



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



Trabajo Experimental presentado al H. Consejo Directivo, como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Evaluación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad biológica en una finca agrícola, del cantón Urdaneta”.

Autor:

Mariana Esther Prieto Solano

Director:

Ing. Amb. Eleonora Layana Bajaña M.Sc.

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2017

Las investigaciones, resultados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo, son de exclusiva responsabilidad del autor:

Mariana Esther Prieto Solano.

DEDICATORIA

Mi tesis está dedicada a Dios, por darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar ante los obstáculos q presenta la vida.

A mis queridos padres por brindarme su apoyo incondicional y brindándome sus consejos haciendo de mí una mejor persona.

A mis hermanos por alentarme a nunca rendirme en el transcurso de mis metas.

A mi novio por brindarme sus palabras y confianza durante todo este tiempo, enseñándome q los sueños cuando se quiere se los cumple.

Mariana Esther Prieto Solano.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por estar conmigo siempre dándome las fuerzas, sabiduría inteligencia y tomar las mejores decisiones, permitiendo hacer posible la culminación de mi carrera.

A mis padres y hermanos que me brindaron su apoyo, amor y poner en mí su confianza y enseñarme q con esfuerzo trabajo y dedicación todo se consigue.

A mi novia Miguel por su paciencia, confianza, ternura, brindándome su mano para ayudarme a pasar los obstáculos que da la vida.

Agradezco a mi tutora Ing. Amb. Eleonora Layana Bajaña M.Sc. quien con su sabiduría y dedicación supo guiarme en este trabajo obteniendo así este título.

Y a mis demás profesores por brindarme un poquito de su paciencia, conocimiento asiendo de mí una profesional.

Mariana Esther Prieto Solano

ÍNDICE

Contenido	Página
1. INTRODUCCIÓN	1- 2
1.1 Objetivos.	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivo específicos	3
1.2 Hipótesis	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4-13
2.1. Agricultura sustentable	4
2.2. Características de la agricultura sostenible	4
2.3. Métodos para lograr una agricultura sustentable	5
2.4. Indicadores de diversidad	5
2.5. Diversidad	6
2.6 Componentes de los índices de diversidad	7
2.7. Índice de diversidad Shannon-Weaver	8
2.8. Índice de Margalef	8
2.9. Importancia de los índices de diversidad	9
2.10. Cálculo de los índices de diversidad	10
2.11. Materia orgánica	11
2.12. Beneficios de la Materia Orgánica en el Suelo	11
2.13. Contenido de materia orgánica	12-13
3 MATERIALES Y MÉTODOS	14-18
3.1. Ubicación del ensayo	14
3.2. Material Experimental	14
3.3. Factores Estudiados	14
3.4. Tratamientos	14
3.5. Método	15
3.6. Diseño	15
3.7. Manejo del ensayo	16
3.7.1 Ubicación de lotes	16

3.7.2	Recolección de muestras	16
3.7.3	Toma de muestras de suelo	16
3.7.4	Conteo poblacional por lote y especie	17
3.7.3	Análisis de los datos	17
3.8	Datos Evaluados	17
3.8.1	Inventario de especies	17
3.8.2	Evaluación de la diversidad y conteo de especies	18
3.8.3	Cálculo del índice de biodiversidad	18
3.8.4	Análisis de suelos	18
4	RESULTADOS	19-24
4.1.	Inventario de especies	19
4.2.	Evaluación de la diversidad y conteo de especies	20
4.3.	Cálculo del índice de biodiversidad	21
4.4.	Análisis de suelos	22-24
5	DISCUSIÓN	25-26
6	CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES	27-28
7	RESUMEN	29
8	SUMMARY	30
9	LITERATURA CITADA	31-34
10	ANEXOS	36-42

I. INTRODUCCIÓN

La Agricultura sustentable es el manejo y conservación de los recursos naturales y la orientación de cambios tecnológicos e institucionales de manera de asegurar la satisfacción de las necesidades humanas en forma continuada para la presente y futuras generaciones.

Tal desarrollo sustentable conserva el suelo, el agua, y recursos genéticos animales y vegetales; no degrada al medio ambiente; es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable. (FAO, 1992, citado en von der Weid, 1994).

Dentro de la agricultura sustentable están las prácticas agroecológicas, que se encargan de conservar una agricultura productiva, ayudando de esta manera a reducir el uso de recursos naturales y disminuir el negativo impacto medioambiental y socioeconómico. (Ligio, 2003)

La agroecología permite conservar la biodiversidad y desempeña un rol en los sistemas agrícolas e incluso pecuarias con el propósito de obtener producción sustentable.

Los diferentes sistemas agropecuarios impulsan una diversa variedad de servicios ecológicos en los agroecosistemas. Cuando hay una disminución de la agrodiversidad esto provoca inestabilidad ya que estos sistemas se vuelven dependientes de insumos externos, además llegan a necesitar de fuentes externas de recursos, y al dejar de funcionar esto provoca un desmoronamiento.

La biodiversidad en los agroecosistemas tiene como papel importante el aumentar la productividad. El potencial de sistemas biodiversos ayuda a obtener sistemas agropecuarios sostenibles, con capacidad de progreso,

teniendo en cuenta el uso racional de los recursos naturales y el cuidado del medio ambiente.

El estudio de la biodiversidad surge en estrecha relación con la taxonomía, la evolución, la biogeografía y la ecología, pero con planteamientos propios de los que se espera surjan nuevos paradigmas (Heywood, 1994; Pearson, 1995; Halffter y Favila, en prensa). Sus líneas de trabajo más notables tienen que ver con el papel de la diversidad de organismos, con la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, con su valor y uso por el hombre y con su inventario y seguimiento (Favila y Halffter, 1997; Schluter y Ricklefs, 1993).

Es importante que la valoración y el seguimiento de la biodiversidad, así como la forma en que se realizan los inventarios, se efectúen con una directriz de investigación común y con planteamientos que logren unificar la obtención de información. El propósito es realizar estimaciones que permitan comparar sitios críticos para la protección, identificar especies clave e indicadoras, valorar los procedimientos empleados para el aprovechamiento de los recursos y evaluar aquellos sistemas productivos con mejor rendimiento y menor impacto en la diversidad biológica. La meta es dar uniformidad a la información científica y técnica obtenida, para proponer acciones concretas de conservación y manejo que den mejores resultados en la práctica.

La agricultura sustentable busca generar sistemas de producción basados en el empleo de los recursos locales evitando los impactos ambientales negativos al medio ambiente, mediante la diversidad de cultivos, y de esta manera tener sistemas más económicos con alta biodiversificación. (Salmon-Miranda, 2012)

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Evaluar la sustentabilidad biológica de una finca agrícola con la aplicación dos índices de diversidad, en el cantón Urdaneta.

1.1.2 Objetivo específicos

- A. Identificar la macroflora existente en la finca “Villa Luz”.
- B. Valorar los índices de diversidad, en el sistema agroforestal y de cultivos de la finca “Villa Luz”.
- C. Analizar los contenidos nutricionales del recurso suelo en muestras de extraídas de la finca “Villa Luz”.

1.2. Hipótesis

La identificación de los valores en los índices de diversidad, indicarán la sustentabilidad del agroecosistema.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Agricultura sustentable

Brunett Pérez (s.f.) define la agricultura sustentable como la agricultura que se concentra en la conservación de los recursos, en la utilización de escasos insumos y en la regeneración de los sistemas agrícolas.

Así mismo establece que la agricultura sustentable crea un manejo efectivo de los recursos naturales para satisfacer las necesidades cambiantes de la humanidad, mientras se mantiene o se mejora la base de los recursos y se evita la degradación ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo.

Según Espín Chico (2013) los objetivos de agricultura sustentable son:

- Una mayor incorporación de los procesos naturales a los procesos de producción agrícola.
- Reducción de insumos externos e insumos no renovables
- Acceso más equitativo a los recursos productivos, a las oportunidades y al progreso.
- Uso más productivo del conocimiento y prácticas locales.
- Incrementar las relaciones entre productores y la población rural.
- Asegurar la sustentabilidad de largo plazo por medio de las relaciones entre patrones de cultivo, el potencial productivo y las restricciones ambientales.
- Conservación de agua, suelo, energía y recursos biológicos.

2.2. Características de la agricultura sostenible

Galvis (2011) menciona que los componentes de una agricultura sustentable no son sólo económicos, sino también ecológicos y sociales. Por eso, se presentan los siguientes elementos:

- El mejoramiento y la conservación de la fertilidad y de la productividad del suelo con estrategias de manejo (insumos de bajo costo).

