



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

TESIS DE MAESTRÍA

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE CULTIVOS DE
COBERTURA SOBRE LA PROVISIÓN DE SERVICIOS
ECOSISTÉMICOS EN UN VIÑEDO DE MENDOZA,
ARGENTINA

MAESTRÍA EN VITICULTURA Y ENOLOGÍA

Tesista: DARÍO FURLÁN

Director: ERNESTO MARTÍN ULIARTE

Codirector: LAURA ELIZABETH MARTÍNEZ

Mendoza, 2024

FIRMAS DEL COMITÉ EVALUADOR

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de diferentes cultivos de cobertura y su incidencia en las características físicoquímicas y microbiológicas del suelo, y sobre la biodiversidad de artrópodos en un ambiente vitícola. Se compararon dos coberturas vegetales exóticas y una espontánea y se dejó un testigo con suelo descubierto con laboreo mecánico. A su vez, cada tratamiento fue rodeado con una franja vegetal con once especies floríferas exóticas. El estudio se desarrolló en un viñedo cv. Cabernet Sauvignon conducido en espaldero bajo, ubicado en la localidad de Las Compuertas, Luján de Cuyo, provincia de Mendoza, Argentina durante las temporadas 2020-2021 y 2021-2022. Se evaluó la expresión vegetativa de las plantas del cultivo de cobertura expresado en materia seca, altura y porcentaje de cobertura verde. Se midió la fertilidad química expresada en capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica total, nitrógeno total, potasio intercambiable y fósforo disponible. Se determinó la actividad y diversidad microbiológica del suelo y se calculó la proporción de los diferentes grupos funcionales de la comunidad microbiana. Finalmente, se estimó, dentro y fuera de la parcela en estudio, la abundancia y la riqueza de artrópodos, clasificándolos en morfoespecies dentro de cada Orden taxonómico y se calcularon índices de diversidad alfa tradicionales y números de Hill para comparar la diversidad entre tratamientos. No se encontraron diferencias estadísticas para las variables físicas del suelo. Los tratamientos con coberturas exóticas se destacaron por presentar un aumento en la CIC y una reducción en la salinidad de la primera capa del suelo. Además, presentaron un incremento en la mayoría de los grupos microbiológicos responsables en el ciclado de nutrientes. Se observó un aumento en la abundancia de artrópodos para ambos tratamientos, aunque marcado por pocas especies, lo que redujo su desempeño en índices de diversidad Alfa comparándolos con el testigo y con zonas fuera de la parcela de estudio.

Palabras clave: cultivos de servicio, diversidad, artrópodos, microorganismos, suelo, vid.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of different cover crops and their influence on the physicochemical and microbiological characteristics of the soil, as well as on arthropod biodiversity within a viticultural environment. Two exotic vegetative covers and one spontaneous cover were compared, along with a control treatment consisting of bare soil under mechanical tillage. Additionally, each treatment was surrounded by a floral diversity cover crop, containing eleven exotic flowering species. The study was seated in a Cabernet Sauvignon vineyard, managed with a guyot pruning system, located in Las Compuertas, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina, during the 2020-2021 and 2021-2022 growing seasons. The vegetative expression of the cover crops plants was evaluated in terms of dry matter production, plant height, and percentage of green cover. Soil chemical fertility was assessed through measurements of cation exchange capacity, total organic matter, total nitrogen, exchangeable potassium, and available phosphorus. Soil microbiological activity and diversity were assessed, including the quantification of different functional groups within the microbial community. Finally, arthropod abundance and richness were estimated both within and outside the study plot. Specimens were classified into morphospecies within each taxonomic Order, and traditional alpha diversity indices together with Hill numbers were calculated to compare diversity among treatments. No statistical differences were found for the soil physical variables. The treatments with exotic cover species stood out by exhibiting increased cation exchange capacity and reduced salinity in the top soil layer. These treatments also showed an increase in most microbial groups involved in nutrient cycling. An increase in arthropod abundance was observed for both treatments; however, this increase was driven by a small number of species, resulting in lower performance in alpha diversity indices when compared with the control treatment and with areas outside the study plot.

Key words: service crops, biodiversity, arthropods, microorganisms, soil, vine.

INDICE

1. Introducción	8
2. Antecedentes	10
2.1. Cultivos de cobertura y su relación con el cultivo de Vid	10
2.2. Cultivos de cobertura y su relación con la química y la física del suelo	11
2.3. Cultivos de cobertura y su relación con la microbiología del suelo	12
2.4. Cultivos de cobertura y su relación con los artrópodos	13
3. Hipótesis de trabajo	15
4. Objetivos	15
5. Materiales y Métodos	16
5.1. Descripción del sitio experimental y el cultivo	16
5.2. Variables de experimentación y diseño experimental	17
5.3. Principales determinaciones	21
6. Resultados	28
6.1. Peso de Poda de la parcela de Vid	28
6.2. Desarrollo de los cultivos de cobertura	29
6.3. Suelo	33
6.4. Fertilidad Biológica	38
6.5. Biodiversidad de artrópodos	43
7. Discusión	53
8. Conclusiones	55
9. Bibliografía	58
10. Anexos	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Descripción de las variables experimentales.	18
Tabla 2	Descripción de las especies establecidas en las borduras con Franjas de Diversidad de floríferas.	18
Tabla 3	Frecuencia de clases texturales por tratamiento al inicio (año Inicial) y al finalizar el ensayo (año Final).	33
Tabla 4	Media de los diferentes análisis de fertilidad química del suelo en cada tratamiento, medido al inicio y al final del ensayo por separado.	36
Tabla 5	Media de las diferentes variables de fertilidad química del suelo en cada tratamiento, incluyendo el efecto año, con el análisis de la interacción del tratamiento y el año.	36
Tabla 6	Media de los diferentes análisis de fertilidad biológica del suelo en cada tratamiento, medido al inicio, a la mitad y al final del ensayo.	38
Tabla 7	Abundancia total, abundancia relativa y cantidad de morfoespecies de cada Orden/Familia en el total del conjunto de tratamientos.	44
Tabla 8	Abundancia absoluta del total de individuos recolectados por tratamiento de cada Orden o Familia.	44
Tabla 9	Abundancia relativa en porcentaje del total de individuos recolectados por tratamiento de cada Orden o Familia.	44
Tabla 10	Cantidad de morfoespecies encontradas de cada Orden/Familia en cada tratamiento.	46
Tabla 11	Resultados de los diferentes índices de Diversidad Alfa analizados.	47
Tabla 12	Resumen de datos de abundancia de especies evaluada en el software iNEXT.	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Mapa satelital del ensayo a campo en una parcela de 1,8 hectáreas con el esquema de la distribución de cada repetición de cada tratamiento.	20
Figura 2	Cultivo de cobertura en su máximo desarrollo antes de ser segado.	21
Figura 3	Cultivo de cobertura en su máximo desarrollo antes de ser segado.	21
Figura 4	Máquina sembradora utilizada.	21
Figura 5	Cultivo de cobertura luego de ser segado.	21
Figura 6	Batería de trampas: trampa de suelo y trampa cromática tipo Moerike en el tratamiento testigo de suelo descubierto.	24
Figura 7	Media de Peso de poda inicial en kg por planta de vid, en las zonas de medición de los diferentes tratamientos.	28
Figura 8	Media de aporte de biomasa, peso seco en kg m ⁻² , altura promedio en cm y porcentaje de cobertura verde, en los diferentes cultivos de cobertura para primavera del año 2020 y primavera del año 2021.	29
Figura 9	Media interanual de aporte de biomasa, peso seco en kg m ⁻² , altura promedio en cm y porcentaje de cobertura verde, en los diferentes cultivos de cobertura para el inicio del verano del año 2020 y el año 2021.	31
Figura 10	Media interanual de aporte de biomasa, peso seco en kg m ⁻² , altura promedio en cm y porcentaje de cobertura verde, en los diferentes cultivos de cobertura para el final del verano del año 2021 y el año 2022.	32
Figura 11	Medias de resistencia a la penetración medida en PSI, con Penetrómetro, en los diferentes tratamientos. En el momento de establecimiento del ensayo (año inicial) y al finalizar el mismo (año final).	34
Figura 12	Media de Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo de los diferentes tratamientos en los dos años de análisis.	35
Figura 13	Media de la cantidad de AMT (actividad microbiana total medido en mg CO ₂ /g en 7 días) para la interacción de cada tratamiento con el año de medición.	39
Figura 14	Media de la cantidad de Bacterias Totales para la interacción de cada tratamiento con el año de medición.	40
Figura 15	Media de la cantidad de Hongos Totales para la interacción de cada tratamiento con el año de medición.	40
Figura 16	Media de la cantidad de Microorganismos Celulolíticos para la interacción de cada tratamiento con el año de medición.	41
Figura 17	Media de la cantidad de Microorganismos Fijadores de Nitrógeno para la interacción de cada tratamiento con el año de medición.	41
Figura 18	Media de la cantidad de Microorganismos Amonificadores para la interacción de cada tratamiento con el año de medición.	42
Figura 19	Media de la cantidad de Microorganismos Nitrificadores para la interacción de cada tratamiento con el año de medición.	42
Figura 20	Gráfico de componentes principales para las variables de fertilidad química y biológica en el suelo para el Año Final del ensayo.	43
Figura 21	Curvas de interpolación y extrapolación de la riqueza y diversidad de artrópodos en los diferentes tratamientos para q ₀ , q ₁ y q ₂ .	50
Figura 22	Curvas de interpolación y extrapolación de la riqueza y diversidad de artrópodos en los diferentes tratamientos excluyendo a la familia Formicidae, para q ₀ , q ₁ y q ₂ .	52

