionan con el poco contenido de nutrientes que posee y el bajo pH se debe en gran parte a la limitación de estos micronutrientes, también se puede deber a que los suelos con pH bajo, son el resultado de la lixiviación de las bases y a la capacidad de intercambio catiónico debido a la alta materia orgánica (Tanner et al, 1998), que en nuestro caso varía entre 1 a 20%. Además el pH y la M.O% están relacionados con el Nitrógeno, Fósforo y Potasio del suelo (Janssens,1998). Además como dice Sarmiento (1984), el ecosistema construye su reserva

6. BIBLIOGRAFÍA

- Feller, I., Whigham, D.F., O'Neill, J.P., McKee, K.L. 1999. Effects of nutrient enrichment on within-site cycling in a Mangrove Forest., *Ecology*, 80 (7), pp 2193-2205.
- Fernández, J.E., Moreno, F., Girón, I.F & Blázquez, O. 1997. Stomatal control of water use in olive tree leaves. *Plant and Soil* 190: 179 -192.
- Grime, J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley & Sons. Chichester.
- Hacker, S.D. & Bertness, M. 1999. Experimental evidence for factors maintaining plant species diversity in a new England salt marsh. *Ecology* 80 (6), pp 2064-2073.
- Huston, M. 1993. Biological diversity, soils, and economics. *Science*. Vol 262 : 1676 -1680. December 1993.
- Ibarra, B.P. 1993. *Naturaleza y hombre en el sur del campo de Gibraltar: Un análisis paisajístico integrado*. Junta de Andalucía; Consejería del Medio Ambiente. Agencia del Medio Ambiente. pp 439.
- Janssens, F., Peeters, A., Tallowin, J.R.B., Bakker, J.P., Bekker, R.M., Fillat, F & Oomes, M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil* (202): 69-78.
- Kruger, F.J. 1983. *Mediterranean type ecosystems The role of nutrients*. Berlin.
- Matteucci, S & Colma, A. 1982. *Metodología para el estudio de la vegetación*. OEA. Washington. pp 168.
- Naveh, Z & Whittaker, R.H. 1980. Structural and floristic diversity of shrublands and woodlands in northern Israel and other Mediterranean areas. *Vegetatio*, 41, pp 171-190.
- Ojeda, F., Arroyo, J, & Marañón, T. 1995. Biodiversity components and conservation of mediterranean heathlands in southern Spain. *Biological Conservation* 72:61-72.
- Ojeda, F., Marañón, T & Arroyo, J. 1996. Patterns of ecological, chorological and taxonomic diversity at both sides of the Strait of Gibraltar. *Journal of Vegetation Science* 7: 63-72.
- Reynolds, H., Hungate, B., Chapin III, F. & D'Antonio, C. 1997. Soil Heterogeneity and plant competition in an annual grassland. *Ecology* 78 (7): 2076-2090.
- Richardson, C., Ferrel, G., Vaithyanathan, P. 1999. Nutrient effects on stand structure, resorption, efficiency, and secondary compounds in everglades sawgrass. *Ecology*, 80 (7) 1999, pp 2182 -2192.

- Sarmiento, G. 1984. Los ecosistemas y la ecosfera. Editorial Blume. Barcelona. pp268.
- Sollins, P. 1998. Factors influencing species composition in tropical Lowland Rain forest: Does soil matter?. Ecology. Vol. 79. No 1. pp 23- 30.
- Tanner, E.V.J., Vitovsek, P.M & Cuevas, E. 1998. Experimental investigation of nutrient limitation on forest growth on wet tropical mountains. Ecology 79 (1): 10 - 22.
- Theodose, T. & Bowman, W. 1997. Nutrient availability, plant abundance, and species diversity in two alpine Tundra communities. Ecology 78 (6): 1861 -1872.
- Trudgill. 1988. Soil and vegetation system. contemporary problems in geography.