- La satisfacción de las necesidades humanas.
- La viabilidad económica.
- La equidad y mejora de la calidad de vida de los agricultores y de la sociedad.
- La minimización de los impactos, protección y mejoramiento del ambiente.
- La durabilidad del sistema en el largo plazo en lugar de la rentabilidad de corto plazo.

2.3. Métodos para lograr una agricultura sustentable

La sustentabilidad en la agricultura con frecuencia se puede mejorar al combinar prácticas tradicionales con tecnologías modernas, como la siembra simultánea, agro silvicultura, silvipastura; así como la rotación y la labranza de conservación. El beneficio de estas prácticas consiste en que los cultivos explotan diferentes recursos o interactúan entre sí, evitando la erosión y pérdida de nutrientes (Galvis, 2011).

De la misma manera define que las prácticas promovidas para el desarrollo de la agricultura sustentable son: cultivos tradicionales, abonos verdes, rotación de cultivos, integración de sistemas agrícola-pecuarios y sistemas agro-forestales. Estos últimos, se convierten en agroecosistemas que permiten crear sistemas para la obtención de plantas o animales de consumo inmediato o transformable, sobre los ecosistemas naturales. Estas técnicas agroecológicas tienen como objetivo mejorar el equilibrio del flujo de nutrientes y conservar la calidad de los suelos, fomentar la agrobiodiversidad, minimizar el uso de insumos externos y conservar y rescatar los recursos naturales.

2.4. Indicadores de diversidad

De acuerdo con Bouza y Covarrubias (2005) a lo largo de las últimas cuatro décadas se han registrado avances importantes en los estudios ecológicos y particularmente de estadística en la ecología, ejemplos de ello son las contribuciones al estudio de las distribuciones espaciales de organismos y los diseños de estudios ecológicos.

Además consideran a la diversidad como una propiedad medible intrínseca de la comunidad, definida como el promedio de la rareza de especie.

Bubb, Almond, Chenery, Stanwell-Smith, Kapos y Jenkins (2011) establecen que un indicador puede definirse como “una medida basada en datos verificables que transmite información más allá de sí mismo”. Esto significa la interpretación o el significado que se atribuye a los datos depende del propósito o del tema de interés. Los indicadores de biodiversidad se desarrollan de forma “única” para responder a las necesidades de un estudio o informe particular o pueden desarrollarse para la elaboración de informes o la toma de decisiones a largo plazo.

También consideran que los indicadores exitosos también se elaboran de forma regular para que puedan utilizarse para hacer un seguimiento de los cambios con el tiempo. El término general “indicadores de biodiversidad” abarca algo que va más allá de las mediciones directas de la propia biodiversidad, como las poblaciones de especies y la extensión de los ecosistemas. También abarca las acciones para garantizar la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible, como la creación de áreas protegidas y la normativa en materia de captura de especies, y las presiones o amenazas a la biodiversidad como la pérdida de hábitats.

Sarandón, Zuluaga, Cieza, Gómez, Janjetic y Eliana (s.f.) mencionan que el uso de indicadores permitió observar claras tendencias en la sustentabilidad general y en los aspectos económicos, ecológicos y socioculturales el desarrollo de indicadores es adecuado para detectar puntos críticos a la sustentabilidad, establecer sus causas y proponer soluciones a mediano plazo.

2.5. Diversidad

La diversidad se puede estudiar a diferentes niveles, el primero de ellos es el alfa, es decir la diversidad local: número de especies en un área prescrita. El siguiente nivel de diversidad es beta y se refiere a la tasa de recambio de especies conforme nos movemos de una comunidad a otra o a lo largo de un

gradiente ambiental. Finalmente el nivel de diversidad gamma es dado por los anteriores y se refiere a la diversidad regional (Landeros y Cerna, 2008).

La diversidad es una característica importante en las comunidades y, por lo general, está relacionada con otras propiedades, así como con su estabilidad y las condiciones a que está expuesta (Ramírez Villarroel, 1993).

Muchos autores han utilizado distintos enunciados para referirse a la biodiversidad, que ya se han difundido a la sociedad en general. Sin embargo, a menudo el uso y abuso de un vocablo termina vaciándolo de contenido. Es posible que algo parecido comience a suceder con el término biodiversidad. Algunos autores incluso se han convertido en detractores del término, argumentando que es tal la magnitud conceptual de este neologismo que expresa todo y, al mismo tiempo, nada (Piera, 1997). Para otros es simplemente un pseudovocablo y una contracción de “diversidad biológica” (Purvis y Hector, 2000).

2.6 Componentes de los índices de diversidad

Existen muchos índices que miden la diversidad ecológica. La explicación de cada uno resultaría en una tarea imposible de presentar en este escrito. Para muchos de ellos existen análisis puntuales sobre las ventajas y desventajas que presentan. Aquí se proponen aquellos cuya aplicación han mostrado utilidad en el manejo de vida silvestre y, al mismo tiempo, que han sido propuestos por otros autores (Ludwig y Reynolds, 1988).

Bouza y Covarrubias (2005) coinciden en señalar que el índice de diversidad está formado por dos componentes: el número de especies o riqueza de especie y la abundancia o equilibrio de especie.

Espinoza, Beltran, Mallque, Corrales y Mamani (2015) mencionan que los componentes de los índices de diversidad son los siguientes:

- Riqueza específica: número de especies que tiene un ecosistema
- Equitabilidad: mide la distribución de la abundancia de las especies, es decir, cómo de uniforme es un ecosistema.

2.7. Índice de diversidad Shannon-Weaver

En los ecosistemas naturales este índice varía entre “0” y no tiene límite superior. Los ecosistemas con mayores valores son los bosques tropicales y los arrecifes de coral; las debilidades del índice es que no toma en cuenta la distribución de las especies en el espacio y no discrimina por abundancia. Si $H' = 0$, solamente cuando hay una sola especie en la muestra y H' es máxima cuando las especies están representadas por el mismo número de individuos. El valor máximo suele estar cerca de 5, pero hay ecosistemas excepcionalmente ricos que puede superar este valor.

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i) (\log_2 p_i)$$

Dónde:

S= número de especies (riqueza de especies)

P_i= proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i), n_i/N .

n_i= Número de individuos de la especie i

N= Número de todos los individuos de todas las especies

2.8. Índice de Margalef

Utilizada para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de la diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

$$DMg = (s-1)/\ln N$$

S=número de especies

N= número total de individuos

Valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad.

2.9. Importancia de los índices de diversidad

Es importante tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equitabilidad. (Ciencias y biotecnología, 2014).

En algunos grupos de organismos (por ejemplo, vertebrados terrestres), la vanguardia de innovación está dirigida principalmente a perfeccionar los sistemas de captura y manejo de la información, más que a la generación de la información misma (Halffter y Favila, en prensa). Además es indudable que la carencia de una cuantificación de la diversidad biológica compromete su propia existencia y aprovechamiento sustentable. Por tanto, es indispensable tener una aproximación metodológica adecuada para obtener mediciones y una estimación del estado que guarda la biodiversidad en la realidad. Existen muchos métodos de análisis para lograrlo. Sin embargo, una forma simplificada, que facilita cuantificar y comparar la diversidad, involucra la utilización de índices. No hay que perder de vista que uno de los objetivos principales, es obtener información que sirva como herramienta en la toma de decisiones.

Esto ha ocasionado que aún exista la necesidad de disponer de estrategias de base sólida para manejar y conservar la diversidad biológica (Toledo *et al.*, 1993; Halffter, en prensa; Sosa *et al.*, en prensa). Para lograrlo, aún es indispensable contribuir de manera importante en la elaboración de dichas estrategias, aplicar la información científica con la que ya se cuenta y subsanar el vacío de información existente en regiones de alta prioridad para la conservación biológica, sin importar si están o no protegidas, o si representan sistemas naturales o inducidos.

Muchos de los patrones en el estudio de comunidades, están estrechamente relacionados con el conocimiento existente en otro nivel jerárquico de la ecología: las poblaciones. Es indispensable considerar que, a partir de este conocimiento, se ha explicado parte de la distribución, naturaleza, organización y funcionamiento de las comunidades (Rhodes *et al.*, 1996; Rosenzweig, 1996).

Esto significa que la sugerencia de que las mediciones se efectúen, considerando la perspectiva ecológica de comunidad, no significa discriminar la información de las poblaciones que la constituyen.

2.10. Cálculo de los índices de diversidad

El cálculo de los índices de diversidad es relativamente sencillo, aún desde un conocimiento rudimentario, pero es importante señalar que al utilizarlos se debe considerar atentamente sus limitaciones para poder interpretar adecuadamente el significado en cada caso particular (Ramírez Villarroel, 1993).