1. INTRODUCCIÓN

La Provincia de Mendoza, en Argentina, se caracteriza por tener condiciones ambientales áridas, en general, limitantes para el funcionamiento de los agroecosistemas vitícolas y para la generación de biodiversidad funcional. Gran parte del territorio integra la Región Ecológica del Desierto del Monte, con clima árido a semiárido, precipitaciones anuales entre 100 a 250 mm con elevada estacionalidad estival y temperaturas medias anuales cercanas a 14°C, con fuerte variabilidad espacial y temporal (Labraga y Villalba, 2009). Los suelos mendocinos pertenecen principalmente a los Órdenes Entisoles y Aridisoles (Romanella, 1957), asociados a una vegetación dominada por matorrales xerófilos, en un contexto de muy limitada diversidad estructural y poca cobertura vegetal densa (Cabrera, 1976). Esta combinación de factores determina niveles de biodiversidad vegetal, de artrópodos y microorganismos inferiores a los observados en biomas más húmedos (Osborne *et al.*, 2020).

El agua que irriga los cultivos de Mendoza proviene exclusivamente de las nieves y glaciares de la Cordillera de Los Andes, siendo el factor limitante para el desarrollo de los cultivos y su expansión en superficie. Los viñedos de Mendoza se riegan en un 85% con riego superficial y un 15% con riego presurizado (INDEC, 2021). En las últimas décadas, los caudales de los ríos han mostrado un marcado descenso en comparación al promedio histórico. Según el Departamento General de Irrigación de Mendoza, los caudales de los ríos registraron su mínimo histórico en la temporada 2021-2022. En el año 2023 se transitó el decimoquinto año consecutivo con caudales por debajo del promedio histórico en el río Atuel, el decimocuarto en el río Tunuyán y el octavo año consecutivo en el río Mendoza (DGI, 2023).

A este contexto se suma el manejo predominante del suelo. El último Censo Agropecuario Nacional del 2018, registró que 126.763 ha de viñedos en Argentina – 70% de la superficie total – son trabajadas con herbicidas, de las cuales un 73% de esta superficie se ubica en la provincia de Mendoza, (INDEC, 2021). Este uso prolongado y sistemático de herbicidas, reduce aún más la diversidad en la flora, microbiota de los suelos y entomofauna (Galic *et al.*, 2024; Giffard *et al.*, 2022; Zaller *et al.*, 2018), además de afectar el ciclado de nutrientes y alterar la ecoquímica de los suelos por acumulación de residuos (Aravind *et al.*, 2023).

La transición hacia alternativas de bajo impacto enfrenta limitaciones propias de los oasis productivos áridos: escasas de precipitaciones, baja diversidad parcelaria dentro de los viñedos mendocinos, baja fertilidad y bajos contenidos de materia orgánica del suelo y reducida actividad biológica, limitada oferta de insumos de bajo impacto, mayor necesidad de mano de obra, y elevados costos operativos (Uliarte *et al.*, 2019).

En el monocultivo de vid, grandes superficies de viñedos excluyen componentes del ambiente como la vegetación nativa y espontánea, a través de labranzas y el uso de herbicidas en el espacio interfilar, dejando el suelo sin cobertura. Estas condiciones de fragmentación del hábitat se ven potenciadas en los oasis productivos de Mendoza, donde las condiciones de aridez influyen en la vulnerabilidad de los ecosistemas involucrados y en su capacidad de recuperación. En tanto, una práctica cada vez más aceptada en los paisajes cultivados es la del “manejo de hábitat”, que utiliza la provisión intencional de cultivos de coberturas vegetales para incrementar la biodiversidad (López García *et al.*, 2019).

Los cultivos de cobertura consisten en la siembra de especies seleccionadas o el manejo de la vegetación espontánea, de manera permanente o temporaria, sobre la totalidad o parte de la superficie de cultivo. Diversos estudios describen múltiples servicios ecosistémicos asociados a los cultivos de cobertura: reducción de la erosión y la compactación del suelo, aumento de la infiltración, supresión de malezas y aporte de materia orgánica y del contenido de nutrientes a través de la descomposición de residuos (Capurro, 2018; Romaniuk *et al.*, 2018). Los servicios ecosistémicos, definidos como los beneficios que las poblaciones humanas obtienen directa o indirectamente de los ecosistemas (Altieri y Nicholls, 2004), se sostienen en gran medida en la biodiversidad, que determina la capacidad de resiliencia frente a disturbios, ya que, a mayor riqueza de especies, mayor es la recuperación (López García *et al.*, 2019).

Si bien existen numerosos estudios sobre el efecto de los cultivos de cobertura sobre las plantas de vid, la producción de uva y la calidad de uvas y vinos (Haselgrove *et al.*, 2000; Renjifo *et al.*, 2020; Uliarte *et al.*, 2006 y 2009), son escasas las investigaciones que evalúan su impacto sobre los servicios ecosistémicos asociados en viñedos de zonas áridas regadías. De la misma manera, los estudios sobre la actividad y abundancia microbiana de suelos vitícolas regionales se han centrado principalmente en la disponibilidad de nutrientes del suelo y en la nutrición de la planta (Martínez *et al.*, 2018; Paolinelli *et al.*, 2023).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la influencia de diferentes cultivos de cobertura sobre indicadores químicos y biológicos asociados a servicios ecosistémicos relevantes en un viñedo de Mendoza.

2. ANTECEDENTES

2.1. Cultivos de cobertura y su relación con el cultivo de Vid

El uso de cultivos de cobertura en viñedos ha demostrado aportar múltiples beneficios agroecológicos, especialmente en zonas áridas. Entre los efectos más reconocidos se destacan su rol como refugio de insectos benéficos, el incremento de la actividad biológica, el aumento de la biodiversidad funcional, la mejora de la estructura y la fertilidad del suelo, el aumento de la infiltración, la reducción de la compactación, la mitigación de la erosión y la posibilidad de ingresar maquinaria anticipada al cultivo luego de precipitaciones (Garcia *et al.*, 2018; Ovalle *et al.*, 2020; Uliarte *et al.*, 2019).

En un estudio pionero para Mendoza, Uliarte *et al.*, en el 2009 evaluaron treinta especies para su uso como cultivos de cobertura en los viñedos, concluyendo que aquellas con menor desarrollo vegetativo generan menor competencia hídrica y nutricional con el cultivo. Del mismo modo, las especies perennes – si bien producen más biomasa y una mayor cobertura efectiva del suelo– tienden a generar mayor competencia con la vid, mientras que las especies anuales ofrecen menor cobertura estructural y son menos eficientes en el control de malezas. Desde el punto de vista ecológico, los autores destacan que la duración de la floración de especies anuales es más acotada, lo que puede limitar su aporte como recurso para insectos benéficos.

En viñedos bajos riego superficial, Uliarte (2004), observó que hay un efecto detrimental sobre el desarrollo vegetativo de las vides, creciendo en conjunto con coberturas vegetales y esto logra un efecto indirecto sobre el microclima de la canopia, al favorecer la entrada de luz en la zona de los racimos, y al reducir la amplitud térmica del mesoclima del viñedo.

