

Ensayo de agroforestería sucesional en la ladera sur de la cordillera del Tunari del municipio de Vinto, Cochabamba, Bolivia, 2001 - 2009

Noemi Stadler-Kaulich

Red Espacio Compartido en Sistemas AgroForestales, ECO-SAF, Cochabamba, Bolivia

e-mail: noemi.stadler-kaulich@t-online.de

Resumen

El pastoreo no controlado en las laderas de la Cordillera del Tunari lleva a la erosión y la compactación de los suelos. Por consiguiente, en tiempo de lluvia, el agua no puede infiltrar, provocando riadas que destrozan los terrenos cultivados aguas abajo e inundaciones en las poblaciones del valle. Al no poder penetrar el agua en la tierra, existe el riesgo que se sequen las vertientes naturales y que se pierdan los almacenes hídricos en el subsuelo. A través de la aplicación de sistemas agroforestales, existe la posibilidad de mejorar esta situación, logrando al mismo tiempo una productividad a largo plazo. Este texto describe los principios de sistemas agroforestales sucesionales y los primeros ocho años de la implementación, el manejo y las experiencias obtenidas en una parcela con un sistema agroforestal con la especie primaria del árbol de aceituna. La aplicación de sistemas agroforestales sucesionales, propicia una práctica cultural sostenible que garantiza y promueve un uso sostenible de los recursos naturales para la producción y se constituye en una inversión de mediano a largo plazo, aportando un servicio ambiental aun no recompensado, pero necesario.

Palabras clave:

Agroforestería, sistemas agroforestales sucesionales, recuperación de suelos degradados, producción agrícola sostenible.

1 Descripción de las condiciones marco del piso ecológico “valles interandinos” de Bolivia

El Valle Central de Cochabamba en Bolivia forma parte de los Valles Interandinos, que según los datos climáticos, pertenecen a una zona semiárida. Las precipitaciones anuales en el municipio de Vinto del departamento de Cochabamba, oscilan entre 400 a 900 mm [3]. Aunque el tiempo de lluvia habitualmente dura desde noviembre hasta marzo, la mayor parte de las precipitaciones ocurren entre enero y febrero y son de carácter súbito y fuerte. La temperatura media anual es de 18 °C [1]. Las tierras en esta

región son de textura variable desde arenosas hasta arcillosas; además, las laderas de la cordillera del Tunari presentan estructuras pedregosas.

Donde existe disponibilidad de riego, durante todo el año son cultivados los terrenos, de lo contrario son temporales. Los cultivos tradicionales son maíz, cebolla, haba, arveja, manzanilla, papa, variedades de legumbres, lechugas y flores. Existen plantaciones de frutales y granjas lecheras, que producen maíz forrajero y alfalfa para el ganado. En las laderas de la Cordillera del Tunari, los pequeños productores agrícolas y sus familias son dueños de un reducido hato de vacas criollas, alimentadas sobre todo por el pastoreo en lugares de acceso libre. La leche obtenida asegura parte de la dieta diaria y los terneros dan seguridad financiera. A causa del pastoreo intensivo e incontrolado, los suelos en las partes altas de las laderas y por la presencia de piedras no son aptos para el cultivo, y presentan una degradación fuerte. Aparte de la presencia de algunos ejemplares del árbol de molle (*Schinus molle*), la vegetación consiste en un reducido número de arbustos de chacatea (*Dodonaea viscosa*) y de algarrobo (*Prosopis* sp.). Los terrenos se presentan desnudos, sin capa vegetal, debido a la erosión por precipitaciones y vientos fuertes, a veces incluso la quema, presentando problemas de poca infiltración del agua de lluvia al suelo compactado por las pezuñas de los animales, originando riadas, provocando cárcavas y, aguas abajo, el destrozo de chacras cultivadas e inundaciones en los asentamientos humanos.