Tabla 1: Correlaciones variables de suelo		(* Marked correlations are significant at $p < .05000$)												
	AREGR%	AREFI%	LIMO%	ARCT%	CA - dis	MG-dis	N-Kjel(med)	N-Kjel(estí)	P (ppm)	K (ppm)	CD	CO	CR	
AREGR%	1.00	-0.20	-0.83	-0.76	-0.40	-0.65	-0.30	-0.19	-0.06	-0.59	-0.27	-0.54	-0.45	
AREFI%	-0.20	1.00	0.03	-0.27	0.35	0.14	-0.02	0.27	0.05	-0.03	-0.02	-0.07	0.06	
LIMO%	-0.83	0.03	1.00	0.47	0.21	0.35	0.20	0.35	0.18	0.40	0.05	0.57	0.25	
ARCT%	-0.76	-0.27	0.47	1.00	0.13	0.47	0.34	-0.08	-0.09	0.62	0.36	0.35	0.49	
CA - dis	-0.40	0.35	0.21	0.13	1.00	0.78	0.63		0.26	0.80	0.60	0.54	0.31	
MG-dis	-0.65	0.14	0.35	0.47	0.78	1.00	0.57		0.10	0.81	0.51	0.59	0.45	
N-Kjel(med)	-0.30	-0.02	0.20	0.34	0.63	0.57	1.00	0.64	0.17	0.68	0.33	0.29	0.11	
N-Kjel(estí)	-0.19	0.27	0.35	-0.08			0.64	1.00	0.06	0.33	0.05	0.21	0.27	
P (ppm)	-0.06	0.05	0.18	-0.09	0.26	0.10	0.17	0.06	1.00	0.20	0.01	0.29	0.06	
K (ppm)	-0.59	-0.03	0.40	0.62	0.80	0.81	0.68	0.33	0.20	1.00	0.57	0.44	0.36	
CD	-0.27	-0.02	0.05	0.36	0.60	0.51	0.33	0.05	0.01	0.57	1.00	0.31	0.16	
CO	-0.54	-0.07	0.57	0.35	0.54	0.59	0.29	0.21	0.29	0.44	0.31	1.00	0.19	
CR	-0.45	0.06	0.25	0.49	0.31	0.45	0.11	0.27	0.06	0.36	0.16	0.19	1.00	
CU	-0.61	0.01	0.54	0.47	0.58	0.77	0.45	0.21	0.29	0.64	0.33	0.68	0.35	
FE	-0.30	0.10	0.26	0.21	0.30	0.34	0.16	0.14	0.31	0.21	0.17	0.23	0.70	
MN	-0.45	-0.16	0.51	0.33	0.58	0.48	0.44	-0.10	0.34	0.51	0.33	0.82	0.10	
NI	-0.63	-0.08	0.55	0.51	0.65	0.75	0.39	0.21	0.29	0.62	0.43	0.88	0.37	
PB	-0.24	0.13	0.27	0.06	0.75	0.60	0.48	0.43	0.36	0.43	0.25	0.40	0.32	
ZN	-0.33	0.03	0.24	0.26	0.74	0.78	0.41	0.01	0.34	0.50	0.54	0.52	0.20	
AL_INT	0.02	-0.17	-0.17	0.24	-0.51	-0.22	-0.08	-0.29	-0.30	-0.10	-0.11	-0.40	0.09	
AL_EDTA	-0.52	-0.01	0.37	0.60	0.04	0.27	0.36	0.37	-0.02	0.40	0.17	0.12	0.56	
CAC03 %	-0.73	0.61	0.59	0.96				-0.69	0.60	0.92				
C.org %	-0.21	0.15	0.19	0.13	0.65	0.44	0.55	1.00	0.13	0.47	0.34	0.20	0.23	
M.O%	-0.19	0.15	0.18	0.11	0.65	0.44	0.54	0.99	0.12	0.47	0.34	0.19	0.22	
C/N%	0.16	0.13	-0.06	-0.29	-0.20	-0.34	-0.75	0.53	-0.01	-0.34	-0.06	-0.15	0.03	
pH	-0.0514065	-0.0770665	0.1144485	-0.0235217	0.5746255	0.3822164	0.1655004	-0.5243435	0.1049425	0.0041614	-0.0891133	0.4063363	0.0144342	