Estudios posteriores (Uliarte *et al.*, 2006; 2009) confirmaron que las coberturas vegetales perennes, manejadas en todos los interfilares y durante varios años consecutivos, incrementan la fertilidad del suelo, aunque a costa de una

mayor competencia por agua y nutrientes. La reducción en la expresión vegetativa y la producción, a causa de esta competencia de recursos, puede alterar el microclima de la canopia, elevando la insolación de los racimos y la amplitud térmica en la época de madurez de la uva, reduciendo las temperaturas máximas de verano, lo cual repercute en la calidad de los vinos obtenidos, con aumentos en los niveles de polifenoles, antocianos y mejoras en los análisis sensoriales. Estos trabajos aportaron evidencia temprana de que las coberturas vegetales no sólo cumplen funciones ecosistémicas, sino que también modifican atributos enológicos relevantes.

2.2. Cultivos de cobertura y su relación con la química y la física del suelo

Los suelos de Mendoza se caracterizan por presentar un escaso desarrollo pedogenético, siendo en general, pobres en materia orgánica, nitrógeno total y fósforo disponible (Ferrer y Regairaz, 1993). En este contexto, los cultivos de cobertura representan una herramienta estratégica para sostener o mejorar los niveles de fertilidad.

Las especies de plantas que conviven en simbiosis con microorganismos fijadores de nitrógeno – principalmente las de la familia Fabaceae (Leguminosas) – aportan cantidades significativas de nitrógeno al suelo, siempre que la fijación biológica funcione correctamente. Los cultivos consociados leguminosa-gramínea, además de aportar nitrógeno al suelo, generan una mayor cobertura, mejorando las condiciones físicas del suelo al reducir la erosión y la compactación (Ovalle *et al.*, 2020). El uso de leguminosas forrajeras puede satisfacer parcialmente las necesidades de nitrógeno de la vid y contribuir al reciclaje de calcio y fósforo, elementos críticos en sistemas de producción orgánica (Ovalle *et al.*, 2007).

Estudios realizados por Perez Brandan *et al.* (2023), en cultivo de poroto común, indicaron que la introducción de cultivos de servicio, con especies de la familia *Poaceae* (Gramíneas) en la secuencia, incrementó significativamente la abundancia de los principales grupos microbianos, del carbono y nitrógeno de la biomasa microbiana, así como facilitó una rápida mejora de la calidad física y química del suelo con un aumento de más del 50% en la relación C/N, aumentando la producción de porotos. Por otro lado, los mismos autores afirman que los cultivos de servicio consociados (avena y vicia) tuvieron un efecto positivo sobre la calidad del suelo, pero ese impacto fue menor en comparación con los cultivos de servicio

que incluyeron leguminosas y gramíneas utilizados como cultivos únicos. Estos resultados, aunque obtenidos fuera del cultivo de vid, son relevantes para cultivos de climas áridos donde la acumulación del Carbono y la mejora de la estructura física del suelo son importantes.

En viñedos de Mendoza, Uliarte *et al.* (2019) comprobaron un aumento de la materia orgánica y fósforo de los suelos con el uso de coberturas permanentes manejadas en todos los interfilares vegetando todos los años. Estos beneficios se revirtieron rápidamente al introducir labores de labranza que eliminó el cultivo de cobertura o al reemplazar las coberturas perennes por anuales.

En cuanto a la salinidad y el pH de los suelos, Poblete Barrera (2011) comprobó, en la III Región de Chile, que la incorporación al suelo de guano de cabra redujo ligeramente el pH, mientras que los cultivos de cobertura disminuyeron la salinidad superficial debido a la reducción del ascenso capilar en comparación con suelos descubiertos. Fassbender (1982) afirma que el pH influye en la abundancia de bacterias en el suelo, ya que la mayor parte de ellas, se desarrollan mejor a pH neutro y ligeramente alcalino, en cambio los hongos, se desarrollan a un pH más amplio.

La estructura del suelo también se ve beneficiada por el uso de crucíferas en los cultivos de cobertura, debido a la capacidad de sus raíces pivotantes para penetrar en capas densas del suelo, favoreciendo la descompactación y con ella la capacidad de percolación y la aireación de los suelos (Ovalle *et al.*, 2020).

2.3. Cultivos de cobertura y su relación con la microbiología del suelo

La microbiota edáfica cumple funciones ecológicas esenciales que determinan la sustentabilidad a largo plazo de los agroecosistemas (Beare *et al.*, 1997). Las funciones de la biota del suelo son centrales para los procesos de descomposición de la materia orgánica y el ciclado de nutrientes. La abundancia y la actividad microbiana total de un suelo – frecuentemente medida mediante la respiración del suelo – son excelentes indicadores de su fertilidad ya que son muy sensibles a los cambios generados por manejo productivo del suelo y al medio ambiente (Doran y Zeiss, 2000).

La importancia de la composición e interacción de las poblaciones microbianas en el suelo es indiscutible. En gran medida, la fertilidad del suelo está controlada por las actividades biogeoquímicas de la microbiota, que actúa como abastecedora potencial de nutrientes para las plantas (Rousk y Bengtson, 2014).

Asimismo, se ha reportado que la biomasa microbiana es mayor bajo condiciones de agricultura de conservación, donde, los cultivos de cobertura, los restos de poda o la aplicación de una enmienda, proveen fuente de carbono en forma continua a la biota del suelo (Murillo *et al.*, 2014). Del mismo modo, Martínez *et al.* (2018) encontraron incrementos importantes en microorganismos celulolíticos, fijadores del nitrógeno y nitrificadores tras la aplicación de compost y vermicompost, además de observar una mayor disponibilidad de fósforo tanto en el suelo como en las plantas de vid. Así mismo, Medina (2018) evidenció una mayor cantidad de bacterias cultivables en suelos de viñedos orgánicos, con laboreo mecánico y adición de material de poda como suplemento nutricional, en comparación con viñedos con laboreo convencional y aplicación de herbicidas.

La creciente intensificación de la actividad agrícola ha hecho que crezca la preocupación por la sostenibilidad de los cultivos, ya que se ha constatado una merma en la biodiversidad biológica de estos sistemas (Kleijn *et al.*, 2011).

2.4. Cultivos de cobertura y su relación con los artrópodos

El agroecosistema de la vid, bajo un manejo de agricultura de conservación está caracterizado por su alta biodiversidad. Uno de los grupos más utilizados para detectarla son los artrópodos, debido fundamentalmente a su sensibilidad al impacto de diferentes manejos y su estrecha asociación al suelo y al cultivo (Stout y Finn, 2015).

La biodiversidad de artrópodos es clave para la estabilidad de los agroecosistemas vitícolas, ya que contribuye a servicios ecosistémicos como el control natural de plagas, la polinización y la descomposición (Chorbadjian y Kogan, 2001; Gurr *et al.*, 2003; López García *et al.*, 2019).

Estudios en Mendoza han demostrado que viñedos agroecológicos manejados con coberturas vegetales presentan mayor riqueza, diversidad y abundancia de polinizadores y depredadores que los manejados de forma

convencional (Dagatti *et al.*, 2024; López García *et al.*, 2019). Asimismo, Uliarte *et al.* (2019) observaron una mayor población de hormigas en viñedos con cobertura, aunque aquellas especies que podrían causar daño a la vid prefirieron monocotiledóneas de la cobertura antes que estructuras del cultivo.

Alemanno (2020) demostró que la riqueza y diversidad de artrópodos responde más a las características locales que a la región vitícola, considerando principalmente que, el tipo de coberturas vegetales que se utilice moldea la comunidad vegetal del lugar y a los artrópodos asociados a ellas, afectando a las funciones ecosistémicas que pueden cumplir estos insectos. Este hallazgo es relevante para viñedos mendocinos, donde las condiciones ambientales varían fuertemente a escalas espaciales cortas.

Estudios en España, Chile y Sudáfrica coinciden con los resultados encontrados en el ámbito local, mencionando principalmente que viñedos con manejo ecológico u orgánico y con coberturas vegetales, tanto naturales como sembradas, sostienen comunidades de artrópodos más diversas (Aristu, J. M. *et al.*, 2020; Chorbadjian y Kogan, 2001; Gaigher y Samways, 2010).

La diversidad de especies es imprescindible para el mantenimiento de la estructura de comunidades y cadenas alimenticias, de esta manera los índices de biodiversidad nos permiten medir la salud de los sistemas naturales, para tomar en cuenta a la variedad de componentes que organizan la vida y sus procesos (Carmona y Carmona, 2013).

