

matriz las parcelas respondían a las filas y en las columnas se encontraban las especies, variables biológicas y ecológicas. Se realizó un análisis estadístico exploratorio calculando la Correlación para identificar las posibles relaciones. Las tendencias principales de variación de la vegetación se determinaron con el Análisis de Correspondencia. Estos análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico Statistica, StatSoft Inc. 1999.

Se determinó la variación de los parámetros de diversidad (S, H', J') ante diferentes actividades de uso y la relación de éstos con la variabilidad florística de la vegetación. A cada comunidad vegetal se le calcularon los parámetros de diversidad: Riqueza específica (S), diversidad biológica de Shannon (H') y equitatividad de Shannon (J') (Magurran, 1989). Se realizaron análisis de regresión simple y polinómica de segundo grado con el fin de detectar relaciones lineales o unimodales entre los parámetros de diversidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Análisis de Correspondencia al considerar los diferentes escenarios se obtuvo que entre el eje 1 (62%) y el eje 2 (31%) se explica 93% de la relación entre el total de variables y censos; la mayoría de las variables no realizaban un aporte significativo, posiblemente por ser muy redundantes.

Se encuentran correlacionados con el primer eje los sitios: Conservado y los que tienen usos forestal y minero, los dos primeros se relacionan positivamente entre sí, y negativamente con el último (Fig. 1). Mientras, con el segundo eje se correlaciona positivamente el sitio con uso ganadero. No existe relación significativa entre el comportamiento de los sitios conservado, forestal y minero con el ganadero.

Caracterizan los sitios conservado y con uso forestal el contenido de magnesio en el suelo y la composición de especies herbáceas nativas, el magnesio está correlacionado negativamente con el sitio con uso minero. En el caso del sitio con uso ganadero lo caracteriza el contenido de potasio en el suelo que está altamente correlacionado con las especies introducidas (invasoras).

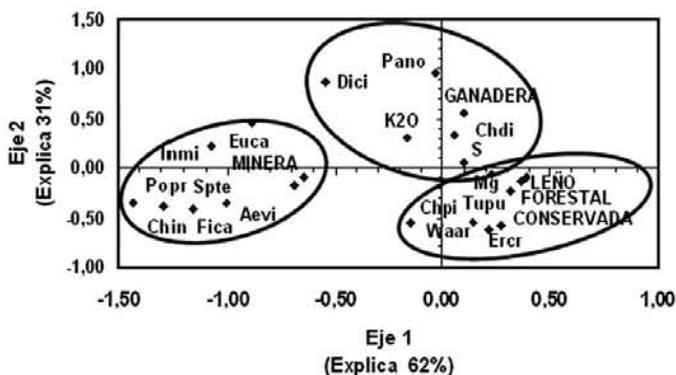


Fig. 1. Análisis de Correspondencia, en los dos primeros ejes, de cuatro comunidades con diferentes actividades de uso en la Reserva Florística Manejada San Ubaldo Sabanalamar. Leyenda: Leño- leñosas, Mg- magnesio, Tupu- *Turnera pumilea*, Chpi- *Chamaecrista pilosa*, Waar- *Walteria arenicola*, Erce- *Eriosema crinitum*

En el análisis dual de las especies y variables se observa una segregación en función de los sitios según el cambio de usos estudiados. Las especies que caracterizan los sitios conservado y con uso forestal son *Turnera pumilla*, *Chamaecrista pilosa*, *Eriosema crinitum*, *Walteria arenicola* (especies de bosque aciculifolio a veces discontinuo (sabanas seminaturales) y ecosistema de reemplazo artificial con dosel que posee características foliares similares a las del bosque aciculifolio). El que cuenta con uso minero lo caracterizan las especies *Eupatorium capillifolium*, *Indigofera miniata*, *Polypremum procumbens*, *Aeschynomene viscidula*, *Fimbristylis capillaceus*, *Sporobolus tenuissimus* y *Chloris inflata* (especies rehabilitadoras), mientras que el sitio con uso ganadero lo caracteriza las especies *Paspalum notatum*, *Chamaecrista diphylla* y *Dichrostachys cinerea* (especies invasoras y expansivas oportunistas) (Tabla 1).

Se evidencia que el sitio forestal aún mantiene características del conservado, presenta especies herbáceas nativas y el suelo cuenta con alto contenido de magnesio; sin embargo el sitio con uso ganadero ya ha perdido las características esenciales del conservado, predominando las especies introducidas y los suelos con altos contenidos de potasio. El sitio donde se realizaron las actividades mineras presenta una mezcla de especies, cuenta con leñosas nativas, herbáceas nativas o introducidas (Tabla 1).