CU	FE	MN	NI	PB	ZN	AL_INT	AL_EDTA	CACO3 %	C.org %	M.O%	C/N%	pH
-0.61	-0.30	-0.45	-0.63	-0.24	-0.33	0.02	-0.52	-0.73	-0.21	-0.19	0.16	-0.05
0.01	0.10	-0.16	-0.08	0.13	0.03	-0.17	-0.01	0.61	0.15	0.15	0.13	-0.08
0.54	0.26	0.51	0.55	0.27	0.24	-0.17	0.37	0.59	0.19	0.18	-0.06	0.11
0.47	0.21	0.33	0.51	0.06	0.26	0.24	0.60	0.96	0.13	0.11	-0.29	-0.02
0.58	0.30	0.58	0.65	0.75	0.74	-0.51	0.04		0.65	0.65	-0.20	0.57
0.77	0.34	0.48	0.75	0.60	0.78	-0.22	0.27		0.44	0.44	-0.34	0.38
0.45	0.16	0.44	0.39	0.48	0.41	-0.08	0.36		0.55	0.54	-0.75	0.17
0.21	0.14	-0.10	0.21	0.43	0.01	-0.29	0.37	-0.69	1.00	0.99	0.53	-0.52
0.29	0.31	0.34	0.29	0.36	0.34	-0.30	-0.02	0.60	0.13	0.12	-0.01	0.10
0.64	0.21	0.51	0.62	0.43	0.50	-0.10	0.40	0.92	0.47	0.47	-0.34	0.00
0.33	0.17	0.33	0.43	0.25	0.54	-0.11	0.17		0.34	0.34	-0.06	-0.09
0.68	0.23	0.82	0.88	0.40	0.52	-0.40	0.12		0.20	0.19	-0.15	0.41
0.35	0.70	0.10	0.37	0.32	0.20	0.09	0.56		0.23	0.22	0.03	0.01
1.00	0.35	0.61	0.77	0.58	0.53	-0.36	0.17	0.57	0.31	0.30	-0.21	0.24
0.35	1.00	0.20	0.38	0.51	0.32	-0.09	0.38	-0.30	0.24	0.22	-0.01	0.06
0.61	0.20	1.00	0.82	0.43	0.49	-0.37	0.22	-0.23	0.19	0.18	-0.26	0.37
0.77	0.38	0.82	1.00	0.46	0.59	-0.36	0.25		0.24	0.22	-0.21	0.33
0.58	0.51	0.43	0.46	1.00	0.49	-0.39	0.14		0.54	0.53	-0.12	0.23
0.53	0.32	0.49	0.59	0.49	1.00	-0.43	0.11	0.06	0.29	0.29	-0.19	0.13
-0.36	-0.09	-0.37	-0.36	-0.39	-0.43	1.00	0.46		-0.21	-0.21	-0.08	-0.44
0.17	0.38	0.22	0.25	0.14	0.11	0.46	1.00		0.31	0.29	-0.15	-0.32
0.57	-0.30	-0.23			0.06			1.00	0.22	0.22	-1.00	-0.66
0.31	0.24	0.19	0.24	0.54	0.29	-0.21	0.31	0.22	1.00	1.00	0.15	-0.18
0.30	0.22	0.18	0.22	0.53	0.29	-0.21	0.29	0.22	1.00	1.00	0.16	-0.20
-0.21	-0.01	-0.26	-0.21	-0.12	-0.19	-0.08	-0.15	-1.00	0.15	0.16	1.00	-0.31
0.243815	0.0604544	0.3710979	0.3263063	0.2313917	0.1292441	-0.4440197	-0.3163225	-0.6614278	-0.1849872	-0.1986177	-0.3103629	1.00

Tabla 2: Correlaciones variables de suelo con variables de la comunidad vegetal				
(*Marked correlations are significant at $p < .05000$)				
	RIQUEZA	ENDEMISMO	H (Diversidad)	EQUITATIVIDAD
AREGR%	0.10	0.16	0.15	0.11
AREFI%	0.06	0.05	0.14	0.09
LIMO%	-0.12	-0.19	-0.17	-0.13
ARCI%	-0.11	-0.08	-0.20	-0.16
CA- dis	-0.21	-0.36	-0.30	-0.27
MG-dis	-0.26	-0.21	-0.26	-0.15
N-Kjel(med)	-0.24	-0.13	-0.29	-0.15
N-Kjel(estí)	-0.24	-0.24	-0.06	0.02
P (ppm)	-0.19	-0.34	-0.26	-0.14
K (ppm)	-0.15	-0.22	-0.23	-0.15
CD	-0.04	-0.13	-0.05	-0.01
CO	-0.15	-0.38	-0.25	-0.24
CR	0.18	-0.06	0.16	0.08
CU	0.01	-0.15	-0.12	-0.12
FE	0.07	-0.21	-0.05	-0.12
MN	-0.17	-0.38	-0.28	-0.20
NI	-0.14	-0.43	-0.26	-0.26
PB	-0.06	-0.26	-0.12	-0.11
ZN	-0.07	-0.13	-0.26	-0.26
AL_INT	-0.19	0.16	-0.05	0.07
AL_EDTA	-0.42	-0.03	-0.36	-0.17
CACO3 %	-0.80	-0.42	-0.50	0.18
C.org %	-0.13	-0.16	-0.17	-0.12
M.O%	-0.14	-0.15	-0.18	-0.13
C/N%	0.09	-0.03	0.15	0.06
pH	1.00	0.44	0.80	0.36
ENDE	0.44	1.00	0.42	0.28
H	0.80	0.42	1.00	0.81
EQUI	0.36	0.28	0.81	1.00
RIQUE	1.00	0.44	0.80	0.36

Tabla 3: Autovalores de el Analisis de componentes principales
 Extraction: Principal components