Sosa-Escalante (1998) indica que para esta estrategia, la aplicación de este índice tiene sólo dos objetivos: 1) Definir estadísticamente el grado de la homogeneidad o heterogeneidad de la diversidad alfa en un paisaje o gradiente. 2) Realizar comparaciones con otros sitios o gradientes de estudio.

2.11. Materia orgánica

Román (2013) señala que la materia orgánica se puede considerar a cualquier tipo de material de origen animal o vegetal que regresa al suelo después de un proceso de descomposición en el que participan microorganismos.

El término materia orgánica del suelo (MOS) ha sido usado de diferentes formas para describir los constituyentes orgánicos del suelo. Baldock y Skjemstad (1999) lo definen como “todos los materiales orgánicos encontrados en los suelos independientemente de su origen o estado de descomposición”. Por otra parte Stevenson (1994) llama materia orgánica del suelo, al material orgánico del suelo excluyendo los tejidos microbianos vivos (biomasa), los fragmentos de tejido animal y vegetal inalterado así como productos de descomposición parcial que pueden extraerse del suelo por flotación con un líquido denso. Al hablar de materia orgánica del suelo se debe tener en cuenta a que definición nos estamos refiriendo, es decir debemos asumir una definición según nuestro interés particular.

Particularmente, el uso del suelo para sostener el crecimiento de las plantas y la actividad biológica es una función de sus propiedades físicas (porosidad, capacidad de retención de agua, estructura) y químicas (pH, contenido de sales, capacidad de suministrar nutrientes), muchas de las cuales son una función del contenido de MOS (Doran y Safley, 1997).

Mencionan que puede ser hojas, raíces muertas, exudados, estiércoles, orín, plumas, pelo, huesos, animales muertos, productos de microorganismos, como bacterias, hongos, nematodos que aportan al suelo sustancias orgánicas o sus propias células al morir. Estos materiales inician un proceso de descomposición o de mineralización, y cambian de su forma orgánica (seres vivos) a sus formas inorgánicas (minerales, solubles o insolubles). Estos minerales fluyen por la solución de suelo y finalmente son aprovechados por las plantas y organismos, o estabilizados hasta convertirse en humus, mediante el proceso de humificación.

La materia orgánica actúa sobre la estructura del suelo y favorece la aireación, el drenaje, el enraizamiento y la capacidad de retener agua (Aguirre, s.f.).

La materia orgánica se la considera también uno de los componentes principales de la sustentabilidad de los agroecosistemas (Álvarez, Steinbach, Salas y Grigera, 2002).

2.12. Beneficios de la Materia Orgánica en el Suelo

Acosta Escobar (2011) considera la materia orgánica como el más importante indicador de la calidad de suelo, y la importancia radica en su relación con numerosas propiedades del suelo:

- a. Físicas: Densidad, capacidad de retención de agua, agregación y estabilidad de agregados, color y temperatura.
- b. Químicas: Reserva de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y otros, pH, capacidad de intercambio catiónica, capacidad tampón, formación de quelatos.
- c. Biológicas: Biomasa microbiana, actividad microbiana (respiración), fracciones lábiles de nutriente.

También indica que los cambios en cantidad y distribución de la materia orgánica, propiedades físicas y químicas del suelo; resultan en efectos directos e indirectos sobre la dinámica de las poblaciones microbianas.

Garrido Valero (2001) menciona que la materia orgánica tiene una elevada capacidad de intercambio catiónico, esto es una gran capacidad para retener cationes en el suelo. Además, favorece la microestructura del suelo siendo un elemento muy positivo en la lucha contra la erosión de los suelos. Y en general favorece también el desarrollo de microfauna edáfica. Todos estos factores hacen que este parámetro sea muy útil para conocer de forma indirecta la fertilidad de un suelo determinado.

2.13. Contenido de materia orgánica

Atlas y Bartha (2002) indica que la materia orgánica es un parámetro relacionado directamente con la calidad edáfica, el contenido interviene en la estructura del horizonte, ayuda a formar los complejos arcillo-húmicos, mejora la capacidad de infiltración del agua y aumenta la capacidad de retención y determina la disponibilidad de nutrientes, influyendo por tanto positivamente en la productividad del suelo. Según su contenido en materia orgánica, los suelos pueden clasificarse de la siguiente manera:

% M.O.	Clasificación del suelo
0-2	Muy deficiente en M.O.
2-4	Deficiente en M.O.
4-6	Contenido normal en M.O.
6-8	Contenido apreciable en M.O.
8-10	Humífero
> 10	Muy humífero

Fig 1. Tabla de contenido de M.O. en el suelo. Fuente Atlas y Bartha (2002).

Garrido Valero (2001) sostiene que el contenido en M.O. es más elevado, en general, en los primeros centímetros del suelo (primeros 5 cm de profundidad en zonas naturales y unos 10 cm en zonas cultivadas), disminuyendo en profundidad primero drásticamente y después paulatinamente hasta llegar casi a desaparecer a los 30-60 cm según el caso. En algunos suelos de terrazas

bajas de los ríos se pueden encontrar horizontes profundos con elevados contenidos en materia orgánica, que se formó cuando se depositaron los sedimentos del río. A la hora de realizar un muestreo con el objetivo de conocer el contenido en M. O. es necesario tener en cuenta lo anterior, es decir, tener cuidado en tomar la muestra lo más superficial posible, esto dará idea del contenido más elevado en materia orgánica que tiene el suelo.

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como la presencia de plantas, influyen de manera notable sobre el número y la actividad de las poblaciones microbianas (Luna *et al.*, 2002). Para elucidar las intrincadas interrelaciones y mecanismos de control del flujo de nutrientes y de energía en el ecosistema suelo, se requiere de una cuantificación realista de la biomasa microbiana. A partir de datos realistas de la cantidad de carbono de la biomasa microbiana se puede derivar información valiosa sobre el crecimiento microbiano, la tasa de recambio y de muerte de los microorganismos del suelo y la eficiencia en el uso del C orgánico en suelos (Martens, 1995).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del ensayo

Este trabajo de investigación se lo realizó en la finca “Villa Luz”, la misma se encuentra ubicada a 3,5 km del recinto “Polvareda” en la vía de Ricaurte-Ventanas, del cantón Urdaneta. Las coordenadas geográficas son: 79° 27' de longitud Oeste y 1° 26' de latitud Sur, con una altitud de 60 msnm.

El lugar presenta un clima de tipo tropical húmedo, con precipitación anual de 1900-2000 mm, temperatura media de 25,7 °C y humedad relativa de 83 % promedio anual. Presenta suelos de topografía regular, textura franco-limoso y drenaje regular.¹

3.2. Material Experimental

Como material biológico se utilizó los árboles y diferentes cultivos plantados en los predios de la finca “Villa Luz”. Este predio tiene una extensión de 5,646 hectáreas.

3.3. Factores Estudiados

Los factores que se estudiaron fueron los siguientes:

- A. Diversidad florística y forestal..
- B. Análisis de suelos.

3.4. Tratamientos

Al no tratarse de un bioensayo se establecieron lotes de evaluación, los cuales estuvieron caracterizados por los diferentes cultivos presentes, estos fueron:

Lote 1: maíz

Lote 2: frutales

Lote 3: cacao expuesto al sol

Lote 4: frejol y verdura

Lote 5: cacao bajo sombra

¹ Fuente: Red de estaciones meteorológicas (INAMHI), 2014.

Cuadro 1. Georeferenciación de lotes y diversidad biológica con la aplicación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad en una finca agrícola. Urdaneta, 2016.

Lotes	Coordenadas UTM		Área
	Latitud Sur	Longitud Oeste	
Lote maíz	705000	9805000	1,0000
Lote frutales	705015	9805011	0,7056
Lote cacao sin sombra	705018	9805018	2,0000
Lote fréjol	705024	9805014	0,5292
Lote bajo sombra	705042	9805027	1,4112

Para la determinación de la biodiversidad se realizó la evaluación total de las 5,464 ha de la finca, mediante un inventario de las especies de flora agrícola del predio, incluyendo los cultivos. En el análisis de suelos y materia orgánica en cada lote se seleccionó cuatro sectores de muestreos al azar. Los datos de las variables se anotaron en una bitácora de campo, para esto se seleccionó muestras de hojas, flores y fructificación, estas fueron llevadas al laboratorio para la clasificación taxonómica de las mismas mediante claves, clasificarlas y cuantificarlas.

3.5. Método

Debido a la naturaleza de la investigación se emplearon los métodos teóricos: Inductivo y deductivo. De la misma manera se aplicó el método científico empírico. Para la evaluación de las especies se utilizaron dos índices de diversidad biológica y para la clasificación de especies se emplearon claves taxonómicas del ICBN (Código Internacional de Nomenclatura Botánica) en su ABA 4.

