

**APLICACIÓN DE INDICADORES ECOLÓGICOS DE SUSTENTABILIDAD
ASOCIADOS AL ESTADO SANITARIO DE PLANTACIONES DE YERBA MATE
EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES
COMO HERRAMIENTAS DE MANEJO TERRITORIAL**

F1148-IDT-

INFORME TÉCNICO DE RESULTADOS FINALES Y ETAPAS DE AVANCE

Contenido

Introducción.....	1
Desarrollo	2
Resumen de los resultados.....	2
Resultados de las acciones	5
Fórmulas con las que se analizó la dimensión ecológica	10
Valores comparativos de funciones sustentables ecológicas entre chacras	10
Conclusiones.....	10
Consideraciones finales	11
Futuras líneas de investigación	11
Lecciones emergentes	11
Impactos esperados a futuro.....	12
Comentarios finales	12

Introducción

Determinar la contribución de la biodiversidad al funcionamiento de los ecosistemas es una cuestión ecológica fundamental que se ha estudiado aislada e intensamente durante los últimos veinticinco años (Isbell et al., 2017). Por lo general, esta relación se ha probado mediante el ensamblaje experimental de comunidades con diferentes niveles de riqueza de especies; la evidencia apoya abrumadoramente una teoría según la cual los ecosistemas con mayor riqueza de especies (p. ej., mayor biodiversidad) proporcionan niveles más altos de funcionamiento en relación con los ecosistemas con menor biodiversidad (Hooper et al., 2005).

Si bien la pérdida de la función de los ecosistemas a menudo se relaciona estrechamente con las pérdidas de biodiversidad, el funcionamiento de los ecosistemas se puede perder o ganar de maneras que no impliquen ningún cambio en los niveles de riqueza de especies (Spaak et al., 2017). Entonces, puede que la abundancia y la diversidad biológica, sean indicadores de un funcionamiento sustentable de agrosistemas pero, aparentemente, hay más dimensiones que afectan su funcionamiento sustentable según las dimensiones y características consideradas en su análisis. De esta manera, aparentemente no es únicamente el mantenimiento de la diversidad biológica la que permite un funcionamiento sustentable en agrosistemas o sistemas agroforestales. Sin embargo, el mantenimiento de las funciones de la diversidad biológica, puede traducirse en beneficios emergentes en cultivos asociados.

En el presente estudio, propusimos examinar de manera exploratoria la diversidad biológica de microorganismos en suelos de sistemas agroforestales yerbateros (SAFs yerbateros) asociada a estadíos fitosanitarios de plantaciones de yerba mate presentes en el. Debido a la metodología participativa con la que se analizó la bibliografía del encuadre teórico, se decidió dejar claro el significado de ciertos términos emergente de los debates y antes de exponer los resultados. Así, por ecosistema comprendemos al sistema remanente de Mata Atlántica -zona buffer del Parque Nacional Iguazú- y dentro de este sistema observaremos chacras

o unidades productivas con agrosistemas. Estos agrosistemas poseen características diferentes. Por agrosistema -debido a sus características diferenciales- comprendemos agrosistemas forestales o sistemas agroforestales (SAFs). Por “función sistémica” en el presente documento se entenderá que su afección es al todo completo y por “sustentable” comprendemos que se sustenta a sí mismo.

Para ello, en consenso con productores, técnicos, vecinos y estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales, se observaron las características más sobresalientes de las funcionalidades sustentables en estos SAFs. Las características más sobresalientes fueron seleccionadas respecto de la relevancia que tendrían en su función dentro del eco y agro sistema. Luego se agruparon estas en categorías y las categorías en dimensiones. Cada categoría se transformó en un indicador al escalarizarla, también en consenso.

De esta manera se abordó la diversidad de microorganismos presentes en el suelo de SAFs yerabteros desde un análisis multifactorial exploratorio que permitió definir de manera participativa cuáles son las dimensiones funcionales de la sustentabilidad en dos SAFs seleccionados. Este proceso permitió observar aquellas características con las que se relaciona la diversidad de microorganismos mencionada. Esta metodología nos permitió observar cada unidad productiva como un macrocosmos continuo con su entorno de múltiples dimensiones cuya integralidad surgen sus funciones. Sin embargo, en el presente análisis se observa la necesidad de estudios avanzados para aplicarla en su evolución. Si bien al inicio de esta propuesta, en la aplicación de esta metodología fue participativa integrando diferentes puntos de vista al momento de definir los aspectos trascendentales que describen el funcionamiento de los SAFs, luego para la evaluación de la diversidad de microorganismos presentes en los suelos.

Ante el proceso de realización de la presente planificación, surgieron discrepancias al modelo agronómico y científico existente - aplicados por instituciones y colegas- de manera que en este documento se mencionarán las críticas al modelo (aplicados por instituciones y colegas) y no a las instituciones ni a colegas en sí.

Como parte del proceso de enseñanza aprendizaje que llevamos a cabo entre todos los que participamos, acordamos que -al igual que con lo escrito en el presente documento- se discutirán ideas y acciones, no las instituciones o colegas que las aplican a territorio en sí mismos.

Entendemos que coexistimos quienes fuimos educados bajo paradigmas determinista y positivista y que de la discusión de nuestra práctica pueden surgir nuevas.

Cabe destacar que no se redactarán resultados que se encuentren pendientes de acuerdo de publicación y debates, ni se proveerá marcas de insumos observados en las unidades productivas.

Respecto a la secuencia de redacción del presente documento, se inicia con resumen de los resultados donde consta finalidad, logros y acciones realizadas por cada objetivo específico. Luego, se detallan los resultados de las acciones de cada objetivo en particular para culminar con las conclusiones y consideraciones finales.

Como informe parcial se subió un archivo borrador equivocadamente al sistema SASPI, cuestión que intentamos subsanar con el presente documento que detalla las fases sucesivas del desarrollo del presente trabajo.