La integración del cultivo con el paisaje circundante es un elemento clave en la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, favoreciendo la resiliencia frente a diversas perturbaciones, por lo que es necesario abordar las coberturas vegetales como servicios ecosistémicos en la fertilidad química y biológica, como en la diversidad de artrópodos y sus índices de diversidad en viñedos de zonas áridas regadías.

3. HIPÓTESIS DE TRABAJO

3.1. Hipótesis General

El uso de cultivos de cobertura en un viñedo de Mendoza mejora alguno de los principales servicios ecosistémicos.

3.2. Hipótesis Específicas

3.2.1. Los cultivos de cobertura incrementan la fertilidad química y biológica del suelo, como así también, la diversidad de artrópodos.

3.2.2. Los servicios ecosistémicos se pueden diferenciar a partir de las especies vegetales utilizadas en las composiciones de cultivos de cobertura.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo General

4.1.1. Evaluar el efecto de cultivos de cobertura de un viñedo, en la fertilidad física, química y biológica del suelo, y la biodiversidad de artrópodos.

4.2. Objetivos Específicos

4.2.1. Evaluar el impacto de los cultivos de cobertura en la modificación de la estructura del suelo, medido en términos de compactación.

4.2.2. Evaluar la fertilidad nutricional y la salinidad de los suelos en donde crecen las diferentes especies vegetales.

4.2.3. Determinar indicadores microbiológicos de suelo relacionados a la actividad microbiana total, y la mineralización del carbono y nitrógeno frente al manejo de las diferentes coberturas vegetales.

4.2.4. Conocer la riqueza y abundancia de artrópodos en diferentes coberturas vegetales. Calcular índices de diversidad alfa.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Descripción del sitio experimental y el cultivo

El presente estudio se condujo en un viñedo de 17 años, ubicado en Las Compuertas, Luján de Cuyo, Mendoza, Argentina. Lat.: 33° 02' S; Long.: 68° 58' O; Altitud: 1050 m s.n.m. Es una zona agrícola altamente antropizada, con más de 200 años de uso agrícola continuo. Por este motivo, es difícil encontrar vegetación nativa en las zonas cultivadas, siendo de interés interpretar la vegetación espontánea que surge en el lugar y evaluar su impacto comparado con asociaciones de coberturas vegetales exóticas sembradas frente a un testigo con suelo descubierto.

Dicho viñedo ha sido manejado bajo normativas de agricultura orgánica durante los dos años previos al inicio del ensayo (2018 y 2019), y no recibió aplicaciones de herbicidas durante los tres años anteriores al mismo (2017, 2018 y 2019).

El recurso hídrico provino del Río Mendoza y el riego por sistema de goteo, con goteros de 3 l h⁻¹ distanciados cada 1 metro, con un lateral con goteros por hilera. La programación de los riegos se ajustó al mismo esquema del productor, priorizando la calidad de las uvas. Sin embargo, a diferencia de lo que realizó el productor para el resto del viñedo, fue necesario aplicar cuatro riegos adicionales al inicio de la siembra (mayo 2020) y otros cuatro al inicio de la resiembra (abril 2021) de los cultivos de cobertura M1 y M2, con el objeto de asegurar el establecimiento de los mismos, estos riegos fueron realizados moviendo la manguera del viñedo al centro del interfilar, mientras que los riegos durante el resto del ensayo se realizaron nuevamente en línea del cultivo de vid.

El tipo de suelo es un Entisol típico Serie Las Compuertas (Romanella, 1957), con textura desde franco arcillosa a franco, con pH de 7,23 en pasta de saturación y CEA en extracto de saturación de 3000 µmhos cm⁻¹ en el centro del interfilar, con una profundidad de suelo de más de 2 m.

El viñedo corresponde a una selección masal "Drummond" del cv. Cabernet Sauvignon sobre portainjerto 101-14. Fue plantado en el año 2003, con un distanciamiento de 1,80 m entre hileras y 1,00 m entre plantas, con orientación NE-SO. Las plantas son conducidas en espaldero bajo a 1,50 metros de altura, con

poda mixta a Guyot doble. El largo de las hileras es de 117 metros y la densidad de plantación de 5.555 pl ha⁻¹.

5.2. Variables de experimentación y diseño experimental:

Se evaluaron cuatro tratamientos (Tabla 1), con cuatro repeticiones cada uno: dos mezclas de especies exóticas para coberturas vegetales (M1 y M2), una cobertura vegetal espontánea (CE) y un testigo con suelo descubierto (SD). En las hileras que delimitan cada repetición se implantó una mezcla de especies floríferas denominada “franjas de diversidad”, con el propósito de potenciar la biodiversidad de artrópodos de la parcela en estudio (Tabla 2).

El diseño experimental fue de bloques completos aleatorizados, con cuatro repeticiones por tratamiento (Figura 1). Cada repetición constituyó una unidad experimental de 10,80 m x 58,5 m, más una bordura correspondiente a la franja de diversidad de 7,20 m x 58,5 m. Cada unidad experimental abarcó seis interfilares de media hilera (tres de ellos sembrados – interfilas por medio – y los otros tres mantenidos con suelo descubierto mediante labranza mecánica), con sus hileras de vid contiguas, mientras que cada franja de diversidad ocupó cuatro interfilares de media hilera con sus hileras de vid contiguas – dos a cada lado de cada repetición – (uno de ellos sembrados y uno con suelo descubierto a cada lado). En total, cada repetición de cada tratamiento ocupó diez medias hileras (seis para la cobertura vegetal y cuatro para la franja de diversidad). Las mediciones se realizaron en el claro central del interfilas sembrado correspondiente a la media hilera central. La superficie total del ensayo fue de 1,80 ha.

El área efectivamente sembrada fue de 100 m² por repetición, dando un total de 400 m² sembrados por tratamiento (Figuras 2 y 3).

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020). Los datos se sometieron a un Análisis de la Varianza Unifactorial (ANOVA). La separación de medias se realizó mediante el test LSD de Fisher con un nivel de significancia de $p < 0,05$.

Tabla 1: Descripción de las variables experimentales y su densidad de siembra en kilos por hectárea.

Nombre del Tratamiento	Especies de Cobertura	Nombres Científicos	Código de Identificación	Densidad de Siembra (kg/ha)
Mezcla 1	Gramíneas + Leguminosas	<i>X Triticosecale</i> + <i>Hordeum vulgare</i> + <i>Vicia sativa</i>	M1	<i>X Triticosecale</i> : 35 <i>Hordeum vulgare</i> : 30 <i>Vicia sativa</i> :45
Mezcla 2	Gramíneas + Crucíferas	<i>Avena Sativa</i> + <i>Sinapsis alba</i>	M2	<i>Avena sativa</i> : 65 <i>Sinapsis alba</i> : 7,5
Cobertura Espontánea	18 especies encontradas		CE	Sin siembra
Suelo Desnudo	Sin Vegetación		SD	Sin siembra

Tabla 2: Descripción de las especies establecidas en las borduras con Franjas de Diversidad de floríferas y su densidad de siembra en kilos por hectárea.