3.6. Diseño

Para la realización de este trabajo se utilizó, estadística descriptiva, inferencial y paramétrica, para la medición de las variables. Se empleó estratificación de muestra, sin la aplicación de biodiseños y pruebas comparativas.

Los resultados obtenidos fueron analizados por el programa DIVERS el cual mide biodiversidad alfa (en referencia a la estructura de una única comunidad), biodiversidad beta (en referencia a los cambios de la estructura de las comunidades a lo largo de algún gradiente discreto o continuo) y biodiversidad gamma (cuando se incluyen los dos tipos de variación en referencia a un área mayor).

3.7. Manejo del ensayo

En el ensayo se realizaron las siguientes labores con el objetivo de obtener los resultados en la investigación.

3.7.1 Ubicación de lotes

Para el efecto se procedió a la delimitación de los lotes, esta estuvo influenciada por los cultivos presentes en el momento de la división, para esto se utilizó un GPS tomando así las coordenadas dentro de la finca.

3.7.2 Recolección de muestras

Para la obtención del material vegetal utilizado en la identificación de especies, se emplearon las técnicas recomendadas por el Laboratorio de Biología de la Universidad de Guayaquil. Las mismas consisten en una vez extraída de la planta una parte de ella, preferencialmente en su tercio medio, se debe colocar entre dos láminas de papel A4, después esta es prensada dentro de un libro pesado, con el fin de eliminar la humedad y no se descomponga fácilmente el material. Una vez colectadas se debe llevar a un lugar seco y a la sombra, para luego ser introducida en una estufa a 105 °C durante 12 horas. Las muestras fueron etiquetadas según el lote y especie referencial.

3.7.3 Toma de muestras de suelo

Antes de iniciar la investigación, se colectó una muestra homogénea de suelo dentro de la plantación en cada uno de los lotes anteriormente determinados. Con esto se procedió a realizar el análisis físico-químico y de materia orgánica en los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) estación Experimental Litoral Sur, con esto se obtuvo los niveles de elementos presentes.

3.7.4 Cuento poblacional por lote y especie

En esta variable se utilizó el método descrito por Larrea (2012), llamado "Sectorización y distribución", el mismo consiste en identificar las especies más representativas y comenzar por ella, a partir de allí se van midiendo en el mismo orden las especies

3.7.3 Análisis de los datos

Se calcularon valores de diversidad florística, dominancia, frecuencia y diversidad relativa de las especies, mediante los índices de Shannon-Wiener y Margalef. Las fórmulas matemáticas para cada índice son:

Margalef:

$$D mg = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Dónde:

S = número de especies

N = número total de individuos

Shannon- Wiener

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

$p_i = n_i/N$

n_i : # indiv sp i

N: # total de indiv;

S; # total de Sp.

3.8 Datos Evaluados

3.8.1 Inventario de especies

Para registrar la diversidad total de la finca se dividió en 5 lotes en los que se encontró cultivos para la producción de alimento humano y para la comercialización; producción para el autoabastecimiento familiar; producción agroforestal; vivienda y su entorno. Se determinó la riqueza total de géneros y especies por su importancia, contando todas las plantas superiores mayor a un DAP de 0,2 m o de importancia económica.

3.8.2 Evaluación de la diversidad y conteo de especies

Se realizó un análisis de las funciones básicas de la biodiversidad dentro del agroecosistema; además, los cultivos fueron agrupados en los cuatro grupos principales de especies de acuerdo a sus valores utilitarios y principales funciones dentro del agroecosistema, que responden a los intereses del hombre según propuesta del ICBF (1996). Para cuantificar los resultados de datos cualitativos, fueron llevados a una escala ponderada del 100. Evaluándose además, una diversidad regularmente no utilizada en los estudios agronómicos, pero que desde la visión agroecológica, asume una especial importancia dentro del equilibrio ecológico.

3.8.3 Cálculo del índice de biodiversidad

Se formuló dos índices de diversidad del agroecosistema (IDA). Basado en la relación que existe entre el valor máximo de los grupos de especies que deben encontrarse dentro del agroecosistema y el valor real de los grupos de especies existentes dentro del mismo y parte del supuesto teórico ideal, deseado por cada grupo de especies dentro del agroecosistema y el total de componentes de la biodiversidad agrícola (Leyva y Pohlan, 2007).

La distribución de la biodiversidad de utilidad práctica dentro del agroecosistema (en número y espacio) se representa con un valor numérico que simboliza el grado de acercamiento a la sostenibilidad agrícola, expresada en valores 0 - 1 y se considera un valor deseado $IDA \geq 0,7$; valores inferiores se consideran insostenibles y superiores se atribuyen calificativos hasta de excelencia. Adicionalmente valores de IDB debe encontrarse entre 0,9 y 1,00; algo que aún no ha sido detectado en Ecuador, basado en los estudios precedentes.

3.8.4 Análisis de suelos

Se recogieron muestras homogéneas de suelo por cada lote, dentro de la finca. Con esto se procedió a realizar el análisis físico-químico y materia orgánica, en los laboratorios del INIAP. Los resultados fueron tabulados en una matriz de comparación.

IV. RESULTADOS

4.1. Inventario de especies

Los resultados obtenidos muestran la presencia de 17 familias botánicas en la finca, añadiéndose a esto 26 géneros repartidos entre ellas (Cuadro 2).

Las familias Anacardiaceas, Poaceae, Malvaceas y Myrtaceae, fueron la que mayores cantidad de géneros presentaron (3, 2, 2 y 2 géneros, respectivamente). La mayor cantidad de especies fueron reportadas en la familia Rutaceae con 4 especies, teniendo las otras familias al menos una especie identificada.

Cuadro 1. Familias reportadas en el ensayo: Aplicación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad en una finca agrícola. Urdaneta, 2016.

Familia Botánica	Géneros Reportados	Especies Reportadas
Rutaceae	<i>Citrus</i>	<i>limon, limettioides, sinensis, aurantium</i>
Caricáceas	<i>Carica</i>	<i>Papaya</i>
Lauraceas	<i>Persea</i>	<i>Americana</i>
Anacardiaceas	<i>Mangifera, Anacardium</i>	<i>indica, occidentale</i>
Musaceas	<i>Musa</i>	<i>Sapientum</i>
Poaceas	<i>Zea, Guadua</i>	<i>maiz, angustifolia</i>
Grossulariaceae	<i>Ribes</i>	<i>Rubrum</i>
Bixaceae	<i>Bixa</i>	<i>Orellana</i>
Rosaceae	<i>Prunus</i>	<i>Cerasu</i>
Myrtaceae	<i>Syzygium, Psidium, Eugenia</i>	<i>jambo, guajava, stipitata</i>
Malvaceae	<i>Theobroma</i>	<i>cacao, var. arriba trinitaria</i>
Fagaceae	<i>Quercus</i>	<i>Robur</i>
Sapotáceas	<i>Matisia</i>	<i>Cordata</i>
Polygonaceae	<i>Triplaris</i>	<i>Cumingiana</i>
Leguminosae	<i>Phaseolus</i>	<i>Vulgaris</i>
Moraceae	<i>Maclura</i>	<i>Tinctoria</i>
Oxalidaceae	<i>Averrhoa</i>	<i>Carambola</i>