Desarrollo

Resumen de los resultados

Objetivo Específico	Actividades	Finalidad, Logros y Acciones
1 Registrar comunidades de hongos de suelo asociadas a manejos registrados en las parcelas seleccionadas		<p>Finalidad: Las actividades de encuadre teórico y experimental.</p> <p>Logros: La planificación para realizar el presente trabajo de investigación 16/F1148-IDT fue relacionada con el plan inicial del Doctorado en Ciencias Aplicadas UNaM -subdisciplina agronomía- al realizar la presentación de la planificación de la correspondiente a convocatoria SASPI de C y T. Los resultados de este trabajo suceden a los del trabajo de investigación anterior 16/F178-TI. Este último permitió establecer diferentes dimensiones para evaluar las funciones sustentables de agrosistemas inmersos en la Mata Atlántica en sus dimensiones ecológicas, sociales y económicas y el presente trabajo de investigación profundizó en la aplicación de aquellos indicadores ecológicos considerados. Por este motivo, entre los resultados se retoma bibliografía, debates y consensos realizados en el trabajo anterior para generar una propuesta de aplicación de indicadores ecológicos. Además, la planificación presentada en convocatorias SASPI forma parte la idea inicial para plan de tesis de doctorado de Ciencias Aplicadas. En el proceso de realización sucedió pandemia COVID 19 y, a la par, cambio de codirector de doctorado.</p>

Resultados: realización del encuadre y definición de características del área de estudio considerando resultados del trabajo de investigación anterior, definición de puntos de muestreos en chacras seleccionadas, establecimiento de metodología de muestreo, análisis de suelo in vitro y resultados preliminares en la cuantificación de UFC por punto de muestreo. Cumplimiento de hito de evaluación número uno, correspondiente al primer objetivo específico.

Objetivos	Hito de evaluación
1. Registrar comunidades de hongos de suelo asociadas a manejos registrados en las parcelas seleccionadas.	Registro de UFC y de evaluación in vitro de sepas fúngicas

Elaboración de marco teórico y conceptual.

Acciones: Se hizo una exhaustiva búsqueda bibliográfica para la aplicación de indicadores que reflejen la sustentabilidad de funciones ecológicas de agrosistemas misioneros y, particularmente, respecto de lo expresado en el apartado “futuras líneas de investigación” del trabajo 16/F178-TI, sobre aquellos que consideraran la diversidad de microorganismos fúngicos en el suelo. Basándose en aquella bibliografía existente en la temática de análisis de microorganismos relacionados a los estados fitosanitarios de plantas de yerba mate en SAFs de la Provincia de Misiones, se observó que los estudios son realizados en condiciones in vitro, es decir, en la identificación de colonias que emergen de los medios de cultivo sobre el que sembró el suelo. Debido a que muy pocos microorganismos crecen estas condiciones, los debates rondaron en observar la posibilidad de ver de la manera más completa posible, la diversidad presente en el suelo.

Selección del área de estudio y descripción del manejo de suelo en los puntos de muestreo

En el trabajo de investigación anterior se rastreó el origen del catastro y motivos del diseño inicial de las plantaciones al igual que el manejo del suelo de las mismas de diez años hasta el presente. Considerando esos datos más entrevistas a actores involucrados a las unidades productivas que se observaba n como probables sitios de muestreo.se abundó en detalle en el presente trabajo sobre prácticas agronómicas realizadas en la región de estudio en el transcurso de los años 2018 a 2021. Se seleccionaron dos chacras que se las denominó Schegg y FAI, por corresponder respectivamente a la familia Schegg y a la Fundación Agroecológica Iguazú. La primera se encuentra localizada en la zona industrial del Municipio de Comandante Andresito y la segunda se encuentra localizada en la zona de Paraje Península del mismo municipio y a 45 km de camino de tierra desde el centro de la localidad homónima.

Metodología de muestreo

La metodología de muestreo de suelo fue la establecida por Sosa, 2012 y su detalle se menciona en el detalle de los resultados en cuadros posteriores a este resumen.

Metodología de análisis

La metodología de análisis exploratorio fue la aplicación de índices de diversidad considerando una aproximación a la riqueza y la abundancia de microorganismos observada en cada sitio de muestreo por conteo de UFC. Dicha diversidad puede ser evaluada a partir de métodos estimativos o por métodos que permitan mayor exactitud en la aproximación a la diversidad biológica. En estos últimos, se decidió apostar a la realización de técnicas metagenómicas para observar la presencia de géneros en la rizósfera de plantas de yerba mate. Debido a que las técnicas metagenómicas no se encuentran propuestas en la planificación inicial los resultados realizados fueron parciales hasta el momento debido a que se depende del convenio a realizar con instituciones para tal fin que se encuentran en proceso. Sí se logró la compra de kits de obtención de ADN total de las muestras de suelo y la realización de intercambio científico para lograr el análisis del ADN total extraído de las parcelas de muestreo además de elaboración de convenio con el Instituto Forestal de Varsovia y beca de intercambio para tal fin, pendiente por cuestiones administrativas. Lo anterior se encuentra se encuentra mencionado en el detalle de los resultados en cuadros posteriores a este resumen.

2
Evaluar incidencia y severidad de diversas situaciones fitosanitaria en parcelas seleccionadas

Construcción de escalas

Finalidad: se focaliza en la construcción de escalas de incidencia y severidad observadas en plantas de yerba mate correspondientes a puntos de muestreo definidos anteriormente.

Logros: Las publicaciones fueron realizadas con el equipo en las Primeras Jornadas Científicas de Yerba Mate realizadas en conjunto con el Instituto Nacional de Yerba mate -INYM- y FCF como se puede observar en indicadores.

Resultados: Correlación de escalas con resultados de cuantificación de UFC por punto de muestreo.