Tabla 1. Resultado del análisis de correspondencia.

Sitios	Especies	Representatividad
Conservado y Forestal	<i>Turnera pumilea</i> <i>Chamaecrista pilosa</i> <i>Eriosema crinitum</i> <i>Walteria arenicola</i>	Especies herbáceas nativas heliófilas, que se presentan en suelo con alto contenido de magnesio.
Minero	<i>Eupatorium capillifolium</i> <i>Indigofera miniata</i> <i>Polypremum procumbens</i> <i>Aeschynomene viscidula</i> <i>Fimbristylis capillaceus</i> <i>Sporobolus tenuissimus</i> <i>Chloris inflata</i>	Especies leñosas y herbáceas nativas típicas de suelos cuarcíticos o especies introducidas que prefieren suelos calizos.
Ganadero	<i>Paspalum notatum</i> <i>Chamaecrista diphylla</i> <i>Dichrostachys cinerea</i>	Especies introducidas generalmente invasoras, relacionadas con suelos con altos contenidos de potasio.

En la Reserva Florística Manejada objeto de estudio, los sitios más conservados muestran semejante dinámica de desarrollo, la flora y la vegetación son los componentes más afectados en aquellos con actividades de uso minero y ganadero principalmente por la pérdida de la estructura vegetal, la destrucción de nichos y la modificación de la composición florística al facilitar la entrada de especies sinántropas invasoras como *Dichrostachys cinerea*.

Ricardo *et al.* (2006a,b) realizaron estudios en pastizales con diferentes actividades de uso y obtuvieron que las acciones de las especies introducidas ocasionan cambios de transiciones irreversibles entre los estados del ecosistema, su

presencia es un factor determinante en su funcionamiento.

Al comparar los parámetros de la diversidad en las diferentes comunidades se observó mayor riqueza de especies en el sitio conservado, resultado esperado porque al ser la comunidad que menos ha sufrido la afectación antrópica mantiene las especies que determinan el tipo de formación vegetal que lo caracteriza (Tabla 2).

Las comunidades que se establecen en los sitios forestal y minero no presentan variaciones en la riqueza florística, mientras que en el de uso ganadero la riqueza aproximadamente es la mitad de la presente en la comunidad conservada. Al considerar la distribución de la abundancia de las especies, se obtuvo, que la más equitativa es la comunidad forestal lo que pudiera deberse a la forma de manejo que se le da al sitio, ya que, la siembra organizada de las especies forestales determina la distribución equitativa de las especies.

Los mayores valores de la diversidad (H') se obtuvieron en la vegetación conservada y forestal. La diversidad del sitio ganadero y minero es prácticamente la misma, éstos sitios tienen altas afectaciones en su vegetación, o sea similares valores de riqueza y equitatividad, a su vez es inferior a la que se obtuvo en los sitios conservado y forestal.

Tabla 2. Parámetros de la diversidad biológica por sitio de estudio en la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar.

Sitios	H'	Varianza H'	Riqueza	Equitatividad
Conservado	3,28	0,006	47	0,85
Forestal	3,33	0,007	34	0,94
Ganadero	2,69	0,008	25	0,84
Minero	2,67	0,009	31	0,78

El comportamiento de los parámetros de diversidad según las épocas de lluvia y seca no arrojó grandes diferencias interiores en cada comunidad estudiada (Tabla 3).

Tabla 3. Parámetros de diversidad en las épocas de lluvia y seca en los sitios de estudio dentro de la Reserva Florística Manejada San Ubaldo-Sabanalamar.

SITIOS	H'	Varianza H'	Riqueza	Equitatividad
Conservado Lluvia	3,30	0,005	47	0,85
Conservado Seca	3,27	0,008	43	0,84
Forestal Lluvia	3,36	0,005	34	0,95
Forestal Seca	3,31	0,013	29	0,94
Ganadera Lluvia	2,70	0,006	25	0,85
Ganadera Seca	2,61	0,015	22	0,81
Minera Lluvia	2,68	0,006	31	0,78
Minera Seca	2,65	0,017	26	0,77

Con el fin de conocer cómo se corresponden los parámetros de la diversidad y las diferentes actividades de uso considerando las épocas de lluvia y seca se obtuvo que (Fig. 2) los dos primeros ejes explican 100% de la relación, se observa que se producen tres grupos donde los parámetros de diversidad responden a la estacionalidad de las lluvias y las secas en relación con las actividades de uso. La diversidad se relaciona con el sitio forestal, la riqueza con el conservado y los sitios con ganadería y minería se relacionan con la equitatividad. De esta forma se explica cómo se relacionan los parámetros de diversidad en dependencia de las diferentes afectaciones de las comunidades en función de la estacionalidad de las lluvias.