	Eigenval	% total Variance	Cumul. Eigenval	Cumul. %
1	8.070602211	31.04077773	8.070602211	31.04077773
2	2.936800049	11.2953848	11.00740226	42.33616254
3	2.607242626	10.02785626	13.61464489	52.36401879
4	1.860702249	7.156547113	15.47534714	59.5205659
5	1.524488716	5.863418137	16.99983585	65.38398404
6	1.410872117	5.426431217	18.41070797	70.81041526
7	1.200255582	4.616367622	19.61096355	75.42678288
8	1.046190769	4.023810649	20.65715432	79.45059353

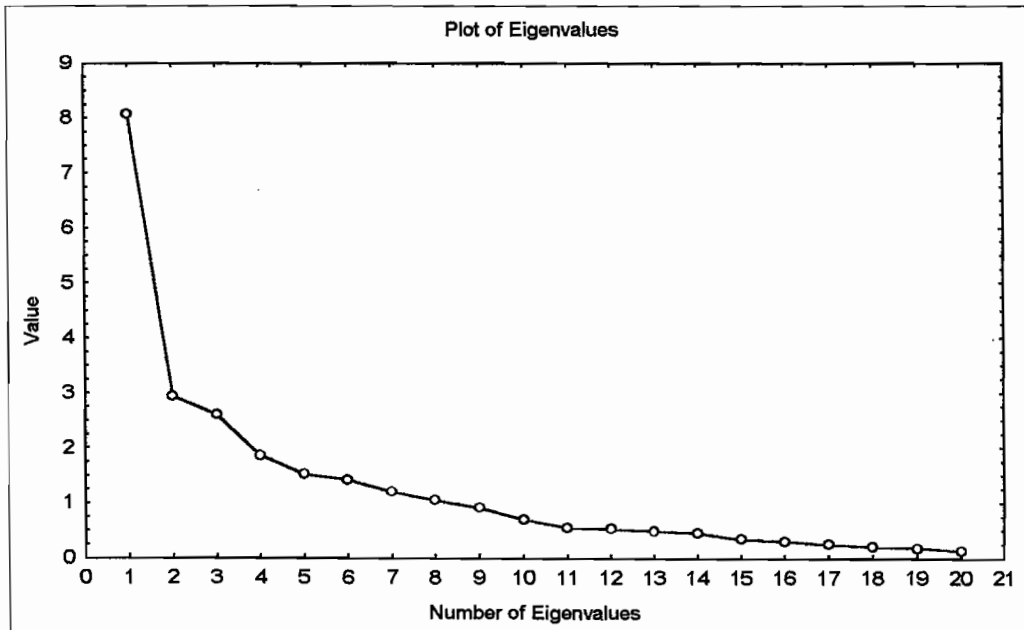


Tabla 4: Correlación entre los factores del análisis de componentes principales y variables de suelo. Factor Loadings

Extraction: Principal components

(Marked loadings are > .700000)