Objetivos	Hito de evaluación
2. Evaluar incidencia y severidad de diversas situaciones fitosanitaria en parcelas seleccionadas.	Publicación de escalas

Acciones:

En las visitas sucesivas a los puntos de muestreo se realizó el seguimiento durante el año 2019 de plantas con síntomas visibles de deshojamiento evidente. Se realizó el conteo de plantas que se encontraban afectadas en dicho deshojamiento dividiéndolas entre aquellas que tenían más del cincuenta por ciento y menos de él para establecer una escala visible y fácilmente reproducible a campo cuya finalidad sea estimar la cantidad de afección en una parcela. En esta escala, cero significó planta muerta o por morirse, uno significó más del cincuenta por ciento de sus ramas con afección visible por el operario, dos significó plantas con el cincuenta por ciento de sus ramas con afección, tres significó plantas con menos del cincuenta por ciento de sus ramas con afección visible por el operario y cuatro con el total de las ramas sin afección. Considerando que estos resultados no son suficientes para asumir la causa de los síntomas observados y que las causas pueden deberse a una dinámica de microorganismos no detectada por métodos tradicionales se propuso su relación con la aproximación a la diversidad de dichos organismos estimada en el objetivo uno y cuyo detalle de resultados No se describen en cuadros posteriores a este resumen, solo en este resumen.

3
Proponer
indicadores
ecológicos
de
sustentabilidad

Aplicación de
indicadores
de la
dimensión
ecológica

Finalidad: Re redacción de los resultados del trabajo de investigación anterior respecto a los indicadores de la dimensión ecológica incluyendo el conteo y correlación realizados anteriormente.

Logros: Re redacción de indicadores a través de técnicas participativas -focus group-, por parte de actores diversos relacionados a las unidades productivas seleccionadas (entre ellos estudiantes FCF), de la dimensión ecológica respecto de los indicadores considerados en el trabajo de investigación anterior y los a considerar a en el presente trabajo en luz de la evidencia resultante de los objetivos uno y dos.

Resultado: la publicación de indicadores se realizó en el congreso de ciencias del suelo organizado por la Asociación Argentina de

Objetivos	Hito de evaluación
3. Proponer indicadores ecológicos de sustentabilidad.	Publicación de indicadores

Acciones:

Debate participativo sobre cuales categorías incluir en el presente análisis considerando datos del trabajo de investigación anterior. Se debatieron los fundamentos, en base a la evidencia obtenida en el desarrollo de los objetivos anteriores, en la incorporación de otras categorías en la dimensión ecológica.

Resultados de las acciones

Objetivo específico uno

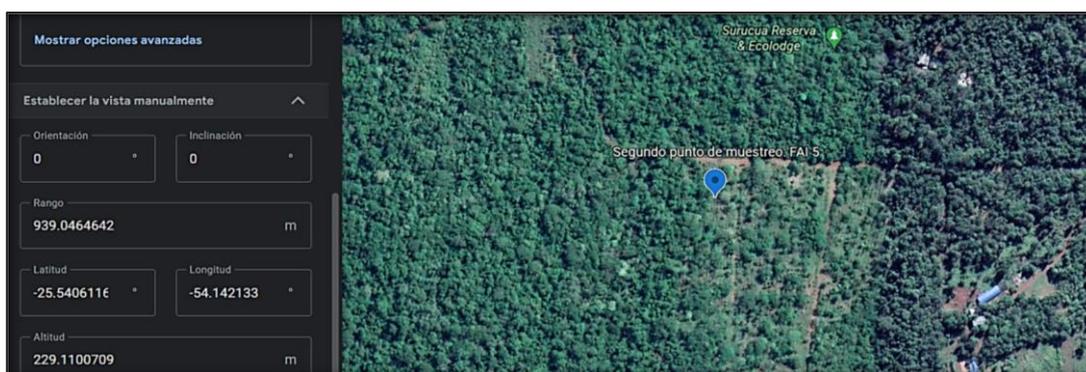
Acción	Resultados
--------	------------

Selección del área de estudio y descripción del manejo de suelo en los puntos de muestreo

Respecto de los sitios seleccionados y en primer chacra, el manejo con agroquímicos orgánicos e inorgánicos de los suelos de los yerbales fue realizado desde sus inicios y en los ciclos productivos 2019 y 2021 se registró el detalle del manejo con agroquímicos como se detalla en xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx. En la segunda chacra, se muestreó suelo en la parcela seleccionada, es decir la parcela número cinco cuyo manejo de yerbal es sin agroquímicos y solo con poda, raleo y macheteada entre líneas. Además, se incluyó una tercera parcela de muestreo a metros de la segunda, parcela siete pero a diferencia de la anterior las plantas de yerba estaban bajo los puntos de Mata Atlántica sin recibir ninguna intervención antrópica, es decir, sin manejo alguno.



● Figura 1. Primer sitio de muestreo: Schegg. Incluye una parcela muestreada. Fuente Google.



● Figura 2. Segundo sitio de muestreo: FAI. Incluye dos parcelas de muestreo. Parcela cinco y siete. Fuente Google.

Ambas chacras se encuentran en lo que abarca las zonas buffer correspondientes a sitios UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) del Parque Nacional Iguazú. Hasta el momento, las regulaciones de zonas buffer no se observan efectivizadas.

Debido al manejo característico de cada chacra, se clasificó a los puntos de muestreo de la siguiente manera.