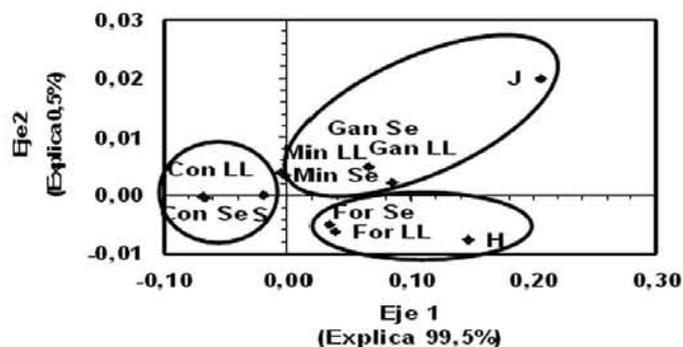


Fig. 2. Correspondencia entre el comportamiento de las épocas de lluvia y seca en los diferentes sitios de trabajo y los parámetros de diversidad. Leyenda: J- equitatividad, H- diversidad, S- riqueza, Min- Minera, Gan- ganadera, For- forestal, Con- conservada, LL- lluvia, Se- seca.

Para conocer cuál de los parámetros (riqueza o equitatividad) determinan los valores de la diversidad (H') se realizó un análisis de correlación obteniéndose que tanto la riqueza (S) como la equitatividad (J) presentan una correlación significativamente alta (Tabla 4), principalmente influye la distribución equitativa de las especies (J).

Tabla 4. Resultados del análisis de correlación para $p < 0.01$.

	Riqueza	Equitatividad
Diversidad	0,94***	1***
Riqueza		0,94***

Para conocer de cuál parámetro depende la H' en relación con las épocas de lluvia y seca se realizó un análisis de dispersión simple por sitio de estudio (Figs. 3, 4, 5, 6). En la caracterización cuantitativa de la dependencia de los parámetros de la diversidad con las épocas de lluvia y seca en las distintas comunidades se obtuvo, que en lluvia y en seca la diversidad depende positiva y significativamente de la equitatividad con máxima calidad de ajuste de la recta de la regresión lineal.

En cuanto a la relación de la diversidad con la riqueza el comportamiento es diferente según se analice la comunidad de que se trate, en el sitio conservado la diversidad depende negativamente de la riqueza en la época de seca (Fig. 3), y en

los sitios forestal y minero de la época de lluvia (Figs. 4, 6). Sólo en el caso del sitio con uso ganadero no se relaciona la riqueza con los valores de la diversidad (Fig. 5).

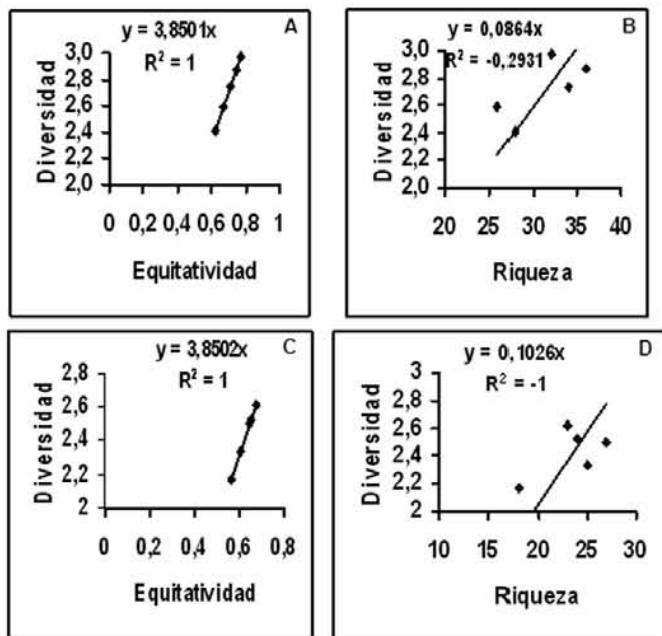


Fig. 3. Relación entre la equitatividad, riqueza y diversidad biológica en la vegetación Conservada. A- Equitatividad y diversidad en época de lluvia, B- Riqueza y diversidad en época de lluvia, C- Equitatividad y diversidad en época de seca, D- Riqueza y diversidad en época de seca.