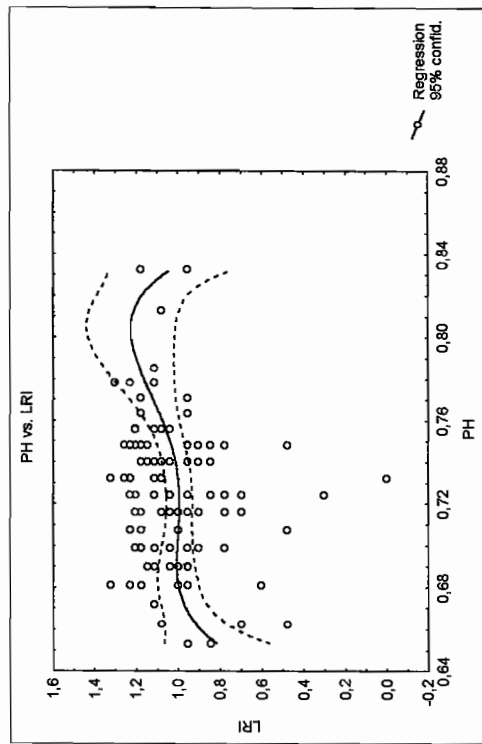
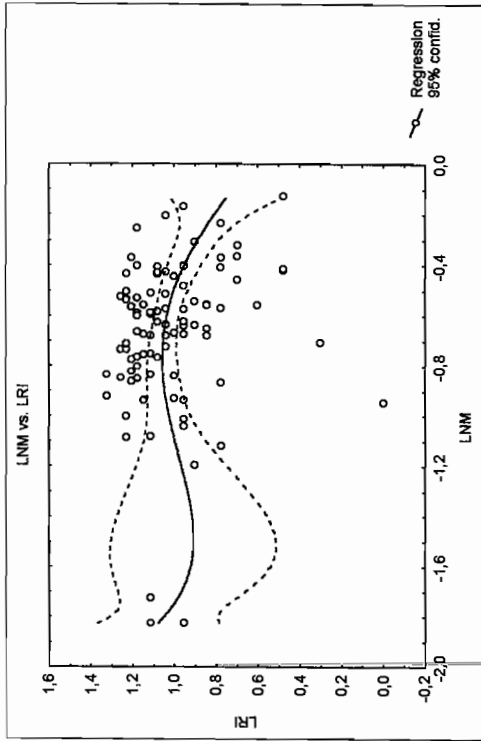
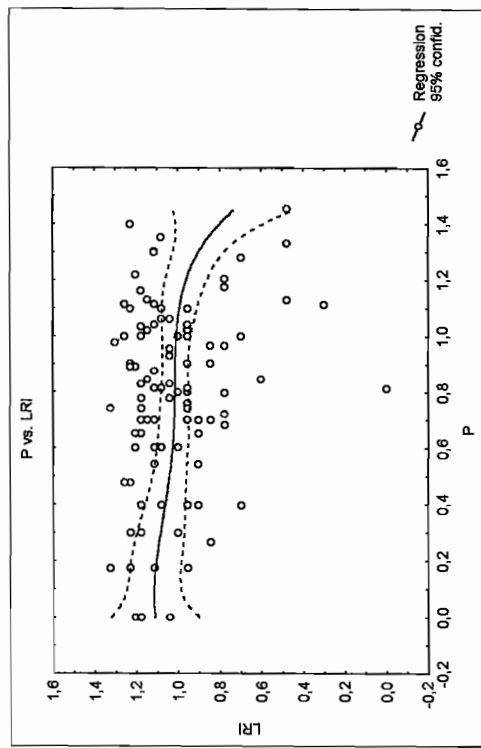
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Factor 5	Factor 6	Factor 7	Factor 8
AREGR%	0.709789524	0.064419113	-0.463450503	-0.214409514	0.132964906	-0.293943573	-0.134568956	0.183315817
AREFT%	-0.039866076	0.244718437	-0.254940762	0.198080288	-0.483143984	0.068569334	0.193485597	-0.405836504
LIMO%	-0.605253824	-0.128076294	0.280198075	0.354389702	0.074578275	0.348252739	0.300211046	-0.160195253
ARCI%	-0.575112917	-0.063693616	0.70011555	-0.083347309	0.014120015	0.104575363	-0.116226816	0.062670082
CA- dis	-0.577452249	-0.038462765	-0.392974306	-0.20502619	-0.528182558	0.068266903	-0.151899276	-0.075977912
MG - dis	-0.612681012	-0.088282813	-0.133377483	-0.191226302	-0.568159496	0.146237445	-0.154007917	0.031337936
N-Kjel (med)	-0.642729671	0.132503561	-0.000568523	-0.605106687	0.188123007	-0.234665184	0.24802476	-0.160376843
NKje(estim)	-0.198833667	0.731288033	-0.125000388	0.086367635	0.210327808	0.221123563	0.170613608	0.024282105
P(ppm)	-0.321836275	-0.083153077	-0.3405958	0.243584992	0.178711802	-0.239293409	0.35885885	0.441469605
K(ppm)	-0.81498194	0.118557857	0.150482492	-0.316688091	-0.012189749	0.069792191	-0.054053535	0.088646807
CD	-0.445140424	0.122936439	0.032318218	-0.22344723	0.140330959	0.020546654	-0.594355006	0.162037325
CO	-0.746213366	-0.363289579	-0.110053414	0.202382609	0.195531561	0.223870621	-0.031980181	-0.006830929
CR	-0.467244804	0.204540791	0.385604718	0.379551785	-0.274517408	-0.415586382	-0.108145882	0.025097414
CU	-0.826836781	-0.155034409	-0.041778855	0.089907168	0.001560133	0.082456247	0.078701437	0.046354173
FE	-0.466982342	0.145234327	0.087562921	0.460987504	-0.121028637	-0.604001462	0.032821378	0.116195588
MN	-0.722935424	-0.379887419	-0.083077255	0.038896648	0.341761759	0.07861109	0.029334999	0.027530629
NI	-0.853865529	-0.284223941	0.01579232	0.158022125	0.118131099	0.098298978	-0.099476788	0.075125846
PB	-0.672245258	0.143225967	-0.377125912	0.055105064	-0.087289449	-0.324292112	0.084455199	-0.011269624
ZN	-0.680740717	-0.105372794	-0.255483053	-0.072260731	-0.055248319	-0.091005763	-0.244299605	0.208638247
AL_INT	0.294531886	0.180180396	0.65548693	-0.206858189	-0.126957605	-0.118966705	-0.011298816	0.056156379
AL_EDTA	-0.385151814	0.303778913	0.616344087	0.016877549	-0.0305787	-0.174358717	0.06068573	-0.067857576
CACO3 %	-0.09527611	0.147514129	-0.034609858	-0.275452458	-0.39207255	0.269306824	0.452918679	0.530382973
C.Org %	-0.523602913	0.729036542	-0.241674026	-0.063226198	0.20620157	0.022976261	-0.030108031	-0.162705091
M.O %	-0.509444304	0.737860871	-0.247883582	-0.07375957	0.210440873	0.03115853	-0.041251458	-0.15858306
C/N%	0.274903237	0.364063698	-0.198114236	0.642051466	-0.084739659	0.317129251	-0.329071255	0.153036522
pH	-0.208264542	-0.65112536	-0.276667467	-0.01465967	-0.00046112	-0.228257165	0.03599887	-0.354579349
Expl.Var	8.070602211	2.936800049	2.607242626	1.860702249	1.524488716	1.410872117	1.200255582	1.046190769
Prp.Totl	0.310407777	0.112953848	0.100278563	0.071565471	0.058634181	0.054264312	0.046163676	0.040238106