Definición de Metodología de muestreo

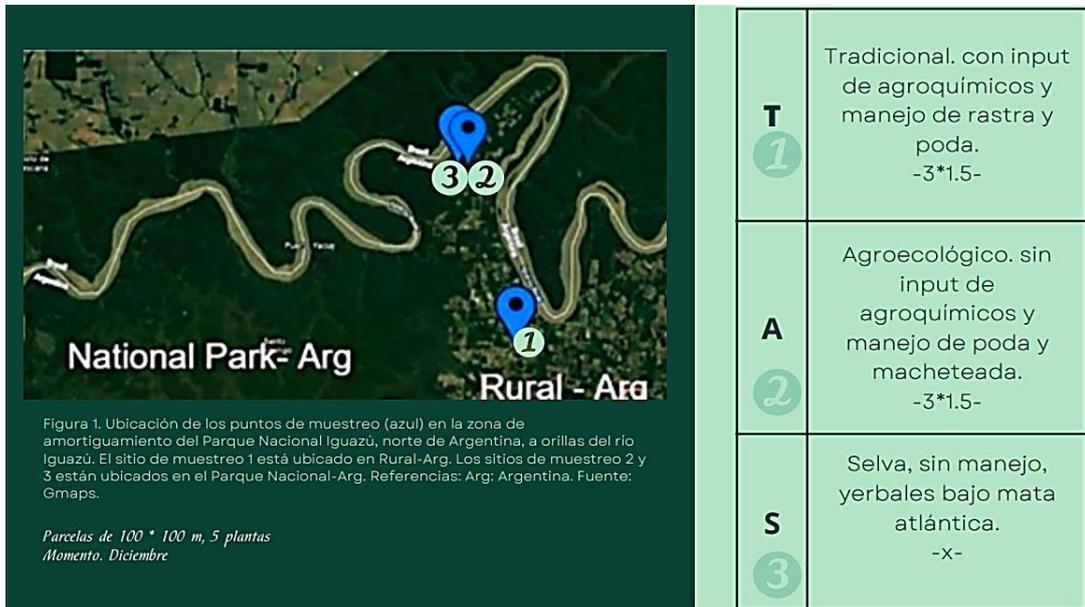


Figura 3. Tres puntos de muestreo -1: T, 2: A y 3: S; A y S se encuentran separados por veinte metros de distancia- en la zona buffer del sitio UNESCO: Parque Iguazú, Brasil y Argentina. Fuente Google.

Por un lado, se realizó la escala de incidencia y severidad en las parcelas seleccionadas -como se detallará en los resultados correspondientes al objetivo específico dos- y por otro, en aquellas con mayor afección, se procedió con el muestreo de suelo como se detalla a continuación.

La metodología de muestreo de suelo rizosférico en plantas de yerba mate consistió en diez pasos sucesivos.

Definición Metodología de análisis

1. La limpieza constante de herramientas, con agua enjabonada y alcohol al setenta por ciento de dilución en agua fue realizada antes, durante y luego de su uso; especial cuidado en la aplicación de esta limpieza se aplicó entre cada muestra tomada de la siguiente manera.
2. Se realizó la proyección de la copa sobre el suelo delimitando así el perímetro de esta sobre la superficie edáfica donde, bajo la misma, se encuentran las raíces de la planta de yerba mate -rizósfera-.
3. Con pala de jardinería se realizó el descortezamiento del suelo, es decir, la remoción de sus cinco centímetros superficiales dentro del perímetro delimitado anteriormente (Soza, 2012).
4. Dentro del perímetro descortezado, se introdujo verticalmente diez centímetros de una pala de quince de longitud con la concavidad hacia el operario.
5. De la manera más vertical posible, se inclinó la concavidad de la pala hacia el operario y se extrajo suelo correspondiente a la profundidad de quince a veinte centímetros.
6. Se repitió el paso cuatro y cinco en cuatro puntos diferentes alrededor de la planta de yerba mate, considerando una distancia de veinte a cuarenta centímetros del tallo central.
7. Se colocaron las muestras en una bolsa de polietileno, de cuarenta por 80 centímetros, de micronaje noventa y de color negro con el objetivo de reproducir el ambiente rizosférico de escasa luz.
8. Se repitió los pasos de dos a seis en seis plantas de la parcela seleccionada, colocando las extracciones de suelo en la bolsa del paso siete.
9. Se obtuvo una bolsa equivalente a una muestra compuesta de suelo rizosférico de plantas de yerba mate seleccionadas previamente por cada parcela determinada.
10. En los años sucesivos, se realizaron los pasos previos en el mismo mes: diciembre.



Figura 4: Metodología de toma de muestras de suelo rizosférico de plantas de yerba mate, Fuente: propia.

Para realizar el análisis exploratorio y contabilizar las UFCs, se sembró suelo diluido en medios de cultivo mediante la metodología de dilución del mismo. A partir de cada muestra de suelo se realizaron diluciones seriadas según la metodología de Tortora et al., 2007. Estas diluciones se inocularon en placas de Petri con medios de cultivo agarizados generales y semiselectivos con el agregado de cloranfenicol (150 mg/l) para reducir el crecimiento de bacterias (Doberski y Tribe, 1980; Lecuona, 1996; Luz et al., 2007; Posadas et al., 2012). De cada una de estas diluciones se tomaron 0,1 mL y se esparcieron homogéneamente por la superficie con ayuda de una espátula de Drigalski y se incubaron a $28 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 5 a 14 días (Alves et al., 1998). Periódicamente se observaron el desarrollo fúngico en las placas. Debido a situaciones mencionadas en la introducción, no se pudo continuar con la identificación morfológica de cada colonia obtenida pero sí con el conteo de UFCs.