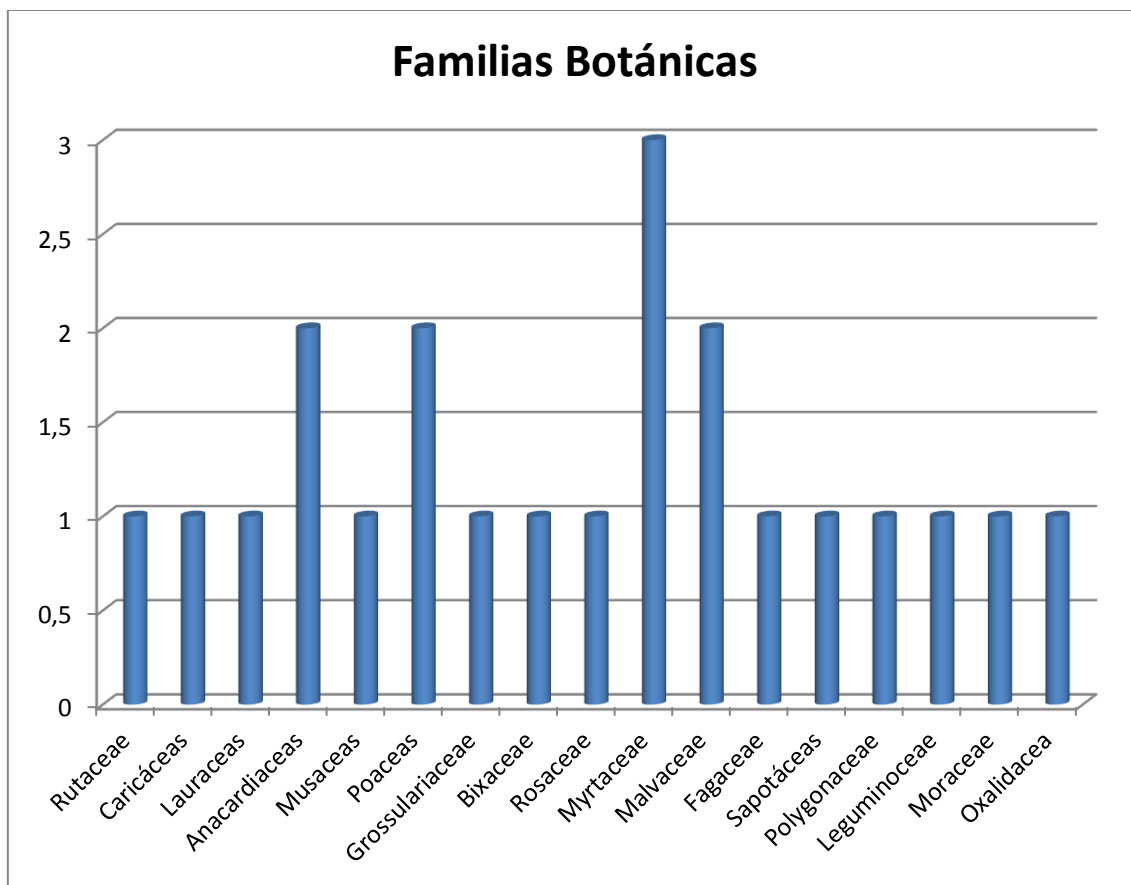


Fig 1. Densidad de géneros reportados. Fuente: Autor. 2016

4.2. Evaluación de la diversidad y conteo de especies

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de diversidad y conteo de poblaciones, encontrados en la investigación.

Este reporta en maíz una población 62500 equivalente al 73,56 % del total de individuos documentados, esta es mayor a la registrada para el resto de especies por gran diferencia numérica, obteniéndose en cacao CCN-51 el 2,62 % (2 222 individuos) y en Frejol Cuarentón el 23,54 % (20 000 individuos). Las demás especies no superaron el 1 % del total muestreado

Cuadro 2. Especies y conteo poblacional encontrados en el ensayo: Aplicación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad en una finca agrícola. Urdaneta, 2016.

Nombre común	Nombre Científico	Población de Individuos	%
Limón Real	<i>Citros x limón</i>	1	0,00
Lima	<i>Citrus x limettioides</i>	2	0,00
Naranja China	<i>Citrus x sinensis</i>	2	0,00
Papaya	<i>Carica papaya</i>	1	0,00
Aguacate Guatemalteco	<i>Persea americana</i>	1	0,00
Mango	<i>Mangífera Indica</i>	5	0,01
Plátano	<i>Musa sapientum</i>	11	0,01
Maíz	<i>Zea mays</i>	62500	73,56
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>	1	0,00
Naranja	<i>Citrus x aurantium</i>	22	0,03
Grosella	<i>Ribes rubrum</i>	1	0,00
Araza	<i>Eugenia stipitata</i>	5	0,01
Achiote	<i>Bixa Orellana</i>	10	0,01
Cereza	<i>Prunus cerasus</i>	4	0,00
Guayaba	<i>Psidium guajaba</i>	7	0,01
Cacao Trinitario	<i>Theobroma cacao</i>	2222	2,62
Pomarrosa	<i>Syzygium jambos</i>	1	0,00
Cacao nacional	<i>Theobroma cacao</i>	20	0,02
Roble	<i>Quercus robur</i>	8	0,01
Sapote	<i>Matisia cordata</i>	6	0,01
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i>	4	0,00
Moral	<i>Maclura tinctoria</i>	2	0,00
Fernansanchez	<i>Triplaris cumingiana</i>	2	0,00
Verdura	<i>Phaseolus vulgaris</i>	70	0,08
Guadua Brava	<i>Guadua angustifolia max</i>	60	0,07
Frejol Cuarentón	<i>Phaseolus vulgaris</i>	20000	23,54
	Total	84959	100,00

4.3. Cálculo del índice de biodiversidad

El Cuadro 3 muestra los valores registrados al realizar los análisis de biodiversidad con los índices de Shanon-Wiener y Margalef.

Los promedios valores encontrados determinaron un índice de Margalef de 2,03 y un Índice de Shannon-Weiner de 0,68. La riqueza de individuos por especie fue de 0,00036/m², mientras los individuos fueron de 1,26/m².

Cuadro 3. Índices de biodiversidad y valores de riqueza de especies determinados en el ensayo: Aplicación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad en una finca agrícola. Urdaneta, 2016.

Índices	Promedio
Riqueza de especies	24,00
Uniformidad	0,22
Índice de Margalef	2,03
Índice de Shannon-Wiener	0,68
Varianza Shannon	0,00001
Distribución logarítmica	2,27
Número de individuos	84968
Riqueza de especies/m ²	0,00036
Riqueza de individuos/m ²	1,26
Número de especies/1000 individuos o S/ha	0,026

4.4. Análisis de suelos

Los valores obtenidos en laboratorio del análisis de macroelementos y microelementos de suelo, se observan en el Cuadro 4.

El análisis de macroelementos determinó cantidades dentro del nivel óptimo requerido en el suelo para Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca) y Magnesio (Mg). En los lotes muestreados el Nitrógeno (N) se presentó bajo el nivel óptimo, con excepción de lote con cacao bajo sombra. El Azufre (S) tuvo niveles altos en todos los lotes excepto el lote sembrado con maíz.

Los microelementos Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn), tuvieron promedios mayores al nivel óptimo requerido. Los valores de Boro fueron bajo en todos los lotes muestreados para análisis.

Cuadro 4. Análisis de suelo nutricional del ensayo: Aplicación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad en una finca agrícola. Urdaneta, 2016.

Macroelementos µg/mL	Lotes/ha					Promedio	Nivel mínimo en el suelo µg/mL	Nivel óptimo en el suelo µg/mL
	Lote maíz 1	Lote frutales 1	Lote cacao sin sombra 2	Lote fréjol 0,75	Lote cacao con sombra 2			
N	11 B	17 B	14 B	18 B	25 M	17	20	40
P	23 A	21 A	15 M	33 A	11 A	20,6	10	20
K	169 A	228 A	211 A	87 M	92 M	157,4	75	158
Ca	1816 A	3266 A	1813 A	1613 A	2025 A	2106,6	800	1600
Mg	274 A	313 A	311 A	292 A	323 A	302,6	121,5	243
S	9 B	11 M	12 M	13 M	30 A	15	10	20
Fe	162 A	137 A	156 A	161 A	186 A	160,4	20	40
Cu	15,0 A	17,5 A	18,6 A	19,1 A	19,3 A	17,9	1	4
Mn	51,0 A	55,0 A	44,0 A	58,0 A	49,0 A	51,4	5	15
Zn	7,0 M	9,4 A	6,6 M	5,1 M	5,6 M	6,7	2	7
B	0,25 B	0,30 B	0,21 B	0,14 B	0,17 B	0,21	0,5	1,0

A: Nivel alto
M: Nivel medio
B: Nivel Bajo

El análisis de suelos también determinó que los valores de Calcio, Magnesio, Hierro, Cobre y Manganeso; sobrepasan la relación de rango óptimo de manera muy superior a los estimado. En el Boro los valores determinan un nivel muy bajo para la estimación requerida.

El Cuadro 5 muestra los promedios de materia orgánica y pH del suelo de los sectores muestreados. Los lotes Maíz y Frutales presentaron rangos bajos de materia orgánica (2,51 y 2,98, respectivamente), mientras los demás lotes tuvieron niveles medios.

En el mismo cuadro se observan los valores de pH en los cuales el lote plantado con Maíz tuvo un valor de 6,1 (ligeramente ácido), mientras el lote Frutales presentó 6,8 (prácticamente neutro). Los demás lotes tuvieron una descripción de medianamente ácido, según la escala de acidez (USDA).

Cuadro 5. . Análisis de materia orgánica y pH del ensayo: Aplicación de dos índices de diversidad para definir sustentabilidad en una finca agrícola. Urdaneta, 2016.