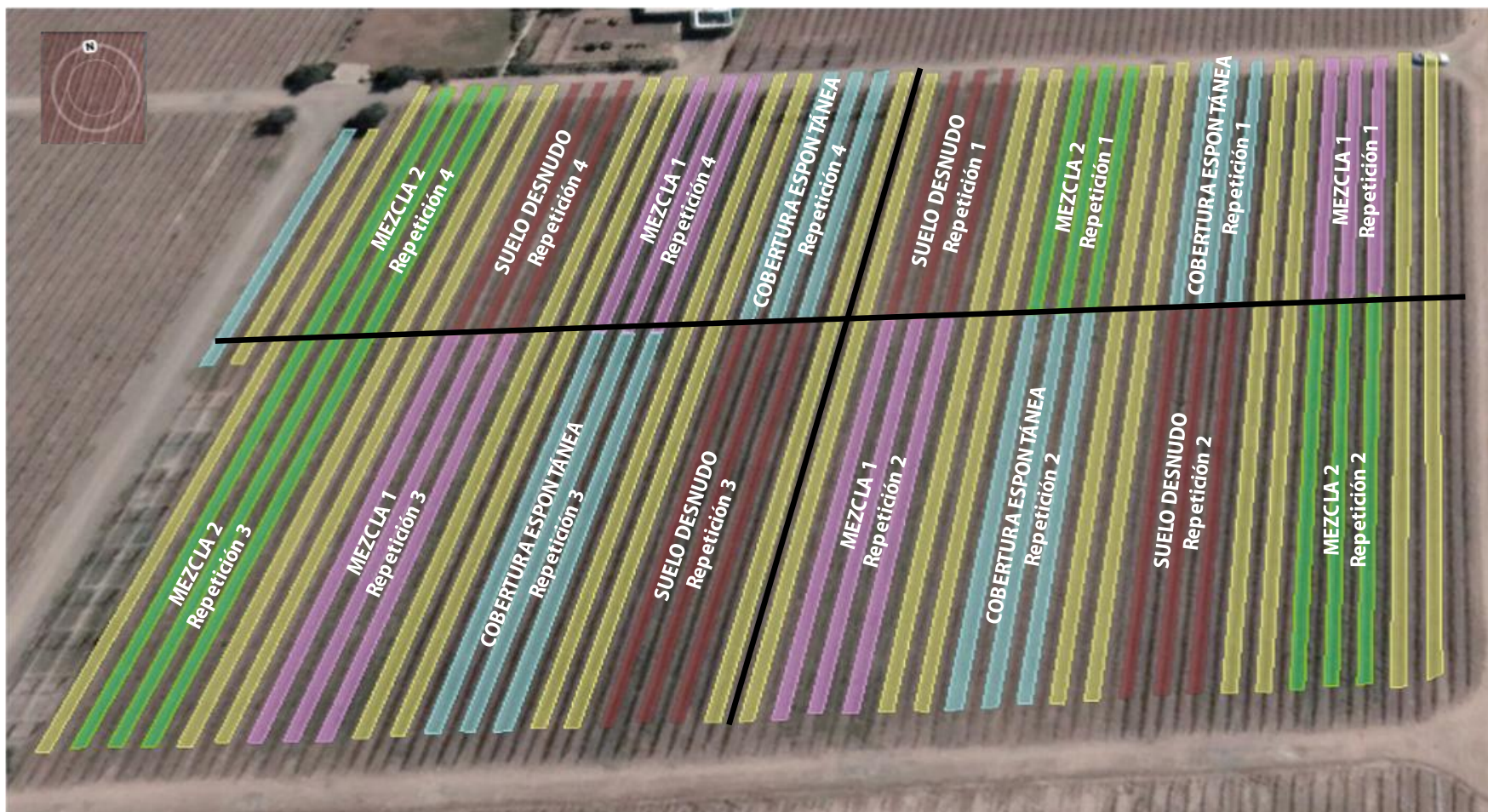
Nombre Común	Nombre Científico	Densidad de siembra (kg/ha)
1. Vicia común	1. <i>Vicia sativa</i>	1. 7,5
2. Trébol rojo	2. <i>Trifolium pratense</i>	2. 1,0
3. Trébol blanco	3. <i>Trifolium repens</i>	3. 1,0
4. Caléndula	4. <i>Calendula officinalis</i>	4. 1,0
5. Tagete	5. <i>Tagetes erecta</i>	5. 0,5
6. Zanahoria	6. <i>Daucus carota</i>	6. 1,0
7. Rabanito	7. <i>Raphanus sativus</i>	7. 1,0
8. Mostaza	8. <i>Sinapsis alba</i>	8. 1,25
9. Perejil	9. <i>Petroselinum crispum</i>	9. 1,0
10. Raygrass perenne	10. <i>Lolium perenne</i>	10. 2,0
11. Cebadilla criolla	11. <i>Bromus catharticus</i>	11. 2,0

Antes del establecimiento del ensayo, las zonas destinadas a cobertura espontánea y suelo descubierto fueron laboreadas con rastra de discos para iniciar el ciclo sin vegetación. De igual modo, las unidades correspondientes a M1, M2 y las franjas de diversidad se trabajaron con rastra de discos previo a la siembra, a fin de eliminar malezas y preparar el suelo. Posteriormente, se realizó la siembra en los sectores correspondientes (mayo 2020) con sembradora mecánica a chorrillo (Figura 4), utilizando densidades por especie según las Tablas 1 y 2 y finalmente se aplicaron cuatro riegos sólo a los interfilares sembrados.

Durante todo el ensayo, la línea de plantas del viñedo se desmalezó mediante desorilladora mecánica en los mismos momentos y con la misma frecuencia en que realizó esta labor el productor. El tratamiento de suelo descubierto se trabajó con rastra de disco durante todo el ensayo con la misma frecuencia y época en que realizó esta labor el productor en el resto del viñedo.

Para todos los tratamientos con coberturas vegetales (CE, M1, M2) fue necesario realizar tres segados por temporada (Figura 5), a pedido del productor, para evitar interferencias con labores manuales del viñedo. Esta labranza fue realizada con segadora mecánica impulsada con tractor y el material cortado permaneció sobre la superficie, sin incorporarlo al suelo. El momento de los segados coincidió con las mediciones de biomasa de la cubierta vegetal, desarrollado en el punto 5.3.1.1.

Al finalizar la primera temporada, en mayo de 2021, fue necesario resembrar los tratamientos M1 y M2, debido a que estaban compuestos por especies anuales. La resiembra se realizó sin eliminar la cobertura previa, utilizando la misma sembradora usada al inicio del ensayo. Esta resiembra no tuvo el mismo nivel de germinación en comparación con la primera por lo que hubo mayor cantidad de malezas en estos tratamientos durante la segunda temporada en comparación con la primera.



- | | |
|---|--|
| ■ CELESTE: | - Cobertura Espontánea (CE) |
| ■ MARRÓN: | - Suelo Descubierto (SD) |
| ■ ROSADO: | - Mezcla 1 (M1) Gramíneas + Leguminosas (X <i>Triticosecale</i> ; <i>Hordeum vulgare</i> ; <i>Vicia sativa</i>) |
| ■ VERDE: | - Mezcla 2 (M2) Gramíneas + Crucíferas (<i>Avena sativa</i> ; <i>Sinapsis Alba</i>) |
| ■ AMARILLO: | - Franja de Diversidad Floral (FD) (11 especies) |

Figura 1: Mapa satelital del ensayo a campo en una parcela de 1,8 hectáreas con el esquema de la distribución de cada repetición de cada tratamiento.



Figura 2 y 3: Cultivo de cobertura en su máximo desarrollo antes de ser segado.

Figura 4: Máquina sembradora utilizada.

Figura 5: Cultivo de cobertura luego de ser segado.

5.3. Principales determinaciones:

5.3.1. Componentes Vegetativos del Cultivo de Cobertura

El análisis estadístico para todas las variables se realizó antes de cada segado, con un total de tres segados por temporada y seis segados en total durante todo el ensayo. La comparación de tratamientos fue realizada en cada momento calendario independiente, ya que hubo variación en la composición de las coberturas sembradas del primer año al segundo (Anexo 1).

5.3.1.1. Producción de Biomasa aérea: para evitar entorpecer las labores manuales del productor, se realizó un segado de los cultivos de cobertura cuando alcanzaban una altura en la cual dificultaba alguna tarea en el viñedo. Antes de cada corte se midió el peso seco de 1 m² de cobertura por cada repetición. Se cortó el material vegetal a una altura de 10 cm del suelo aproximadamente (Figura 5); se lo secó al aire y se lo pesó con balanza hasta peso constante. Adicionalmente se midió la altura promedio del cultivo de cobertura, registrándola con cinta métrica en seis puntos al azar por tratamiento.

5.3.1.2. Grado de cobertura del suelo y proporción del suelo descubierto: Se utilizó la técnica del análisis de fotografía con análisis digital, según la metodología de Campillo *et al.* (2008). Se analizó una fotografía por repetición, en tres momentos diferentes del ciclo vegetativo coincidentes con el segado de las coberturas: primavera (octubre), inicio del verano (diciembre) y fin del verano (febrero) de cada año del ensayo. Se analizó la imagen digital para calcular el porcentaje de suelo cubierto con vegetación con el software de análisis de imágenes Gimp2.

5.3.2. Suelo

Se realizó un análisis estadístico para todas las variables de suelo comparando los tratamientos al inicio del ensayo, por un lado, y al final del ensayo por otro. A su vez, se realizó un análisis de la varianza para la interacción de cada variable en estudio con el año de muestreo. (Anexo 2).