Tabla 5: Correlaciones de los scores con las variables de la comunidad vegetal CPVLXIS

Marked correlations are significant at $p < .05000$

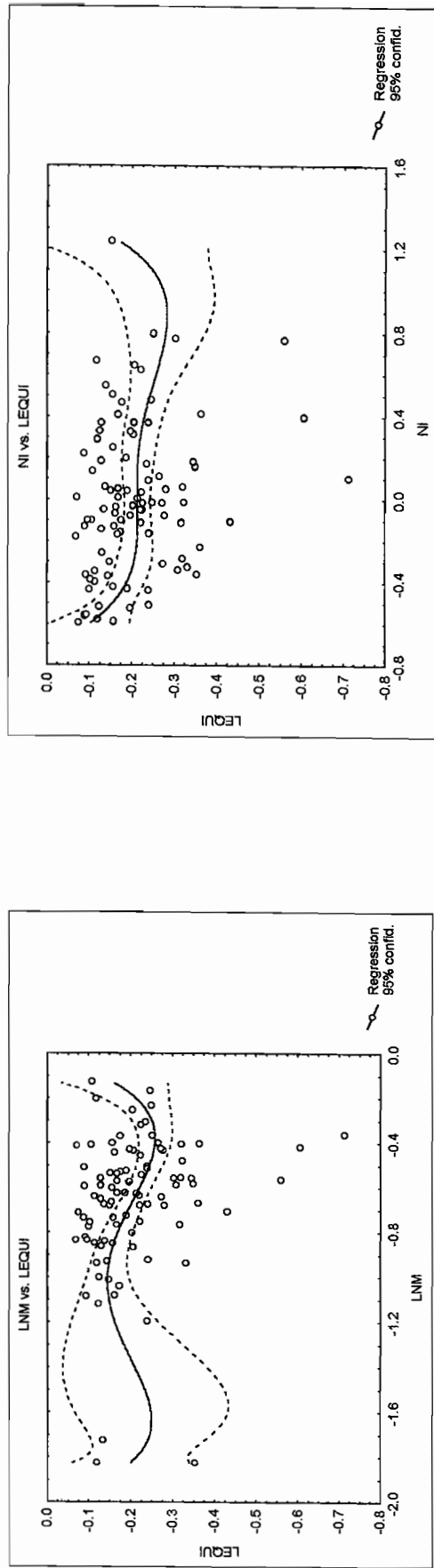
	RIQUE	ENDE	SCORE1	SCORE2	SCORE3	SCORE4	SCORE5	SCORE6	SCORE7
RIQUE	1.00	0.44	0.16	-0.12	-0.09	0.19	-0.07	-0.14	-0.19
ENDE	0.44	1.00	0.32	0.06	0.14	-0.12	-0.13	-0.02	-0.10
H	0.80	0.42	0.28	-0.02	-0.05	0.16	-0.14	-0.06	-0.12
EQUI	0.36	0.44	0.22	0.04	0.02	0.02	-0.10	-0.01	0.01

Figura 1: Graficos de relaciones significativas entre las variables de la comunidad (riqueza, endemismo, diversidad y equitatividad) y las variables de suelo



Riqueza (s)

Figura 1: Graficos de relaciones significativas entre las variables de la comunidad (riqueza, endemismo, diversidad y equitatividad) y las variables de suelo