Lotes	Materia Orgánica %	Ph
Lote maíz	2,51 B	6,1 LA
Lote frutales	2,98 B	6,8 PN
Lote cacao sin sombra	3,69 M	5,9 MA
Lote fréjol	3,98 M	5,7 MA
Lote bajo sombra	4,72 M	5,8 MA

PN: Prácticamente neutro
 LA: Ligeramente ácido
 MA: Medianamente ácido

V. DISCUSIÓN

Los resultados encontrados en esta investigación demuestran que existe en la zona una biodiversidad media, en función al área muestreada y a los métodos utilizados en la misma.

El índice de biodiversidad de Shannon-Wiener, demostró que los valores de la proporción de individuos de las especies están representados en la muestra medianamente. Esto se debe a que este índice es muy susceptible a la abundancia, es decir cuando se cuantifica Biodiversidad, hay que tener en cuenta tres componentes: La riqueza, la abundancia y la equitabilidad, además se deben además tener en cuenta factores como la intensidad del muestreo, la relación area/N^0 de especies y los efectos del investigador. Por lo tanto a medida que el índice se incrementa, la diversidad decrece, un índice de diversidad pequeño implica entre otros factores: condiciones desfavorables del medio (biotopos contaminados), cadenas más sencillas-dependientes, menor estabilidad y mayor dependencia del exterior. Esto coincide con lo manifestado por Bubb, Almond, Chenery, Tanwell-Smith, Kapos y Jenkins (2011), quienes establecen que un indicador puede definirse como “una medida basada en datos verificables que transmite información más allá de sí mismo”. Esto significa la interpretación o el significado que se atribuye a los datos depende del propósito o del tema de interés. Los indicadores de biodiversidad se desarrollan de forma “única” para responder a las necesidades de un estudio o informe particular o pueden desarrollarse para la elaboración de informes o la toma de decisiones a largo plazo. Los indicadores exitosos también se elaboran de forma regular para que puedan utilizarse para hacer un seguimiento de los cambios con el tiempo. También abarca las acciones para garantizar la conservación de la biodiversidad y el uso sostenible, como la creación de áreas protegidas y la normativa en materia de captura de especies, y las presiones o amenazas a la biodiversidad como la pérdida de hábitats.

Los resultados del índice de Margalef mostraron características idénticas, en este caso el método transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cual las especies son añadidas por expansión de la muestra. El

mismo crea una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos. Este índice varía con el tamaño de muestra de forma desconocida, es decir puede llegar a un valor menor, cuando hay una sola especie. Este método nos predice que mientras más heterogéneo sea el paisaje, el valor de especies será mayor que el promedio. Además, se esperaría que en esas condiciones, cambiar la composición de especies entre hábitats, ocasione un número total de especies en todo el paisaje o gradiente de estudio y que este sea superior al que corresponde a una diversidad alta promedio. Tal como lo confirman Ciencias y biotecnología (2014), quienes indican la importancia de tener en cuenta que la utilización de estos índices aporta una visión parcial, pues no dan información acerca de la distribución espacial de las especies, aunque sí intentan incluir la riqueza y la equidad.

Es importante indicar que las poblaciones de individuos encontradas en la finca demuestran que la importancia de las especies cobra sentido si recordamos que el objetivo de medir la diversidad biológica es, además de incrementar los conocimientos a la teoría ecológica, además contar con parámetros que permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación y diversificación de especies o áreas amenazadas (especialmente bosques o zonas boscosas), también monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente por el hombre. Magurran (1988), manifiesta que medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores. Entonces, para obtener parámetros completos de la diversidad de especies en un hábitat, es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

1. El índice de Margalef determinó valores de 2,03, el mismo considerado medio según la escala de comparación de la UICN.
2. Los valores encontrados en el índice de Shannon-Wiener (0,68 con un índice de varianza de 0,00001), demuestran una baja variabilidad de especies e individuos, comparados con valores encontrados.
3. El número de familias encontradas en el área de la finca fue 17, con 26 géneros representativos.
4. La familia Myrtaceae tuvo el mayor número de géneros con tres, teniendo las familias Rutaceae, Caricáceas, Lauraceas, Musaceas, Grossulariaceae, Bixaceae, Rosaceae, Fagaceae, Sapotáceas, Polygonaceae, Leguminosae, Moraceae y Oxalidaceae, un género en su orden.
5. El total de individuos contabilizado en la finca fue 84968, encontrándose mayor cantidad de especímenes en los lotes Maíz, Cacao y Frejol cuarentón.
6. Los valores de Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn), fueron mayores al rango de referencia.
7. El Nitrógeno (N) y Azufre (S) tuvieron rangos bajos en lotes determinados; teniendo el Boro (B) bajo registro en todos los lotes muestreados.
8. La materia orgánica tuvo valores medios y bajos, con un pH entre ligeramente ácido a medianamente ácido.

En base a estas conclusiones se recomienda:

1. Utilizar los índices de Shannon-Wiener y Margalef, con el fin de determinar la biodiversidad de especies en fincas.
2. Manejar las especies encontradas en la zona, realizando prácticas agroecológicas.
3. Generar un mapa botánico de los sectores, debido a la poca o nula investigación y exploración de dicha zona.
4. Implementar programas de multiplicación de especies en peligro de extinción basado en estudios de población.

VII. RESUMEN

La investigación se realizó en los predios de la finca “Villa Luz” ubicada a 3,5 km del recinto “Polvareda” en la vía de Ricaurte-Ventanas. Se realizó una sectorización de la finca, obteniendo cinco lotes de investigación: Cacao sin sombra, maíz, fréjol, frutales y cacao con sombra.

Se evaluó la eficiencia de dos índices de diversidad biológica, sobre las poblaciones de plantas vasculares presentes en la finca, mediante el conteo y clasificación taxonómica de individuos de diferentes familias botánicas. Se utilizó un muestreo en todos los predios, el material seleccionado fue clasificado con claves taxonómicas autorizadas por la UICN en los laboratorios de la FACIAG. Las muestras de suelo colectadas por cada lote, fueron llevadas al laboratorio de suelos de la Estación Litoral Sur del INIAP.

Los resultados determinaron un índice de Margalef de 2,03; el mismo considerado medio. Además los valores encontrados en el índice de Shannon-Wiener (0,68) mostraron una baja variabilidad de especies e individuos. El número de familias encontradas en el área de la finca fue 17 con 26 géneros, siendo la familia Myrtaceae la de mayor número. Se contabilizó en total 84968 individuos, siendo mayor la cantidad de especímenes de Maíz, Cacao y Frejol cuarentón.

Los valores de Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn), fueron mayores al rango de referencia. El Nitrógeno (N) y Azufre (S) tuvieron rangos bajos en lotes determinados; teniendo el Boro (B) bajo registro en todos los lotes muestreados. Los valores de materia orgánica fueron medios y bajos, con un pH entre ligeramente ácido a medianamente ácido.

VIII. SUMMARY

The investigation was carried out in the properties of the property "Villa Luz" located to 3,5 km of the enclosure "Dust cloud" in the road of Ricaurte-Ventanas. He was carried out a sectorización of the property, obtaining five investigation lots: Cocoa without shade, Corn, Bean, fruit and cocoa with shade.

The efficiency of two indexes of biological diversity was evaluated, on the populations of plants vascular present in the property, by means of the count and classification taxonómica of individuals of different botanical families. A sampling was used in all the properties, the selected material was classified with key taxonómicas authorized by the UICN in the laboratories of the FACIAG. The floor samples collected by each lot, they were taken to the laboratory of floors of the South Coast Station of the INIAP.

The results determined an index of Margalef 2,03; the same one considered half. Also the values found in the index of Shannon-Wiener (0,68) a low variability of species and individuals showed. The number of families found in the area of the property was 17 with 26 goods, being the family Myrtaceae that of more number. You counted in total 84968 individuals, being bigger the quantity of especímenes of Corn, Cocoa and Bean.

The values of Match (P), Potassium (K), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Iron (Faith), Get paid (Cu), Manganese (Mn) and Zinc (Zn), they went bigger to the reference range. The Nitrogen (N) and Sulfurate (S) they had low ranges in certain lots; having the Boron (B) I lower registration in all the lots muestrados. The values of organic matter were means and first floor, with a pH among lightly sour to fairly sour.

IX. LITERATURA CITADA

Acosta Escobar, O. A. (2011). Efecto de la siembra directa sobre el suelo, desarrollo y rendimiento de dos ciclos sucesivos de maíz, bajo diferentes arreglos de siembra y formas de aplicación de nitrógeno. Santo Domingo. UTE. 80 p.