5.3.2.1. Textura del suelo: se determinó al inicio del ensayo la textura para cada repetición, según el método del volumen de sedimentación. Se tomó una muestra de suelo disturbada de 5 a 30 cm en cada repetición, utilizando esta misma muestra para realizar los análisis de CIC y fertilidad química.

5.3.2.2. Compactación: se determinó al inicio y al final del ensayo para cada repetición, luego de dos días de una lluvia de al menos 10 mm, la fuerza de resistencia a la penetración con un Penetrómetro Marca Fieldscout, modelo SC900 (Chicago, IL,

USA), en dos puntos por repetición: al centro de la huella que deja la rueda del tractor y al centro del interfilar. Se midió hasta los 45 cm con mediciones cada 5 cm.

5.3.2.3. Capacidad de Intercambio Catiónico: se determinó, para cada repetición, la CIC por saturación con acetato de sodio 1 mol/L, pH 8,2 al inicio y al finalizar el ensayo.

5.3.2.4. Fertilidad Química: se midió al inicio y al final del ensayo, para cada repetición, el nitrógeno total por método Kjeldhal (Bremner y Keeney, 1965), el fósforo disponible, por extracción carbónica (Nijensohn, 1991) el potasio intercambiable con acetato de amonio 1N pH=7, y la materia orgánica por oxidación con dicromato de potasio (Page *et al.*, 1982).

5.3.3. Fertilidad Biológica

Se realizaron determinaciones al inicio del ensayo (2020), a la mitad del ensayo, con un año de crecimiento de las coberturas vegetales (2021) y al finalizar el ensayo (2022), en una profundidad de 0 a 30 cm, para cada repetición de cada tratamiento. El análisis estadístico se realizó con el análisis de la varianza y comparación de medias para cada tratamiento en cada uno de estos tres momentos del ensayo. Se realizó también una interacción entre Tratamiento y Año. Por último, se efectuó un Análisis Multivariado comparando la fertilidad química y la fertilidad biológica para el inicio y para el final del ensayo (Anexo 3).

Se determinó, la actividad microbiológica total (AMT) por el método de desprendimiento de CO₂ a 28 °C (Alef y Nannipieri, 1995), abundancia de bacterias, hongos totales y bacterias fijadoras de nitrógeno por el recuento en placas de unidades formadoras de colonias (UFC), con medio selectivo agar nutritivo, agar papa glucosado con antibiótico sulfato de estreptomicina y medio libre de N (Alef y Nannipieri, 1995) respectivamente. Abundancia de microorganismos amonificadores y celulolíticos con la técnica del número más probable (NMP), usando medios líquidos selectivos (Lorch).

5.3.4. Diversidad de artrópodos

5.3.4.1. Abundancia y cantidad de morfoespecies

Se colocó una batería de dos trampas por repetición en cada tratamiento, una trampa de suelo tipo Pit-fall junto a una trampa cromática tipo Moerike de 26 cm de largo por 18 cm de ancho y 3 cm de profundidad, ambas rellenas con agua y unas gotas de detergente (Figura 6). Las trampas fueron colocadas en el interfilar central del claro central de cada repetición en la época de madurez de la vid del primer año del ensayo (febrero 2022), y fueron dejadas en el lugar durante 5 días consecutivos (Duelli *et al.* 1999). Se colocó, además, otra batería de trampas a 200 m de la parcela en estudio (en otra parcela de vid de la misma variedad) para evaluar el efecto por fuera de la zona del ensayo.



Figura 6: Batería de trampas: trampa de suelo y trampa cromática tipo Moerike en el tratamiento testigo de suelo descubierto (SD).

Los artrópodos recolectados se conservaron en alcohol al 70% hasta su clasificación, realizada por el laboratorio de Entomología de la Cátedra de Zoología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo. Se utilizó en primera instancia el Método Rapid Biodiversity Assessment, (RBA) (Oliver y Beattie, 1993), que en forma parataxonómica separa las morfoespecies dentro de cada Orden taxonómico (Anexo 4).

5.3.4.2. Índices de diversidad alfa

La diversidad alfa representa la diversidad de especies a lo largo de todas las subunidades (o escalas) locales relevantes (e.g. hábitat), y por definición abarca dos variables importantes: la riqueza de especies, y la abundancia relativa de especies (Carmona y Carmona, 2013).

Para el análisis de la diversidad de artrópodos, se calcularon los siguientes índices de biodiversidad:

5.3.4.2.1. Índice de Margalef

Este índice es utilizado para estimar la diversidad de una comunidad basándose en la distribución numérica de los individuos presentes en la muestra. El índice transforma el número de especies detectadas por la muestra a una proporción a la cual las especies de la muestra son añadidas por expansión (Martella *et al.*, 2012).

$$D_{MG} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

Donde:

D_{MG} : es el índice de Margalef.

S: cantidad de especies detectadas o riqueza (en el caso de este estudio, Órdenes y Familias).

N: cantidad total de individuos registrados

5.3.4.2.2. Índice de Shannon-Weaver

Utilizado como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad “extensa” de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos (Martella *et al.*, 2012).

$$H = - \sum (P_i * \ln P_i)$$

Donde:

H: Número de Shannon

$P_i = n_i/N$. En donde n_i = abundancia para la especie, N = total de especies.

$\ln P_i$ = logaritmo natural de P_i

5.3.4.2.3. Índice de Simpson

El índice de Simpson es otro índice que mide la diversidad, el cual se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos “extracciones” sucesivas al azar sin “reposición” (Martella *et al.*, 2012):

$$D_{Si} = 1 - \sum P_i^2$$

Donde:

D_{Si} : Número de Simpson

$P_i = n_i/N$. En donde n_i = abundancia para la especie, N = total de especies.

5.3.4.2.4. Equitabilidad o Uniformidad de Pielou

Es posible calcular las medidas de uniformidad (también denominada equitabilidad) de una comunidad mediante una ecuación sencilla usando el índice de Pielou (Martella *et al.*, 2012). El valor (J) de la equitabilidad de especies varía entre “0” y “1”; donde el valor “0” representa baja equitabilidad (o alta dominancia por pocas especies) y el valor “1” representa total equitabilidad en la representación de individuos de cada especie detectada en el muestreo.

$$J' = H/LN(S)$$

Donde:

J' = Índice de Pielou

H = índice de diversidad de Shannon

S = número de especies (o riqueza).

5.3.4.2.5. Números de Diversidad de Hill

Considerando las dificultades que surgen al intentar comparar los distintos índices de diversidad porque, entre otras causas, difieren significativamente en sus unidades (e.g., el índice de Simpson no tiene unidades), Hill, citado por Martella *et al.* (2012), sugiere realizar transformaciones matemáticas a los índices antes propuestos y presenta la denominada serie de números de diversidad, los cuales fueron calculados con el software en línea “iNEXT” (Chao, *et al.*, 2016).

Número 0:	$q_0 = S$	Donde: S = número de especies,
Número 1:	$q_1 = e^{H'}$	Donde: H' = índice de Shannon-Wiener
Número 2:	$q_2 = 1/D_{Si}$	Donde: D _{Si} = índice de Simpson

Estos números de diversidad miden lo que se denomina el número efectivo de especies presentes en una muestra, y son una medida del grado de distribución de las abundancias relativas entre las especies. q_0 es el número del total de especies de la muestra; q_1 es el número de las especies abundantes y q_2 es el número de las especies muy abundantes en la muestra. Es decir que el número efectivo de especies es una medida del número de especies en la muestra donde cada especie es ponderada por su abundancia ($q_0 > q_1 > q_2$).

El software iNext, a su vez, aplica una fórmula estadística desarrollada por Chao *et al.* (2016) la cual se basa en modelos de cobertura de muestra estimando el número de especies no observadas en la comunidad a partir de la frecuencia de las especies raras. Con esos datos, se ajustan las fórmulas de rarefacción (submuestreo) y extrapolación (muestras adicionales hipotéticas) hasta el doble del tamaño del muestreo para evitar generar proyecciones poco confiables.

La interpretación de estos cálculos se puede realizar de la siguiente forma: si para q_0 la curva sigue creciendo, el esfuerzo de muestreo fue insuficiente. Si para q_1 y q_2 las curvas se estabilizan rápido, la muestra ya capturó bien la estructura dominante de la comunidad.