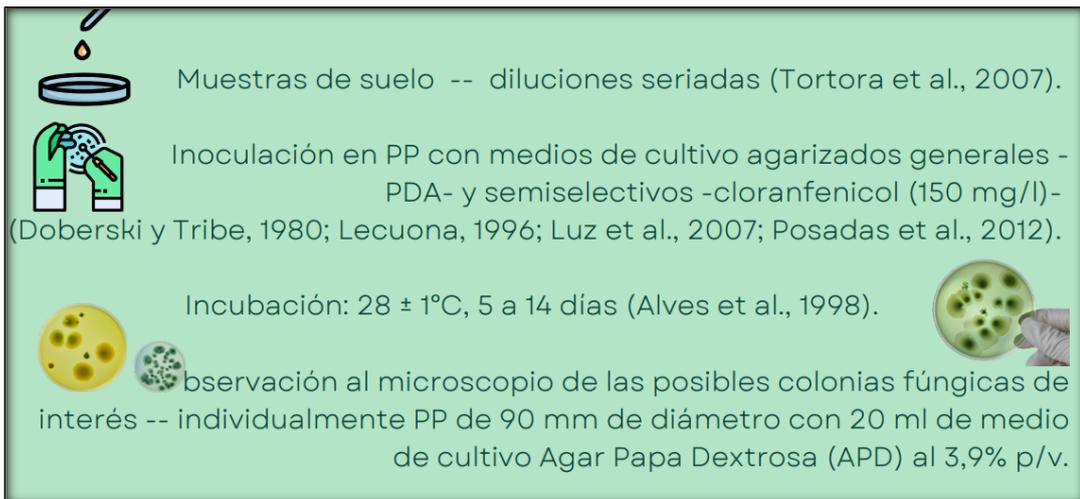


Figura 5: Resumen de la metodología de siembra de suelo. Fuente: propia.

En el conteo de las UFCs se pudieron observar sin detalle taxonómico, los siguientes grupos representativos en destacada mayoría.

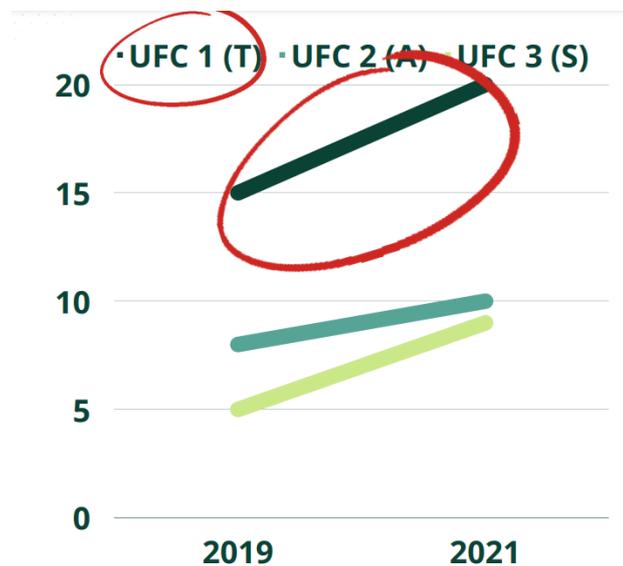


Figura 6: Resumen de la metodología de conteo de UFCs. Fuente: propia.

En el conteo de las unidades formadoras de colonias, se observó que el punto de muestreo número tres fue el que manifiesta mayor diversidad biológica.

En la intención de apostar a evaluar más certeramente la diversidad de microorganismos y aunque no es parte de los objetivos que se cumplieron, se realizó la extracción de ADN total del suelo rhizosférico a plantas de yerba mate en los puntos de muestreo establecidos como se detalla a continuación para intentar su análisis metagenómico. Las extracciones de ADN total fueron hechas con kits NucleoSpin (MACHERY NAGEL) comprando con el financiamiento de la presente convocatoria más dinero personal ya que el monto de la convocatoria no cubría el total de los kits necesarios para la extracción mencionada en los tres puntos de muestreo seleccionados. Las extracciones se realizaron por duplicado de acuerdo con las instrucciones del fabricante con modificaciones menores. Se realizaron lavados correspondientes a la cantidad de suelo utilizada de acuerdo a los pasos detallados en protocolo de extracción. El ADN se eluyó en cien microlitros de tampón TE 1X del kit mencionado. Todos los extractos de ADN se almacenaron a menos veinte grados centígrados. Para la determinación de la cantidad y pureza del ADN, la cantidad de ADN genómico extraído y los productos de PCR se midieron mediante electroforesis en gel de agarosa utilizando un aparato de electroforesis en gel horizontal Horizon® 58 (Biometra GmbH, Göttingen, Alemania) y geles con uno por ciento de agarosa en tampón 1X TAE. El ADN se tiñó con bromuro de etidio (0,5 µg ml⁻¹), se visualizó con luz ultravioleta y se fotografió. Las intensidades de las bandas se compararon con patrones. Se colocaron las muestras de ADN, gracias a beca NAWA del gobierno estatal de la República de Polonia en el Instituto Forestal de Varsowia y para su análisis se espera los resultados del convenio que se ingresó, con el conocimiento de superiores inmediatos, a las vías administrativas del Rectorado UNaM correspondientes.

Objetivo específico tres

Acción	Resultados
Debate participativo en focus groups para la redacción de indicadores de sustentabilidad en dimensión ecológica	<p>DIMENSIÓN ECOLÓGICA</p> <p>Considerando el trabajo anterior donde se observan todas las dimensiones que caracterizan funciones sustentables en los agrosistemas seleccionados, se re debatieron y redactaron de manera participativa con actores con diversa experiencia y relacionados a los sistemas, los indicadores ecológicos. La bibliografía para el debate y redacción inicial de indicadores fue la considerada en el informe de avance. Según Sarandón (2002), un sistema tendrá funciones sustentable si conserva o mejora la base de los recursos productivos evitando y disminuyendo el impacto sobre los recursos extraprediales. En este sentido, si las funciones del agrosistema tienden a ser similares a los de la Mata Atlántica, el impacto será el mínimo.</p> <p>En la zona de Comandante Andresito, los sistemas agronómicos muestran aproximadamente cuarenta años en producción. En algunos casos, se observa el alto grado de degradación en el suelo debido a las prácticas que se llevan a cabo; por ejemplo, sobre pastoreo, suelo desnudo, escaso estudio de capacidades basados en clasificación de suelos, manejo equivocado del recurso agua, falta de sombra. Esto resulta en baja infiltración de agua y erosión en superficial como principales impactos en el perfil edáfico. Los sistemas agroforestales se presentan hoy en día como una alternativa productiva para mitigar los efectos nocivos de los agentes climáticos, recuperar tierras</p>

degradadas y aumentar la productividad de cultivos típicos de la región, como lo es la yerba mate. Es fundamental detectar su compactación y monitorear su cobertura ejerciendo la en prácticas concretas la consciencia de llevar adelante medidas preventivas para evitarlo (Sarandón, 2002).