Aguirre, C. M. (s.f.). Fertilización orgánica en maíz dulce (*Zea mays* var. Saccharata). Recuperado el 10 de 02 de 2016. <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2001/5-Agrarias/A-034.pdf>

Álvarez, R., Álvarez, C., Steinbach, H., Salas, J., Grigera, S. (2002). Materia orgánica y fertilidad de los suelos en la Pampa ondulada. Recuperado el 10 de 02 de 2016. [http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/0FC500FDFAD0D85A8525799C0058CD95/\\$FILE/Art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica%20AND%20Figuras%20art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/0FC500FDFAD0D85A8525799C0058CD95/$FILE/Art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica%20AND%20Figuras%20art%C3%ADculo%20Materia%20org%C3%A1nica.pdf)

Atlas, R. M. y Bartha, R. (2002) Ecología microbiana y Microbiología ambiental, 4ta edición. Pearson Educación, Madrid.

Baldock, J. A. and Nelson, P. N. (1999). Soil Organic Matter. En "Handbook of Soil Science". (Ed M. E. Sumner.) CRC Press: Boca Raton, USA. P.p. B25 B84.

Bouza, C., Covarrubias, D. (2005). Estimación del índice de diversidad de Simpson en m sitios d muestreo. Investigación operacional, 11.

Brunett Pérez, L. (s.f.). Definiciones de agricultura sustentable. Recuperado el 10 de 02 de 2016, de Contribución a la evaluación de la sustentabilidad; estudio de caso dos agroecosistemas campesinos de maíz y leche del valle de Toluca: <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2009/lbp/Definiciones%20de%20agricultura%20sustentable.htm>

Bubb, P., Almond, R., Chenery, A., Stanwell-Smith, D., kapos, V., & Jenkins, M. (2011). Guía para el desarrollo y el uso de indicadores de bi diversidad nacional. Reino Unido.

Ciencias y biotecnología. (2014). Qué es la biodiversidad y tipos. Recuperado el 10 de 02 de 2016, de Ciencias y biotecnología: <http://cienciaybiologia.com/biodiversidad/>. (22/03/2014).

Bioestudios, 21 de abril de 2010. Índice de Margalef .

Doran, J. W. and Safley, M. (1997). Defining and assessing soil health and sustainable productivity. En "Biological Indicators of Soil Health". (Eds. C. E. Pankhurst, B. M. Doube, and V. V. S. R. Gupta). CAB International: New York. P.p. 1-28.

Espin Chico, M. C. (2013). Validación de los componentes tecnológicos limpio y orgánico, con y sin *Trichoderma* para el manejo del cultivo de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth) en el cantón Cevallos, provincia de Tungurahua. Riobamba.

Espinoza, C., Beltrán, R., Mallque, A., Corrales, C., Mamani, W. (2015). Identificación de la diversidad de especies de lepidópteros, en el bosque reservado de la Unas (Brunas). Perú.

Favila, M. y G. Halffter. 1997. La utilización de grupos parámetro para medir la biodiversidad en relación a la estructura y función de los ecosistemas. Acta Zoológica Mexicana n/s 70:1-12.

Fuentes Masis, O. J. (2007). Estimación de la mineralización neta de nitrógeno del suelo en sistemas agroforestales y a pleno sol en el cultivo del café (*Coffea arabica* L.), en el pacífico de Nicaragua, departamento de carazo. Managua, Nicaragua. 98 p.

Galvis, C. (2011). Agricultura sustentable. Recuperado el 10 de 02 de 2016, de Agricultura sustentable: <http://agriculturasustentableysostenible.blogspot.com/2011/04/agricultura-sustentable.html>. 19/04/2011

Garrido Valero, M. (2001). Interpretación de análisis de suelos. Madrid. 245 p.

Landeros, J., Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad (Species association patterns and sustainability)

Halffter, G. (ed.). En prensa. Conservación de la biodiversidad: un reto de fin de siglo. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México.

Leyva, A., Pohlan, J. (2007). Reflexiones sobre la Agroecología y su aplicación en Cuba. Análisis de la Biodiversidad. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. SBN: 978-9597023-8 San José de las Lajas, La Habana. 90 p.

Ludwing, J., Reynolds, J. 1988. Statistical Ecology: A primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA.

Luna G., M. L., Vega J., C., Franco H., M. O., Vásquez M., S., Trujillo T., N., Ramírez F., E., Dendooven, L. (2002) Actividad microbiana en suelos. Avance y Perspectiva 21, 328-332.

Martens, R. (1995) Current methods for measuring microbial biomass C in soil: Potentials and limitations. Biol. Fertil. Soils. 19: 87-99.

MAGURRAN, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.

Piera, M. 1997. Apuntes sobre biodiversidad y conservación de insectos: Dilemas, ficciones y ¿soluciones?. Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa 20:25-55.

Proaño, D. V. (2008). Producción y evaluación de cuatro tipos de bioabonos como alternativa biotecnológica de uso de residuos orgánicos para la fertilización de pastos. Riobamba. Ecuador. 124 p.

Purvis A., Héctor, A. 2000. Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219.

Ramírez Villarroel, P. (1993). Estructura de las comunidades de peces en lagunas costeras de la Isla de Margarita, Venezuela. Recuperado el 10 de 02 de 2016, de Anales del instituto de ciencias del mar y limnología: <http://biblioweb.tic.unam.mx/cienciasdelmar/instituto/1994-1-2/articulo436.html>

Rhodes, O. Jr., Chesser, R., Smith, M. 1996. Population dynamics in ecological space and time. The University of Chicago Press. Chicago & London. USA.

Román, M. M. (2013). Manual de compostaje del agricultor. América Latina y El Caribe. Costa Rica. 75 p.

Rosenzweig, M. 1996. Species diversity in space and time. Cambridge University Press. Great Britain.

Sarandón, S., Zuluaga, M., Cieza, R., Gómez, C., Janjetic, L. (s.f.). Evaluación de la sustentabilidad de sistemas agrícolas de fincas en misiones, Argentina, mediante el uso de indicadores. Argentina. 100 p.

Sosa-Escalante, J. E. 1998. Estudio de la biodiversidad: valoración y medición. Manual de curso. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

Stevenson, F. J. (1994). Humus Chemistry. Genesis, composition, reactions. Wiley and Sons, New York.

Toledo, V., Carabias, J., Mapes, C. Toledo, C. 1993. Ecología y autosuficiencia alimentaria. Cuarta edición. Siglo XXI.

ANEXOS

IMAGENES DEL ENSAYO



Figura 1. Lote Cultivo de Maíz y Frutales



Figura 2. Cultivo de Cacao y Verdura



Figura 3. Toma de datos



Figura 5. Toma de muestras de tejidos de la planta.



Figura 4. Análisis de suelo



Figura 5. Revisión trabajo de campo

DIVERS - INDICES DE DIVERSIDAD

=====

Este programa computa los siguientes cálculos:

- 1. Riqueza de especies**
- 2. Uniformidad**
- 3. Índice de Shanon y su varianza**
- 4. Índice de Margalef**
- 5. Índice de Simpson**
- 6. Índice de Berger-Parker**
- 7. Alfa (Distribución logarítmica)**

Lo primero que podemos preguntarnos es qué especies viven en una comunidad. Esta lista de especies es una simple medida de la riqueza en especies o de la DIVERSIDAD de especies. Las medidas de diversidad frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas. Estas medidas son índices. Existe un desconcertante número de índices. Un índice ha de considerar dos factores:

- 1) la riqueza de especies, es decir, el número de especies.
- 2) la uniformidad, es decir, en qué medida las especies son abundantes

Por ejemplo.-

	SP1	SP2	SP3	SP4
Muestra A	4	4	4	4
Muestra B	1	1	1	

Aunque ambas muestras poseen igual número de especies e individuos, la mayor uniformidad de la muestra A la hace más diversa. Así la diferencia entre los distintos índices, por lo general, subyace en el peso relativo que dan a la uniformidad y a la riqueza de especies.

RESULTADOS

■■■■■■■■■■

Número de individuos (N)	=	84959
Riqueza de especies (S)	=	24
Uniformidad (E)	=	0.21526
Índice de Margalef (DMg)	=	2.02645
Índice de Shannon (H')	=	0.68412
Varianza de Shannon	=	0.00001
Alfa (distrib. logarítmica)	=	2.26871

Anexo 1. Cuadro de Especies.