6. RESULTADOS

6.1. Peso de Poda de la parcela de Vid

Para evaluar la homogeneidad inicial de la parcela, se midió el peso de poda de cada planta de vid en dos claros completos de siete plantas cada claro (uno a cada lado del interfilas), en el claro de medición donde luego se establecieron los tratamientos (14 plantas en total por repetición). No se encontraron diferencias estadísticas significativas para ninguno de los tratamientos, por lo que se concluye que no hay variabilidad de vigor asociada a suelo o sanidad, y se valida esta parcela para la realización del ensayo (Figura 7).

Por cuestiones operativas y necesidades del productor, no fue posible realizar la medición del peso de poda al finalizar el ensayo para evaluar un efecto del ensayo en las plantas de vid.

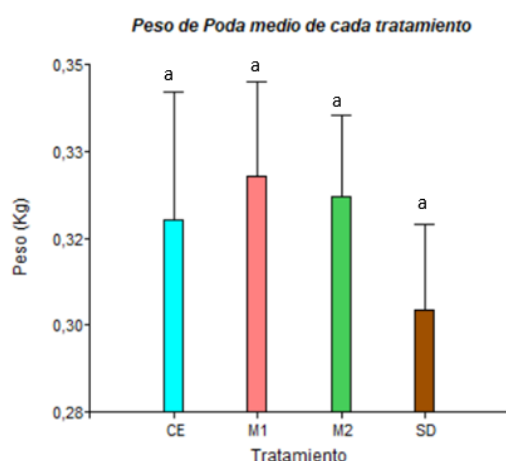


Figura 7: Media de Peso de poda inicial en kg por planta de vid, en las zonas de medición de los diferentes tratamientos. Las barras indican Error Estándar. Letras idénticas indican que no se presentan diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$. CE (Cobertura Espontánea), M1 (Gramínea + Leguminosas), M2 (Gramínea + Crucífera), SD (Testigo a Suelo Descubierto).

6.2. Desarrollo de los cultivos de cobertura

6.2.1. Primavera (Octubre 2020 – 2021)

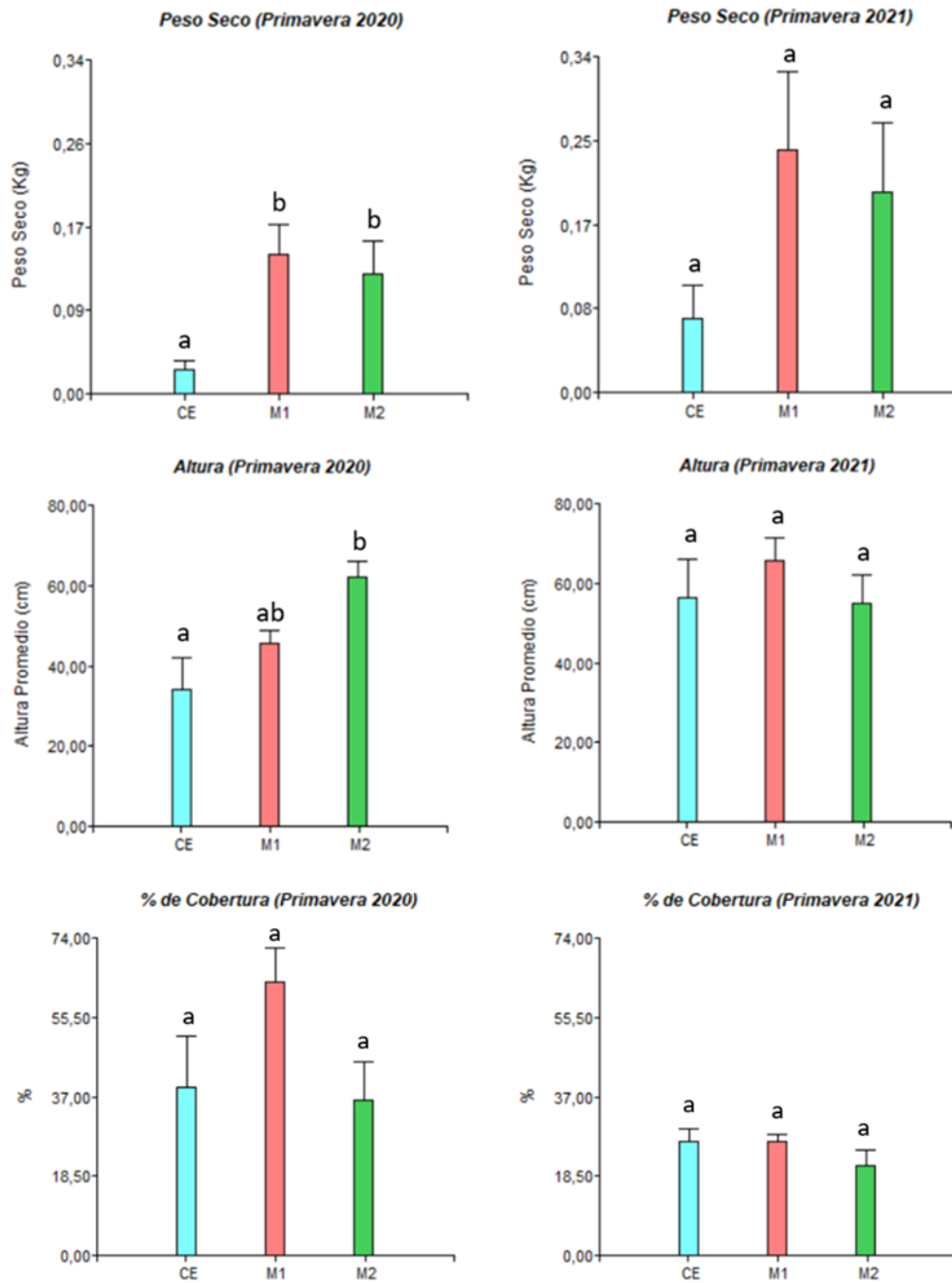


Figura 8: Media de aporte de biomasa, peso seco en kg m², altura promedio en cm y porcentaje de cobertura verde, en los diferentes cultivos de cobertura para primavera del año 2020 y primavera del año 2021. Las barras indican el error estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un p<0,05.

En la primera medición de la primer temporada (primavera 2020), el peso seco tuvo diferencias significativas para un nivel de significancia p<0,05 entre

los tratamientos con cobertura exótica (M1 y M2) y el tratamiento con cobertura espontánea (CE), debido a la incorporación de un banco de semillas viables mediante la siembra y, a que las especies establecidas fueron seleccionadas genéticamente por su desarrollo en biomasa y producción de semillas, por lo que tienen mejores condiciones intrínsecas, en comparación con plantas desarrolladas espontáneamente en el lugar (Figura 8).

Para la altura promedio de los cultivos de cobertura se observó una diferencia en la primera temporada con una mayor altura del tratamiento M2 en comparación con CE, debido a que ese momento la mostaza se encontraba en floración (Figura 8).

No se detectaron diferencias significativas en el porcentaje de cobertura verde para este periodo de evaluación. No se midió el nivel de cubierta seca o mantillo generado. Sin embargo, se observaron valores más elevados en el porcentaje de cobertura verde para el primer año de medición en comparación con el segundo, debido al mayor éxito de germinación explicado con anterioridad (Figura 8).

Para el inicio del verano (Figura 9), sólo se encontraron diferencias para el tratamiento M1 en los análisis de materia seca y altura promedio, aunque esta última, sin diferencias con M2. No se observaron diferencias significativas para ningún tratamiento en el segundo año, ya que, al ser especies de crecimiento invernal, muchas plantas de los cultivos en la primera temporada se encontraban secas para este momento del año.