2 La agroforestería sucesional

La agroforestería sucesional es un sistema holístico de producción, basado en la imitación de la naturaleza. Este método de producción aspira a restaurar y/o mantener la biodiversidad del ecosistema originario del lugar; mejora la fertilidad del suelo y su capacidad de retención de agua, aparte de profundizar la capa arable. Por las condiciones mejoradas para el cultivo, las plantas demuestran un mejor desarrollo y resistencia a plagas y enfermedades, generando un equilibrio natural, debido a la presencia de insectos benéficos y evitando plagas dañinas. La práctica de la agroforestería sucesional consiste en reconocer que el suelo en lugares sin intervención del hombre, nunca se encuentra desnudo y que en la naturaleza de ninguna forma existen monocultivos, sino siempre la simbiosis entre diferentes especies, logrando un equilibrio fisiológico y sanitario. El principio más importante del sistema agroforestal sucesional consiste en que son plantadas y/o pueden crecer por regeneración natural, en un cierto lugar y al mismo tiempo, las especies nativas de la zona en asociación con especies productivas aptas para las condiciones locales.

La regeneración natural de un cierto lugar, que por cualquier razón ha quedado sin vegetación, demuestra varias etapas. En cada una dominan diferentes especies que son clasificadas por sus diferentes ciclos de vida y su momento de aparición dentro de la sucesión natural: Las especies pioneras tienen un ciclo hasta 6 meses; las especies secundarias de ciclo corto (secundarias I) hasta dos años; las especies secundarias de ciclo mediano (secundarias II) hasta 15 años, las especies secundarias de ciclo largo (secundarias III) hasta 80 años y las especies primarias sobrepasan los 80 años (Milz

1997: 44 – 45). Las especies pioneras por ejemplo son las gramíneas, las secundarias I hierbas y pequeños arbustos, las secundarias II arbustos mayores y/o arbolitos y las secundarias III árboles, al igual que las especies primarias. Las especies pioneras y secundarias transforman un cierto espacio, acumulando material orgánico, hasta que haya tanta abundancia nutritiva y energética en este mismo para que pueda desarrollar una especie con mayores requerimientos, como son las especies primarias, que en general son el propósito principal de productividad de la parcela. El objetivo de las especies secundarias, que pueden ser maderables, frutales, forrajeros, medicinales u ornamentales, es dar protección física a la parcela y dinamizar el desarrollo del consorcio¹.

Aparte de la clasificación por el ciclo de vida, las especies son clasificadas por su estrato, quiere decir por las características de altura y diámetro de su copa. En cada grupo de especies pioneras, secundarias y primarias son distinguidas las especies según su estrato en bajo, medio, alto y emergente. Esta clasificación apoya la selección de las especies por plantar dentro un cierto consorcio y la aplicación de la poda, observando que ni sean combinados de forma cercana dos árboles con la misma forma de copa a la misma altura, ni podado un árbol clasificado como “emergente” como si fuera “bajo”.

Las clasificaciones facilitan la implementación de una parcela agroforestal, ya que en vez de esperar el proceso de la sucesión por naturaleza, la aplicación de sistemas agroforestales consiste en que en un mismo tiempo son plantados dentro de una misma parcela todas las especies seleccionadas para el consorcio productivo. Entonces, la diferencia mayor entre sistemas agroforestales sucesionales y la naturaleza con su sucesión natural, consiste en que el método de la agroforestería sucesional apunta a la plantación y el desarrollo simultaneo de las especies en el consorcio. Aplicando estas observaciones básicas, en una parcela de producción por agroforestería sucesional, son sembradas y plantadas, dentro un mismo lapso de tiempo, una gran diversidad de especies productivas y acompañantes, aptas para este lugar, y además se deja desarrollar ciertas especies de regeneración natural.

El manejo de la parcela de agroforestería sucesional, una vez implementada, consiste sobre todo en las podas. En estas se pueden distinguir las podas de formación y poscosecha de las especies productivas y las podas que disminuyen la altura y/o el diámetro de la copa de las especies acompañantes. Estas últimas son manejadas según las necesidades de las especies primarias y secundarias productivas. Los espacios entre los árboles en la parcela agroforestal son habitados por especies pioneras y secundarias I y II, resultado de la regeneración natural, o por la siembra de cultivos a corto plazo.