El incremento de materia orgánica reduce la erosión por el incremento de infiltración y la formación de agregados estables (Sánchez, 1997). La materia orgánica contribuye a la agregación de las diferentes partículas y en consecuencia es esencial para desarrollar una adecuada estructura, proveyendo condiciones óptimas para un adecuado drenaje del agua y aireación del mismo (Flores, 2012). La quema de residuos o su extracción fuera del lote, con distintos propósitos, son prácticas dañinas para la formación de materia orgánica ya que los residuos no son devueltos al suelo (Magdoff et al., 1997; Magdoff, 1999; Flores, 2012).

Cuando las plantas se ven afectadas, los productores tienden a quemarlas reduciendo de esta manera el input de materia orgánica en el lote. Esta afección se observa negativa desde el análisis de los microorganismos cuya función patogénica hacia los cultivos les es asignada sin considerar otros roles (como la fertilidad biológica) y desde allí su manejo alternativo posible.

En las discusiones realizadas participativamente por los miembros de los focus group que definían los indicadores se definió que para su aplicación se consideraron los valores de tres como aquellos que representen a funciones más sustentables del sistema y de cero para las opuestas.

Existieron indicadores que quedaron por consenso fuera de los indicadores pero que se decidieron publicar en congreso de ecología de suelos que se realizó en la Universidad Nacional de La Plata.

A- Categoría hongos del suelo

A1. Conciencia de los roles que tienen los hongos en el agrosistema

3	El productor es consciente de la importancia de los microorganismos en la incorporación de materia orgánica y le interesa conocerlos más en sus posibles roles alternativos
2	El productor es consciente de la importancia de los microorganismos en la incorporación de materia orgánica y no le interesa conocerlos más en sus posibles roles alternativos
1	El productor no es consciente de la importancia de los microorganismos en la incorporación de materia orgánica y no le interesa conocerlos más en sus posibles roles alternativos
0	El productor intenta eliminar todo microorganismo que observe afectando a sus cultivos de interés comercial.

Tabla 2: Indicadores acordados Fuente: equipo de focus group.

A2. Manejo de materia orgánica

	Los residuos de todas las prácticas son molidos y esparcidos en el lugar.
2	Los residuos de todas las prácticas quedan acumulados en el lugar.
1	Extrae del lugar la totalidad de los residuos.
0	Realiza la quema de la totalidad de los residuos en el lugar.

Tabla 3: Indicadores acordados en encuentro número dos hasta el cinco. Fuente: propia.

A3. Uso de maquinaria pesada en sus cultivos

Tabla 4: Indicadores acordados en encuentro número dos hasta el cinco. Fuente: equipo de focus group.

3	La superficie de monte nativo es conservada desde hace muchos años, se la valora por eso no se desmonta. No realiza quemadas, ni tala rasa, sino que aplica técnicas de restitución de árboles y diversidad biológica sin utilización de maquinaria pesada.
2	La superficie de monte nativo la conserva y no la desmonta sin utilizar aplica técnicas de restitución de árboles y diversidad biológica y sí aplica maquinaria pesada para acciones de subsolado.
1	No desmontó, pero realiza o considera realizar raleo del monte y utiliza maquinaria pesadas.
0	Realizó o piensa realizar desmonte total y solo piensa conservar la superficie del monte para protección de los cursos de agua.

A4. Uso de Agroquímicos.

3	No utiliza agroquímicos o utiliza solo productos biológicos o naturales dejando que la naturaleza haga sus ciclos naturales de restablecimiento de funciones sustentables.
2	Utiliza agroquímicos de baja toxicidad en dosis y frecuencias según marbete tratando de respetar ciclos de restablecimiento de funciones sustentables.
1	Utiliza agroquímicos de baja toxicidad en dosis y frecuencias superiores a las indicadas según marbete y/o utiliza agroquímicos de alta toxicidad en dosis adecuadas según marbete considerando cuando conveniente los ciclos de restablecimiento de funciones sustentables.
0	Utiliza agroquímicos de alta toxicidad en dosis y frecuencias superiores a las indicadas según marbete no

considerando cuando conveniente los ciclos de restablecimiento de funciones sustentables.

Tabla 5: Indicadores acordados en encuentro número dos hasta el cinco. Fuente: equipo de focus group.

Fórmulas con las que se analizó la dimensión ecológica

Los valores asignados a la dimensión ecológica considerando cada función e indicador fueron integrados y analizados a través del cálculo de la siguiente fórmula.

$$\frac{A \left(\frac{A_1 + 2 * A_2 + 2 * A_3 + A_4}{6} \right) + B \left(\frac{2 * B_1 + 2 * B_2}{4} \right) + C \left(\frac{2 * C_1}{2} \right)}{3}$$

Referencias: A Categoría suelo. A1 degradación del suelo, A2 Manejo de residuo, A3 Pastoreo, A4 Utilización de agroquímico; B Categoría diversidad, B1 Monte Nativ, B2Interacción entre componentes del sistema; C Categoría agua.