Equitatividad

Figura 1: Graficos de relaciones significativas entre las variables de la comunidad (riqueza, endemismo, diversidad y equitatividad) y las variables de suelo

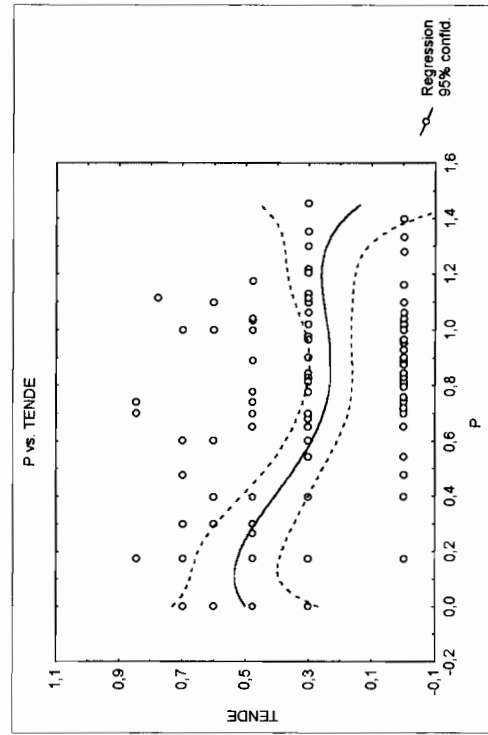
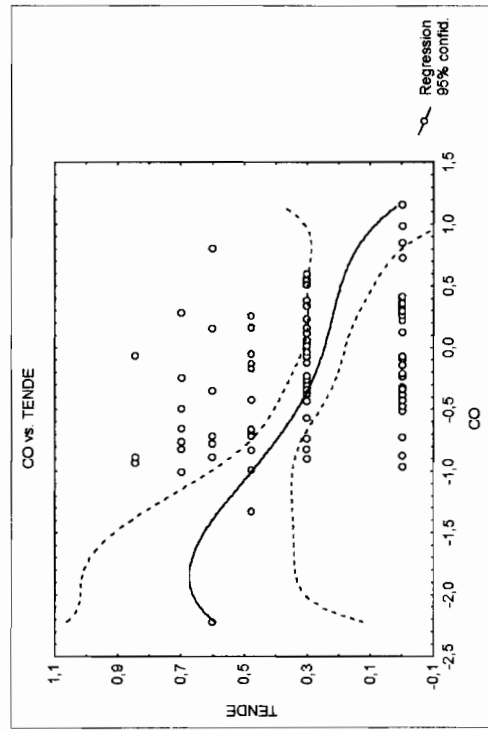
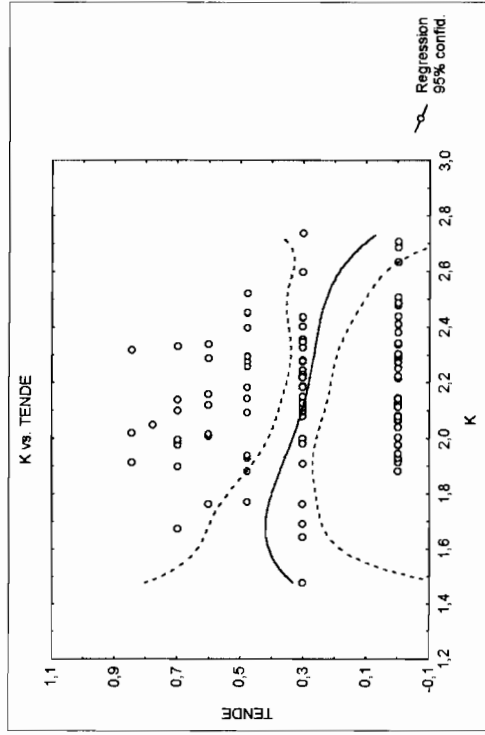
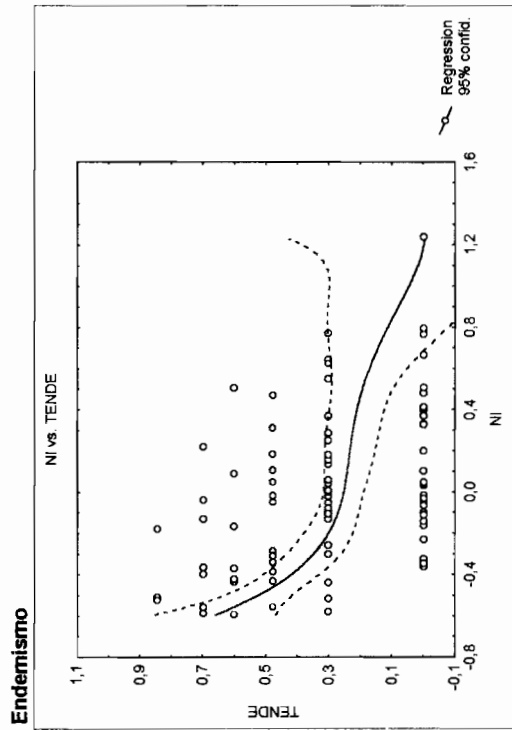