En la naturaleza se puede observar, que el brote y crecimiento acelerado de una planta “cortada”, por ejemplo a través de insectos, tiene un efecto dinamizador sobre las plantas vecinas. Entonces, la poda, aparte de hacer lugar para que puedan desarrollar las especies productivas y obtener material orgánico para cubrir, proteger y alimentar el suelo (mulch), tiene un tercer fin, que consiste en acelerar el desarrollo de las especies

¹ Consorcio: Conjunto de especies que pueden cohabitar.

productivas por el efecto dinamizador de las especies secundarias, arbustos y árboles, que están brotando después de haber sido podadas. De la misma forma, plantas que terminan su ciclo de vida pueden provocar en su alrededor un efecto deprimente. Por esto, las especies pioneras, quiere decir las gramíneas silvestres y/o productivas, deben ser cosechadas en estado de leche, lo que significa antes que seque su tallo (Milz 1997: 40). Tanto el material de la poda como también la paja, por la descomposición de la materia orgánica, aumenta la fertilidad del suelo. De esta forma, dentro de pocos años, se obtiene un bosque productivo en todos sus estratos.

En la agroforestería sucesional, cada árbol, a través de la simbiosis y la poda, ocupa su lugar. El saber donde plantar tal especie y en vecindad de cuales otras especies, además de la poda adecuada en el momento oportuno, es el “secreto” de la agroforestería sucesional. Solamente la práctica misma puede enseñar estos factores fundamentales, ya que toda micro región presenta marcos de condiciones diferentes.

Cabe mencionar que hasta el momento los principios y métodos de la agroforestería sucesional, desde hace unos quince años, son aplicados con mucho éxito en las plantaciones del cacao en Alto Beni, Bolivia. La diferencia de la aplicación de la agroforestería sucesional entre el trópico húmedo del Alto Beni y el clima semiárido del Valle de Cochabamba, consiste en que, en las zonas tropicales los consorcios pueden presentar una mayor variedad de especies y una fuerte regeneración natural. Al contrario, en zonas semiáridas resulta difícil asegurar la sobrevivencia de los plantines y la diversidad de la regeneración natural es limitada. Mientras que en los climas tropicales, el crecimiento de las plantas es durante todo el año, en las zonas semiáridas éste es estacional, realizándose sobre todo durante la época lluviosa y calurosa del año. De igual manera, en el trópico la descomposición de la materia orgánica es rápida y constante, mientras que en las zonas semiáridas la actividad de descomposición sigue la curva de la temperatura junto a la de la precipitación.

3 Experiencia en Mollesnejta / Vinto / valle de Cochabamba

En octubre del año 2001, en la propiedad Mollesnejta en el Valle de Cochabamba, Provincia Quillacollo, Municipio Vinto, ubicado en la ladera de la Cordillera del Tunari por encima del canal de riego, a una altura de 2.700 m.s.n.m. y a unos 3 km de distancia de la Granja Modelo Paírurumani, fue implementada una parcela de Agroforestería Sucesional con una extensión de aproximadamente 0,25 ha. Este predio no había sido cultivado durante años, sino utilizado como pradera para el ganado bovino de la comunidad vecina (ver figura 1). A causa del pastoreo intensivo, el suelo presentó síntomas graves de degradación. Para comprobar que sí es posible aprovechar esta clase de terreno sumamente degradado, pedregoso y con poca agua de riego, bajo un método a la vez sostenible y rentable de mediano a largo plazo, fue realizado este ensayo de agroforestería sucesional.



Figura 1: Foto de la parcela antes de la implementación del sistema agroforestal, agosto de 2001.

La implementación de esta parcela de sistemas agroforestales sucesionales, consistía en la plantación simultánea de los árboles de la especie primaria y especies secundarias. Como especie primaria fue elegida el Olivo o Árbol de aceituna (*Olea europaea*), plantines de estacas provenientes de Argentina y Chile. La distancia entre plantines fue de seis metros y más, dependiendo de las posibilidades de cavar los hoyos a causa de la presencia de piedras enormes. Como especies secundarias fueron plantados frutales de diferentes variedades como Cítricos (*Citrus aurantium*, *Citrus limon*), Higo (*Ficus carica*), Guayaba (*Psidium guajava*) y Tuna (*Opuntia ficus-indica*). Posteriormente, por la pérdida de algunos arbolitos por la hormiga corta hoja, fueron replantados en los lugares que quedaron vacíos, ejemplares de ciruelo (*Prunus* ssp.) Como especies acompañantes, fueron plantadas en esta parcela una gran cantidad de Jacarandas (*Jacaranda acutifolia*), diferentes especies de Acacias (*Acacia floribunda*, *Acacia melanoxinum*, *Acacia nigra*, *Acacia saligna*), Retama (*Cystisus scoparius*), algunos ejemplares de Tipa (*Tijuna tipu/Machaerium acutifolium*), Fresno (*Fraxinus americana*) y tres ejemplares de Eucalipto en el lindero. La distancia de plantación entre las plantas secundarias fue entre 1,5 a 3 m, según la presencia de piedras mayores en el suelo y las características de las especies. Los hoyos de transplante medían 50 x 50 cm para las especies productivas y 30 x 30 cm para las especies acompañantes. Estos habían sido preparados unas dos semanas antes y llenados con una mezcla de la tierra del lugar, tierra vegetal, turba y arena.