Valores comparativos de funciones sustentables ecológicas entre chacras

A través de la aplicación de estas fórmulas por dimensión y en ambas unidades productivas analizadas, se observó que para el diseño particular de estos indicadores aplicado en estas unidades productivas los valores relativos fueron los siguientes.

Dimensión / Chacra	Schegg	FAI
Ecológica	menor	mayor

Tabla 20: Indicadores acordados en encuentro número dos hasta el cinco. Fuente: equipo de focus group.

Se observó que en aquellos indicadores ponderados, la conciencia expresada en prácticas concisas que mantengas las funciones similares a la de la Mata Atlántica permitieron la aplicación y mantenimiento de funciones sustentables en el sistema FAI.

En consonancias con los resultados del primer trabajo de investigación, los resultados de este los profundizan en las categorías consideradas de la dimensión ecológica adaptándolo a las unidades productivas consideradas. De esta manera y en esta línea consecutiva entre trabajos de investigación, se cumple el objetivo particular del segundo Aportar información sobre el estado fitosanitario de plantaciones de yerba mate asociado a la comunidad fúngica rizoférica como indicador ecológico de sustentabilidad en la zona Norte de la Provincia de Misiones.

Conclusiones

Objetivos alcanzados

La metodología utilizada en los encuentros participativos permitió comparar ambas chacras seleccionadas en diferentes dimensiones y sus resultados con el cuarto de ellos. Particularmente en esta ocasión del desarrollo de resultados del presente trabajo, se agregó información sobre indicadores ecológicos (que fueron re redactados en nuevos encuentros participativos) que fue obtenida al registrar por 1. contero de UFCs las comunidades de hongos de suelo asociadas a manejos registrados en las parcelas seleccionadas cumpliendo con el primer objetivo específico. 2. Evaluar incidencia y severidad de diversas situaciones fitosanitaria en parcelas seleccionadas cumpliendo con el segundo objetivo específico para luego proponer y publicar nuevos indicadores ecológicos de sustentabilidad. De esta manera se evidencia una línea consecutiva en la profundización del análisis de los resultados.

Como aporte a metodologías participativa, permite una visualización sencilla e inmediata de resultados permitiendo observar puntos críticos en la integración de las funcionalidades en las dimensiones e indicadores detallados, en este caso los ecológicos, y desde estos puntos de vista poder comparar las unidades productivas seleccionadas. Quienes realizaron los últimos encuentros redefiniendo indicadores ecológicos, coinciden que el sistema se maneja con técnicas que permiten funciones de sustentabilidad adaptadas a los recursos zonales y el ambiente de la Mata Atlántica favoreciendo de esta manera la diversidad biológica y que se puede profundizar en su análisis a través de las técnicas metagenómicas. El análisis del ADN total.

Abordamos el presente trabajo (al igual que el anterior) utilizando metodologías participativas que permitan la aplicación de herramientas -indicadores- que ensamblen datos cuali y cuantitativos -categorías- que describan las funciones sustentables ecológicas características de los SAFs y de esta manera poder compararlos entre sí. Claramente, las herramientas diseñadas permiten realizar los ensamblajes de múltiples dimensiones e indicadores ecológicos que las caracterizan. De esta manera, se podría predecir de manera confiable las tendencias en funciones ecológicas de sustentabilidad en SAFs del territorio misionero - localizados en áreas buffer UNESCO del Parque Nacional Iguazú- sustentando decisiones de utilización de recursos cumpliendo en el proceso con los objetivos planteados.

Un producto tal vez intangible fue la integración de RRHH con educación informal y formal. Se evidenció la motivación simultánea entre todos los participantes de los focus groups que redefinieron indicadores ecológicos esbozados en trabajo de investigación anterior en su dimensión ecológica. Valorando su educación, saberes y experiencias en el proceso de debate y construcción de indicadores, se observó una participación de mayor compromiso y en número de participantes creciente a medida que se desarrollaban los encuentros. Esta propuesta de metodología en el análisis exploratorio carece de objetividad según

determinados marcos de referencia, pero posee integralidad entre datos cuali y cuantitativos y permite una aproximación holística de la sustentabilidad en los sistemas.

Hay que mencionar que estudiantes FCF de localidad de San Vicente, si bien su análisis no pudo ser incluido en el final, sus resultados son destacables en la definición de esta metodología participativa para los indicadores de manejo de las funciones del recurso agua en agrosistemas. Por ello, estos resultados que han sido acompañados a través del proyecto de extensión PROF AE "Fortaleciendo grupos de abastecimiento local" y publicados en Congreso Latinoamericano como parte de este proyecto.

Consideraciones finales

(Espacio destinado a la realización de comentarios adicionales acerca de la implementación, los resultados alcanzados, las lecciones aprendidas, la tarea desarrollada en esta etapa, etc.)

Futuras líneas de investigación

En las aproximaciones analíticas realizadas para aplicar los indicadores de suelo se observó que