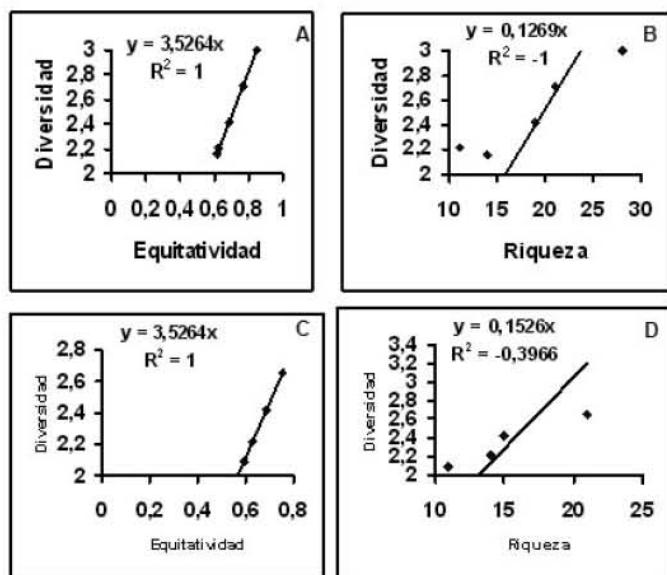


Fig. 4. Relación entre la equitatividad, riqueza y diversidad biológica en el área forestal. A- Equitatividad y diversidad en época de lluvia, B- Riqueza y diversidad en época de lluvia, C- Equitatividad y diversidad en época de seca, D- Riqueza y diversidad en época de seca.

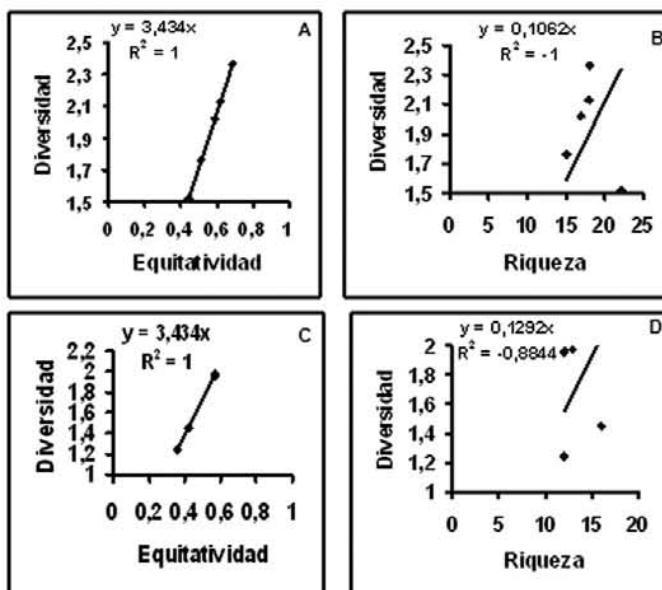


Fig. 6. Relación entre la equitatividad, riqueza y diversidad biológica en el área minera. A- Equitatividad y diversidad en época de lluvia, B- Riqueza y diversidad en época de lluvia, C- Equitatividad y diversidad en época de seca, D- Riqueza y diversidad en época de seca.

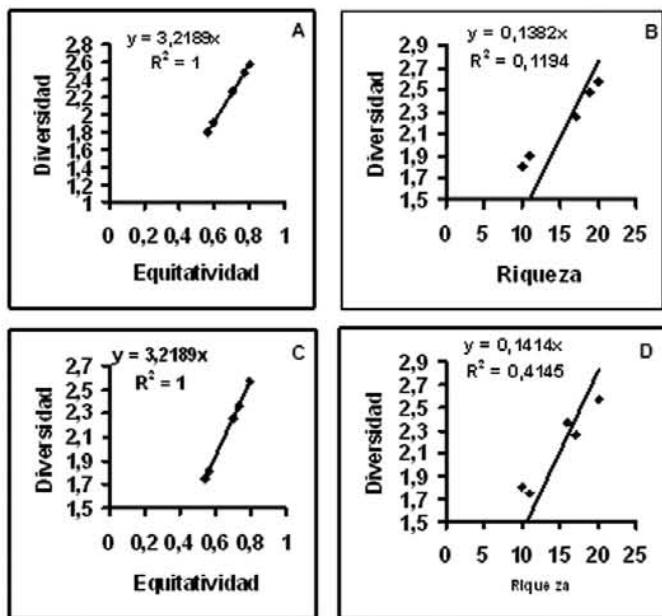


Fig. 5. Relación entre la equitatividad, riqueza y diversidad biológica en el área ganadera. A- Equitatividad y diversidad en época de lluvia, B- Riqueza y diversidad en época de lluvia, C- Equitatividad y diversidad en época de seca, D- Riqueza y diversidad en época de seca.

CONCLUSIONES

- ♦ La flora y la vegetación son los componentes del área más perturbados por la pérdida de la estructura vegetal, la