Bajo las condiciones de valle, las especies pioneras productivas que aportan a la transformación de un sistema de acumulación hacia un sistema de abundancia, son la cebada, la avena, el girasol, el maíz, el haba, la arveja, el poroto y otros que aportan a la fertilidad del suelo y la diversidad local. Durante los primeros tres años, en la parcela implementada los espacios entre los arbolitos se aprovecharon primeramente con la siembra de haba y arveja, después una mezcla de cebada con avena y en el último año por el girasol. Posteriormente, a partir del cuarto año se dejó crecer el pasto nativo con

flor roja (*Melinis repens*), junto con una regeneración sorprendente de especies pioneras y secundarias I y II. Entre estas, medicinales como Wira Wira (*Achyrocline ramosissima* Britton ex Rugby, *Gnaphalium dombeyanum*, Asteraceae), Khatari papa (*Asterostigma pavonii* Schott, Araceae), Muñi blanco (*Bidens pseudocosmos* Sherff, *Heterosperma tenuisectum*, Asteraceae), Tian Tian (*Trixis aggregata* Rusby, Asteraceae), Misi ningri (*Portulacca* ssp.), Tomate silvestre (*Physalis peruviana*), Quirquilla (*Porophyllum ruderale*), Huaranguay (*Tecoma garrocha*) y otros que solamente pudieron ser identificadas por sus nombres en Quechua, como Sunch'u, Nujchu, Muñi negro, Llantín negro, Suicu, Chumu Chumu, Moajachi y Rara Rara. Desde el año 2008 existe una presencia fuerte de especies conocidas como mejoradoras del suelo como la Garetilla, el Layu y la Ayacana machu. Como especies autóctonas secundarias II aparecieron la Chacatea (*Dodonaea viscosa*), la Tola blanca (*Parastrephia lepidophylla*) y la Tola negra. También había regeneración de especies secundarias III como el Molle (*Schinus molle*), Chirimolle (*Zanthoxylum coco*) y Tecoma ssp.

Los resultados de esta experiencia de agroforestería sucesional, concluido el primer año, fueron prometedores. El arraigo y desarrollo de todas las especies había sido fuerte y saludable, con poca pérdida de plantas. Durante la alargada época de sequía en 2003, hubo ataques fuertes de hormigas corta hoja. Quedaron desnudas ciertas plantas en una sola noche, provocando la muerte de algunas. Al principio se hicieron grandes esfuerzos de defender los plantines contra estas hormigas dañinas, utilizando pegamento en los tronquitos y echando el desperdicio de la misma especie de hormigas proveniente de nidos alejados, alrededor del pie de los árboles afectados. Con el tiempo se pudo observar que la actividad de las hormigas corta hoja era principalmente en lugares con poca presencia de humus en la tierra, y que son atacados con preferencia arbolitos que se encuentran en un lugar inadecuado para su buen desarrollo. Entonces, en vez de combatir la hormiga corta hoja, se empezó hacer el esfuerzo de ganarles como ayudantes, sembrando más especies pioneras para estimular la elaboración de humus en el subsuelo. En la actualidad, los ataques de las hormigas corta hoja han disminuido considerablemente.

Las actividades de manejo de esta parcela de agroforestería sucesional consistieron en:

- Durante los primeros tres años se realizó la siembra de especies pioneras y su cosecha temprana (en estado de grano de leche) junto con el corte de los tallos, dejando que la paja cubra el suelo como mulch.
- En los años 2005, 2006 y 2007 el corte de la gramínea silvestre *Melinis repens* en estado de leche una vez al año, en enero / febrero, dejando la paja cubriendo el suelo y sobre todo depositándola en los pies de las especies productivas. Este trabajo, efectuado a mano con hoz, debe ser realizado con sumo cuidado para no lastimar la regeneración natural de las especies secundarias. Por la alza del costo de mano de obra ni en 2008 ni 2009 fue cortado el pasto silvestre.
- La poda anual de formación de las especies frutales.