1. El origen del deshojamiento se atribuye a determinados géneros fúngicos y a la afección denominada "mal de la tela"; sin embargo, según la bibliografía analizada. Desde esta perspectiva exploratoria pareciera que determinados géneros no es el único motivo como si lo aseguran colegas e instituciones que estudian aspectos productivos que aportan al sector agropecuario. Aparentemente, las dinámicas entre comunidades de microorganismos edáficas, influenciadas significativamente por el manejo del suelo de los agro sistemas, cumple un rol trascendental en la sintomatología emergente de los cultivos y vegetación general superficial. Para el estudio de las comunidades de manera holística e integral se planteó la realización de técnicas metagenómicas pudiendo llegar hasta la extracción de ADN y realización de Beca NAWA del gobierno polaco que permitió proponer el análisis metagenómico desde el Instituto Forestal de Varsovia, pero para dicho fin se espera la realización del convenio entregado a las vías institucionales correspondientes desde mediados del 2022.
2. La literatura y estudios realizados en suelos misioneros, al menos desde aquellos casos a los que se tuvo acceso por lectura o escucha de experiencias en jornadas técnicas, no se consideran dinámicas de disponibilidad de micronutrientes hacia el cultivo de yerba mate por parte de los hongos y bacterias características de su rizosfera. Observar las variaciones de esta dinámica ante la presencia de las comunidades de microorganismos puede proveer datos de manejo ante esta comunidad (afectada por la cobertura del suelo) y así aportar al entendimiento de la nutrición vegetal en suelos misioneros. Esta forma de mirar el suelo podría proponer nuevas posibilidades en los roles que los microorganismos cumplen en el suelo, alternativos estos a los tradicionales roles considerados -patógenos-.
3. Al respecto del punto dos, se logró gracias a la amabilidad del Consejo Directivo de la UNaM y las acciones FCF, vehicular acuerdo marco, a través de la Beca NAWA y la Embajada de Polonia, con la Universidad Politécnica de Bialystok, Polonia. Trámites que fueron comenzados con la beca Erasmus en el año 2018 descriptas en el informe del trabajo de investigación anterior.

Lecciones emergentes de la aplicación de este tipo de proyectos

La formación de RRHH con un seguimiento y acompañamiento generó

- Potenciar la articulación entre la generación de conocimiento, la vinculación tecnológica y las estrategias de divulgación permite un posicionamiento social de la FCF en territorio La planificación de actividades de investigación involucrando prácticas de cátedra FCF manifestó gran entusiasmo por parte de los estudiantes. Los saberes prácticos adquiridos a campo son clave para la evolución de un currículo integral articulando actividades de investigación y docencia. En próximos trabajos de investigación que sigan la línea de indicadores de sustentabilidad y en la medida que los estudiantes lo deseen, se pretende continuar involucrándolos en el proceso de discusión y relevo de indicadores de sustentabilidad.
- La incorporación de estudiantes de grado en actividades de I+D e intenta establecer un vínculo que favorezca la formación de RRHH FCF en territorio.
- Los resultados que no han sido incluidos, pero sí han sido acompañados a través del proyecto de extensión PROF AE "Fortaleciendo grupos de abastecimiento local" serán considerado en futuras líneas de investigación probables. Sin embargo, en próximas ocasiones se tenderá a definir con anterioridad y prioridad los lugares de estudio para no dejar a estudiantes fuera de la experiencia completa como sucedió en este caso. Así se detalla en indicadores el trabajo realizado en la localidad de San Vicente por la estudiante FCF Ayelén Reinek y su familia.

La redacción de planificaciones como de resultados puede mejorar en

- Respecto a la secuencia de redacción del presente documento, se inicia con resumen de los resultados donde consta finalidad, logros y acciones realizadas por cada objetivo específico.

- En la planificación inicial y en la sección “diagnóstico” se observa la palabra “título”, allí debería haber ido el título correspondiente al primer trabajo de investigación.
- Respecto de la redacción de los objetivos se debería haber considerado un detalle diferente de los mismos ya que en el orden de las acciones para la consecución de los mismo se hicieron primero las correspondientes al objetivo específico número uno y luego las del dos. Es decir, se realizó la escala de incidencia y severidad en las parcelas seleccionadas y en dicho proceso, en aquellas plantas con mayor afección, se procedió con el muestreo de suelo.
- El archivo borrador subido como informe de avance pretende ser corregido con la explicación de los detalles de las etapas en el presente documento.

Impactos esperados a futuro

Identifique los principales impactos (máximo tres) que la mejora en el desempeño institucional causada por el PM generará en el entorno científico, social, político, económico y/o ambiental

1. Aplicación de estas herramientas como parte de las prácticas de la Cátedra de Agroecología FCF.
2. Continuar el seguimiento de los indicadores ecológicos como parte de las prácticas mencionadas en el ítem uno y lograr el seguimiento de las unidades productivas seleccionadas en plazos superior a 4 años.
3. Ampliar el conocimiento de la dinámica de nutrientes en relación con la diversidad observada en cada unidad productiva seleccionada (ver en SASPI) propuesta de tercer trabajo de investigación.
4. Que los estudiantes participantes de estas actividades a campo puedan publicar sus resultados en congresos internacionales y locales siendo ellos los que lideren dichas dinámicas.

Comentarios finales

1. Para el equipo de trabajo de este segundo trabajo de investigación fue satisfactorio poder respetar diferencias de puntos de vista y registrar resultados sucesivos a los obtenidos en el primero. Ver el impacto en los estudiantes respecto de su construcción activa en el conocimiento científico tecnológico de la UNaM permite inspiración para realizar un “hilado” con datos de años previos y las futuras líneas de investigación propuestas que articulen actividades prácticas en territorio con las teóricas propuestas por las Cátedras FCF.
2. Siendo este el segundo trabajo de investigación se presentó ante la Secretaría de Ciencia y técnica de UNaM por su dirección, forma parte la idea inicial para plan de tesis de doctorado de quien lo dirige, Pero No es parte de los objetivos de mismo, siendo sí parte de la fundamentación de ideas originales. Al finalizar las actividades del presente trabajo, ocurrió pandemia COVID-19 y cambio de codirector de tesis de doctorado, encontrándome con un nuevo equipo que tomó estas inspiraciones y anima a escribir y concretar resultados.
3. Se retomaron debates y consensos realizados en el primer trabajo de investigación para generar estos indicadores en el presente documento entre estos debates, administradores de la unidad productiva FAI han sido clave al permitirme observar su punto de vista y discutir sentipensares. La intención entonces es continuar la línea de investigación con este equipo en el desarrollo del doctorado (independientemente a los objetivos presente trabajo de investigación). Para ello se propone la realización de un convenio con esta unidad productiva y la FCF.

Cecilia Fasano

MP CEPIA 118411