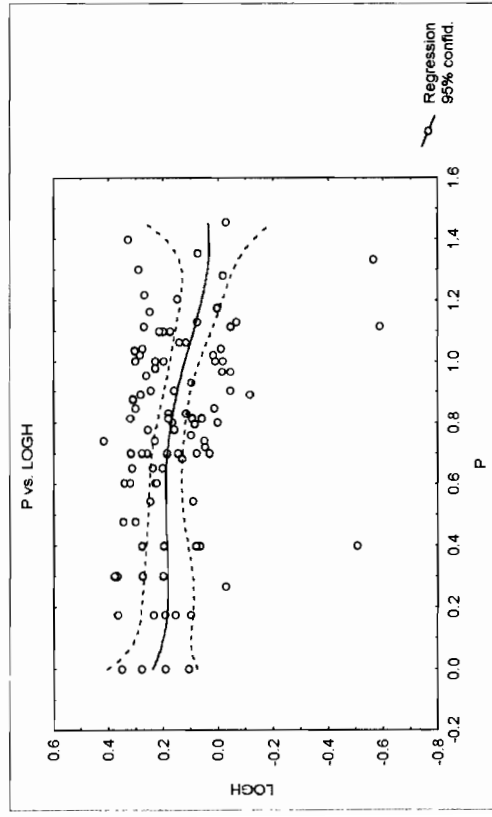
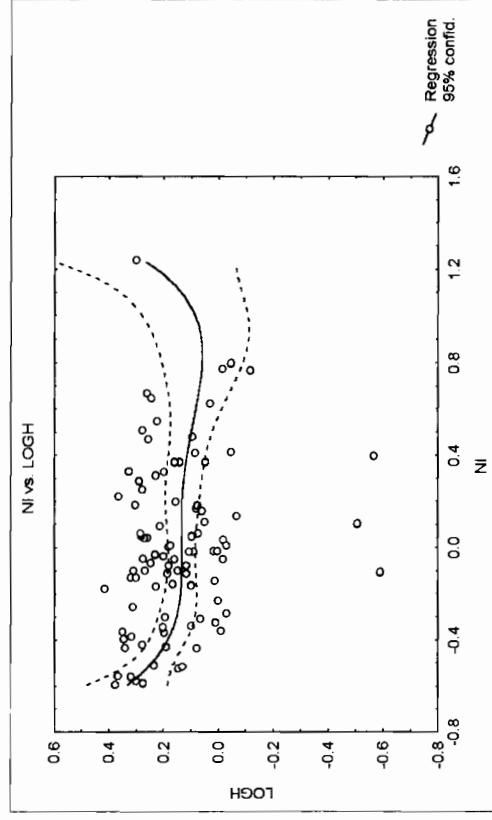
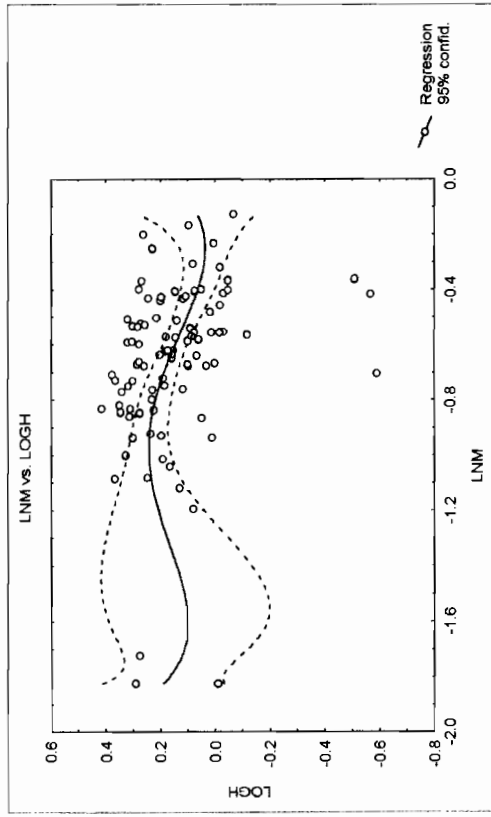


Figura 1: Graficos de relaciones significativas entre las variables de la comunidad (riqueza, endemismo, diversidad y equitatividad) y las variables de suelo



Diversidad (H)