- La poda de los arbustos y arbolitos de especies secundarias, cuidando su forma natural de crecimiento, en dos ocasiones anuales. Una en julio/agosto, después de las heladas nocturnas y la otra en enero / febrero, durante el crecimiento fuerte del verano, en el caso que estuvieran tapando una especie productiva. Todo material orgánico proveniente de la poda es picado y depositado en el suelo, mejor aun alrededor de los pies de los arbolitos vecinos, dando protección física al suelo en esta parte sensible, alimentando el edafón y favoreciendo la comunicación entre las diferentes especies dentro la misma parcela.

- Respecto al riego, durante el primer año, éste fue realizado con balde de 10 L a los arbolitos que presentaban estrés por sequía. Los cultivos a corto plazo fueron regados por aspersor durante las noches, siempre y cuando era necesario. En los siguientes dos años, durante la temporada de sequía, desde mayo hasta fines de octubre o incluso noviembre, solamente los frutales recibían un balde de 10 L de agua por semana. Posteriormente, por haber exigido a las especies arbóreas un desarrollo amplio y profundo de sus raíces, ya no había la necesidad de regar. Además, la densidad de las especies, junto con la capa de mulch, para el suelo tiene un efecto protector de los rayos solares y los vientos secos, impidiendo la evaporación. Fuera de ello, con el tiempo la descomposición de la materia orgánica aumenta la capacidad de retención de humedad en el suelo.

Las especies acompañantes, como la Chacatea, el Molle, el Jacaranda y las diferentes variedades de Acacia, bajo las condiciones semiáridas del Valle de Cochabamba, son plantas con alto valor en una parcela agroforestal, por ser resistentes a la sequía, dinamizantes por su crecimiento rápido, soportando bien la poda y ofreciendo mucho material orgánico para cubrir y alimentar el suelo. La Retama, aunque presenta características semejantes, algunos ejemplares permanentemente son infestados con pulgones negros. No se sabe si la Retama tiene la función de atraer a estos insectos para que no sean atacadas las otras especies o si esta plaga, hasta el momento con ningún efecto negativo económico, estuviera ausente si no hubiera presencia de la Retama en este consorcio. Actualmente, se están realizando experimentos para encontrar la repuesta a través de la implementación de otras parcelas, excluyendo la Retama del consorcio. De todos modos, cada año aumenta el número de maraquititas presentes en Mollesneja, demostrando que la naturaleza está buscando la fitosanidad por el equilibrio natural.

En marzo de 2007, 5,5 años después de haber implementado esta parcela, se podían cosechar las primeras frutas de tuna. En 2008, adicionales a las tunas ya había algunos limones. Cada año se presenta una mayor diversidad de especies autóctonas, entre ellas medicinales, ornamentales y las que mejoran la fertilidad del suelo (ver figura 2). A partir de esta experiencia se constata que es posible producir de modo sostenible, sin utilizar fertilizantes, pesticidas químicos, en terrenos de ladera con erosión avanzada, favoreciendo paralelamente la biodiversidad local, mejorando la calidad del suelo, posibilitando la infiltración del agua de lluvia, asegurando de este modo el afluente a las

vertientes y la recarga de acuíferos subterráneos, aportando a la captura de CO₂ a través del crecimiento de especies y la humificación del suelo.