	Familias		Especie	Individuos	
1	Rutaceae	<i>Citros x limón</i>	Limon Real	1	0,00
2	Rutaceae	<i>Citrus x limettioides</i>	Lima	2	0,00
3	Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i>	Naranja China	2	0,00
4	Caricáceas	<i>Carica papaya</i>	Papaya	1	0,00
5	Lauráceas	<i>Persea americana</i>	Aguacate Guatemalteco	1	0,00
6	Anacardiáceas	<i>Mangifera Indica</i>	Mango	5	0,01
7	Musaceas	<i>Musa sapientum</i>	Platano	11	0,01
8	Poaceae	<i>Zea mays</i>	Maiz	62500	73,56
9	Anacardiáceas	<i>Anacardium occidentale</i>	Marañón	1	0,00
10	Rutaceae	<i>Citrus x aurantium</i>	Naranja	22	0,03
11	Grossulariaceae	<i>Ribes rubrum</i>	Grosella	1	0,00
12	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i>	Carambola	4	0,00
13	Myrtaceae	<i>Eugenia stipitata</i>	Arazá	5	0,01
14	Bixaceae	<i>Bixa Orellana</i>	Achiote	10	0,01
15	Rosaceae	<i>Prunus cerasus</i>	Cereza	4	0,00
16	Myrtaceae	<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba	7	0,01
17	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao Trinitario	2222	2,62
18	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa	1	0,00
19	Malvaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cacao nacional	20	0,02
20	Fagaceae	<i>Quercus robur</i>	Roble	8	0,01
21	Sapotáceas	<i>Matisia cordata</i>	Sapote	6	0,01
22	Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	Moral	2	0,00
23	Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i>	Fernansanchez	2	0,00
24	Leguminoceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Verdura	70	0,08
25	Poáceas	<i>Guadua angustifolia maxima</i>	Guadua Brava	60	0,07
26	Leguminoceae	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Frejol Cuarentón	20000	23,54
				84968	100,00

Anexo 2. Cuadro de Familias.

1	Rutaceae	1
2	Caricáceas	1
3	Lauraceas	1
4	Anacardiaceas	2
5	Musaceas	1
6	Poaceas	2
7	Grossulariaceae	1
8	Bixaceae	1
9	Rosaceae	1
10	Myrtaceae	3
11	Malvaceae	2
12	Fagaceae	1
13	Sapotáceas	1
14	Polygonaceae	1
15	Leguminoceae	1
16	Moraceae	1
17	Oxalidacea	1
		22

Anexo 3. Análisis programa DIVERS.

C:\Users\claro\Documents\DATOS INFOSTAT\PRIETO\Nueva tabla prieto.IDB2 : 14/01/2017 - 22:11:31 - [Versión : 10/05/2015]

Índices de diversidad biológica

Ciclos bootstrap = 250; confianza (0,95)

Grupo	Indice	n	EST	nBoot	DEBoot	EEBoot	LI E	LS E	LI P	LS P	LI B	LS B
Total	r	24	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	ShaW	24	0,02	250	0,06	0,12	-0,18	0,30	0,01	0,62	0,01	0,06
	Simp	24	1,00	250	0,97	0,08	0,81	1,14	0,57	1,00	0,98	1,00
1	r	1	2,00	250	1,61	0,49	0,65	2,57	1,00	2,00		
	ShaW	1	0,23	250	0,19	0,17	-0,14	0,52	0,00	0,48		
	Simp	1	0,88	250	0,89	0,11	0,67	1,10	0,68	1,00		
2	r	1	2,00	250	1,90	0,30	1,31	2,49	1,00	2,00		
	ShaW	1	0,35	250	0,31	0,15	0,01	0,61	0,00	0,59		
	Simp	1	0,79	250	0,81	0,11	0,59	1,02	0,58	1,00		
3	r	1	2,00	250	1,88	0,33	1,23	2,52	1,00	2,00		
	ShaW	1	0,35	250	0,32	0,17	-0,01	0,65	0,00	0,59		
	Simp	1	0,79	250	0,80	0,12	0,56	1,04	0,58	1,00		
4	r	1	2,00	250	1,70	0,46	0,80	2,60	1,00	2,00		
	ShaW	1	0,64	250	0,45	0,29	-0,13	1,02	0,00	0,64		
	Simp	1	0,33	250	0,53	0,31	-0,07	1,13	0,33	1,00		
5	r	1	2,00	250	1,61	0,49	0,66	2,57	1,00	2,00		
	ShaW	1	0,45	250	0,32	0,27	-0,20	0,84	0,00	0,69		
	Simp	1	0,67	250	0,75	0,22	0,32	1,17	0,40	1,00		
6	r	1	1,00	250	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
	ShaW	1	0,00	250	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Simp	1	1,00	250	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
7	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
	ShaW	1	0,69	250	0,66	0,05	0,56	0,76	0,50	0,69		
	Simp	1	0,48	250	0,51	0,05	0,41	0,61	0,47	0,66		
8	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
	ShaW	1	1,7E-03	250	1,7E-03	4,5E-04	8,4E-04	2,6E-03	8,3E-04	2,6E-03		
	Simp	1	1,00	250	1,00	1,0E-04	1,00	1,00	1,00	1,00		
9	r	1	1,00	250	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
	ShaW	1	0,00	250	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
	Simp	1	sd	0	sd	sd	sd	sd	sd	sd		
10	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00		
	ShaW	1	0,68	250	0,67	0,03	0,61	0,73	0,58	0,69		
	Simp	1	0,50	250	0,51	0,03	0,45	0,57	0,49	0,60		
11	r	1	2,00	250	1,68	0,47	0,77	2,60	1,00	2,00		
	ShaW	1	0,50	250	0,38	0,27	-0,15	0,91	0,00	0,67		
	Simp	1	0,60	250	0,68	0,23	0,22	1,14	0,40	1,00		
12	r	1	2,00	250	1,68	0,47	0,76	2,60	1,00	2,00		
	ShaW	1	0,30	250	0,26	0,20	-0,13	0,66	0,00	0,59		

	Simp	1	0,82	250	0,83	0,14	0,55	1,11	0,56	1,00
13	r	1	2,00	250	1,97	0,17	1,65	2,30	1,00	2,00
	ShaW	1	0,53	250	0,49	0,15	0,21	0,78	0,00	0,67
	Simp	1	0,63	250	0,66	0,12	0,42	0,89	0,50	1,00
14	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	ShaW	1	0,68	250	0,65	0,05	0,55	0,75	0,55	0,69
	Simp	1	0,49	250	0,51	0,05	0,41	0,61	0,47	0,62
15	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	ShaW	1	0,02	250	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,04
	Simp	1	0,99	250	0,99	2,5E-03	0,99	1,00	0,99	1,00
16	r	1	2,00	250	1,66	0,47	0,74	2,59	1,00	2,00
	ShaW	1	0,30	250	0,26	0,20	-0,14	0,65	0,00	0,59
	Simp	1	0,82	250	0,83	0,14	0,55	1,11	0,56	1,00
17	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	ShaW	1	0,57	250	0,55	0,09	0,36	0,73	0,35	0,68
	Simp	1	0,60	250	0,62	0,09	0,45	0,79	0,50	0,79
18	r	1	2,00	250	1,98	0,15	1,68	2,28	2,00	2,00
	ShaW	1	0,59	250	0,54	0,15	0,25	0,83	0,30	0,69
	Simp	1	0,56	250	0,60	0,13	0,34	0,86	0,45	0,82
19	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	ShaW	1	0,57	250	0,56	0,09	0,37	0,74	0,30	0,68
	Simp	1	0,60	250	0,61	0,08	0,45	0,77	0,49	0,83
20	r	1	2,00	250	1,88	0,33	1,24	2,52	1,00	2,00
	ShaW	1	0,50	250	0,43	0,20	0,04	0,82	0,00	0,67
	Simp	1	0,64	250	0,69	0,16	0,37	1,00	0,47	1,00
21	r	1	2,00	250	1,88	0,33	1,24	2,52	1,00	2,00
	ShaW	1	0,39	250	0,35	0,17	0,01	0,69	0,00	0,64
	Simp	1	0,75	250	0,77	0,13	0,52	1,03	0,52	1,00
22	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	ShaW	1	0,28	250	0,27	0,08	0,12	0,42	0,12	0,41
	Simp	1	0,85	250	0,85	0,05	0,75	0,95	0,75	0,95
23	r	1	2,00	250	2,00	0,00	2,00	2,00	2,00	2,00
	ShaW	1	0,45	250	0,44	0,07	0,30	0,57	0,32	0,56
	Simp	1	0,72	250	0,73	0,06	0,61	0,84	0,62	0,82
24	r	1	2,00	250	2,00	0,06	1,87	2,12	2,00	2,00
	ShaW	1	2,7E-03	250	2,6E-03	1,0E-03	6,7E-04	4,6E-03	5,5E-04	4,7E-03
	Simp	1	1,00	250	1,00	2,5E-04	1,00	1,00	1,00	1,00