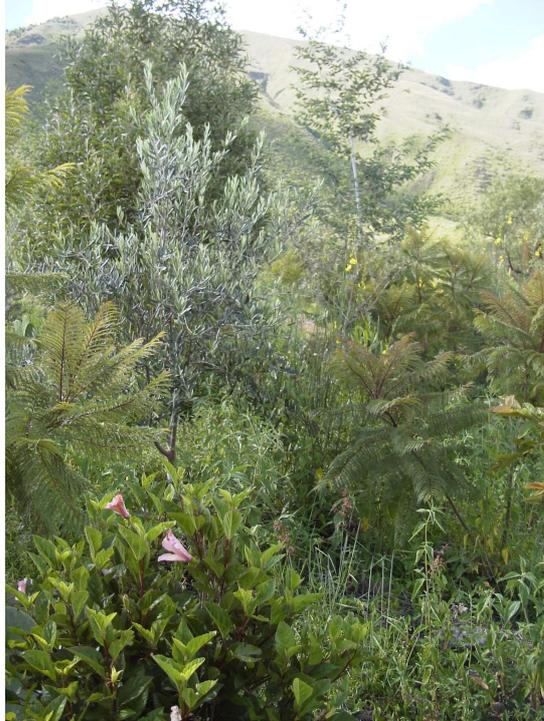


Figura 2: Foto de la misma parcela de la figura 1, en febrero de 2008.

4 Rentabilidad

En esta parcela fueron plantadas unas 300 plantas arbóreas por 1.000 m², quiere decir un total de aproximadamente 750 plantines. De estos, una 1/3 parte (250 ejemplares) son especies productivas (Árbol de aceituna 19 ejemplares, Cítricos, Higo, Guayaba, Ciruelo y Tuna) y 2/3 parte (500 ejemplares) son especies maderables (Jacaranda, Acacia floribunda, Acacia melanoxinum, Acacia nigra, Acacia saligna, Retama, Tipa, Fresno, Eucalipto).

Los gastos en las plantas significaron un promedio de unos 25 Bs por cada especie productiva (250 ejemplares por 25 Bs hacen un total de 6.250 Bs) y unos 2 Bs por especie maderable (500 ejemplares por 2 Bs hacen 1.000 Bs.), dando un total de 7.250 Bs para plantas.

La mano de obra para la excavación de los hoyos y la plantación fue de dos jornaleros durante seis días, significando con los precios actuales de 60 Bs por jornal, un total de 720 Bs. El manejo de la parcela costó unos 15 jornales/año, quiere decir 900 Bs/año. Durante la primera estación de sequía fueron regadas las especies productivas una vez por semana, en los primeros años había que realizar la poda de formación y después las podas de manejo.

Entonces, desde 2001 hasta fines de 2009 se gastó cerca de 15.350 Bs en esta parcela de 2.500 m² con un sistema agroforestal sucesional con frutales y el árbol de aceituna.

Las especies frutales en esta parcela ya han dado primeros frutos, en una cantidad como para el autoconsumo. Además, en esta parcela ya se ha podido cosechar leña y las flores han aumentado la producción de miel de las colmenas propias. La especie *Olea europaea* recién entrará en producción a partir de sus 15 años de desarrollo con una producción máxima entre los 35 y 150 años. La producción mínima anual por árbol es estimada en 10 kg de aceitunas, equivalente a unos 2 L de aceite.

Hasta el momento, no se puede hablar de rentabilidad económica en esta parcela de agroforestería sucesional, porque la producción de la especie *Olea europaea* es a largo plazo, ignorando hoy en día el precio de venta de sus productos, que son las aceitunas y el aceite de oliva. El resultado más sobresaliente hasta el momento es la recuperación de la fertilidad del suelo en este espacio.

5 Conclusión

La experiencia de agroforestería sucesional en el la ladera sur de la Cordillera del Tunari del Municipio de Vinto, Cochabamba Bolivia, hasta el momento, ha dado resultados positivos, a pesar de las condiciones limitadas de clima, suelo, recurso agua y la restringida² diversidad de las especies. El desarrollo de diferentes especies en esta parcela muestra la ausencia de plagas y un mejor desarrollo que en un monocultivo. La capa vegetal permanente protege el suelo de la intemperie y mantiene la humedad en el subsuelo por mayor tiempo. La descomposición del material orgánico alimenta los microorganismos en la tierra y aumenta la fertilidad del suelo. Sistemas agroforestales entonces aportan a la economía del productor como también favorecen al medio ambiente.

Referencias

- [1] Boero Rojo, H. 1978. Enciclopedia Bolivia Mágica. La Paz
- [2] Milz, J. 1997. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. La Paz
- [3] Montaña Vergara, J. D. 2000. Monografía de Vinto, Cochabamba
- [4] Blas Lorocachi, R. 2007. Plantas medicinales de Norte de Potosí. Ucuri, Potosí

² Al no ubicar un nivel de comparación (poca, alta, baja, mucha) no entendemos si es positiva o negativa esta diversidad de especies.