6.2.2. Inicio del verano (Diciembre 2020 – 2021)

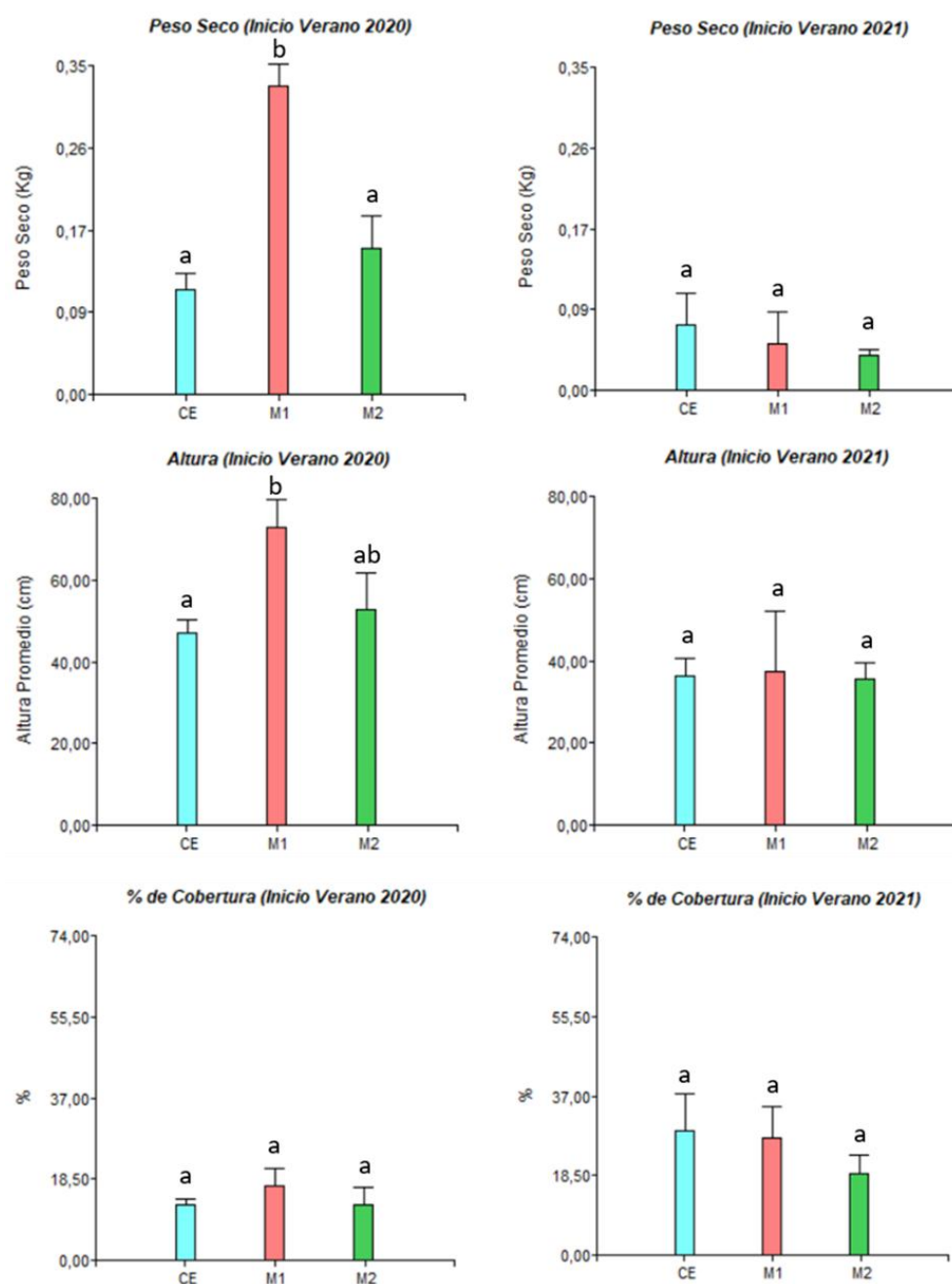


Figura 9: Media interanual de aporte de biomasa, peso seco en kg m^{-2} , altura promedio en cm y porcentaje de cobertura verde, en los diferentes cultivos de cobertura para el inicio del verano del año 2020 y el año 2021. Las barras indican el error estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

6.2.3. Fin del verano (Febrero 2021 – 2022)

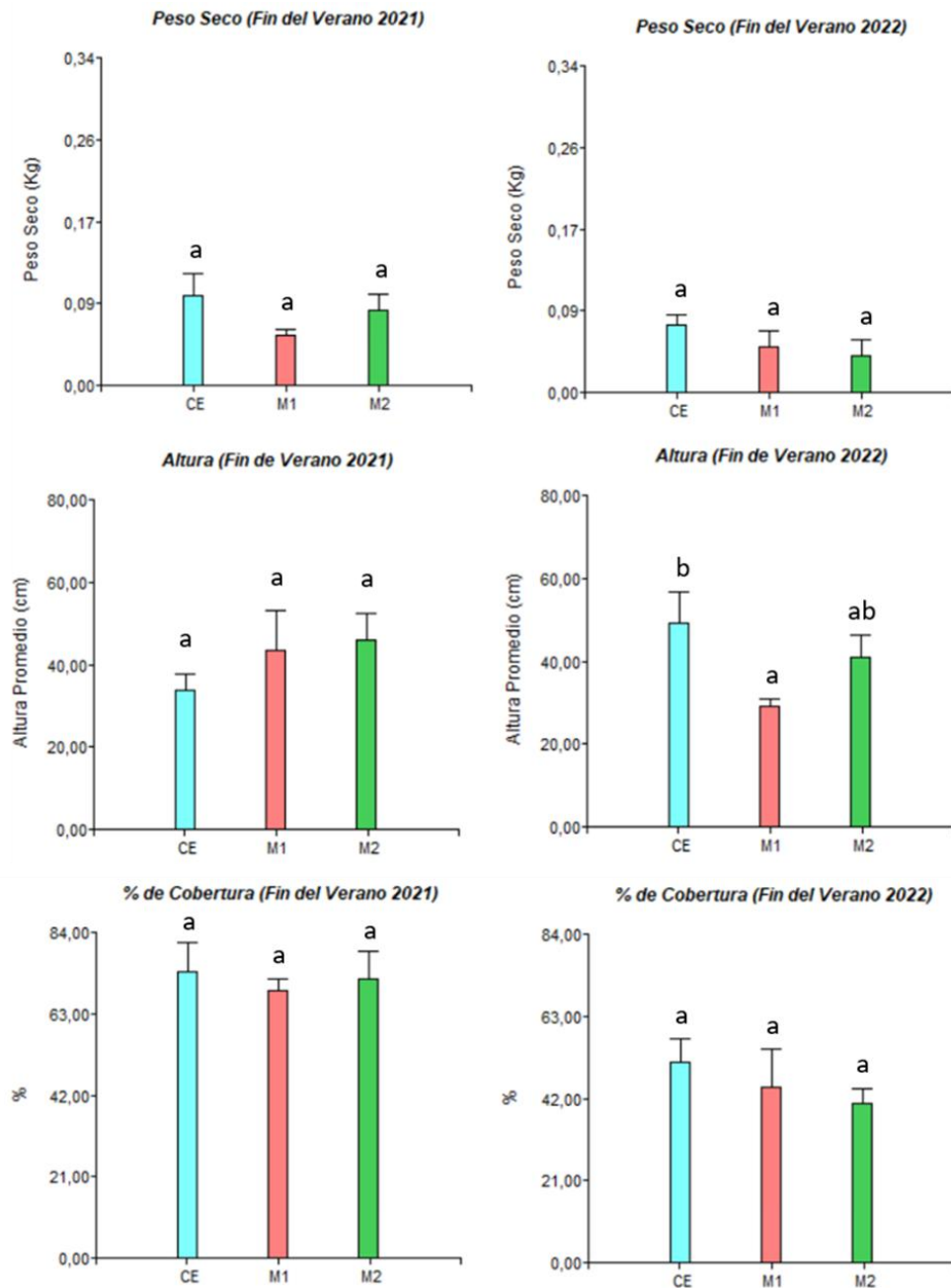


Figura 10: Media interanual de aporte de biomasa, peso seco en kg m^{-2} , altura promedio en cm y porcentaje de cobertura verde, en los diferentes cultivos de cobertura para el final del verano del año 2021 y el año 2022. Las barras indican el error Estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

A pesar de que algunas especies rebrotaron luego de los cortes con segadora, o germinaron de semillas de la segunda resiembra y comenzaron a crecer y florecer, muchas plantas de la primera siembra se perdieron durante el verano por las elevadas temperaturas y como se mencionó anteriormente la segunda siembra no fue muy exitosa, por ello no se encontraron diferencias significativas de peso seco y porcentaje de cobertura para ningún tratamiento, sin embargo hacia el final del ensayo, el tratamiento M1 tuvo menor altura en

comparación con el tratamiento CE, debido a que en su composición, las especies ya se habían secado para esta época del año (Figura 10).

En resumen, en el primer año de ensayo se observaron las mayores diferencias entre tratamientos, siendo el M1 el tratamiento que mayor peso seco tuvo durante toda la primera temporada y el CE el que menores valores tuvo tanto de peso seco como de altura.

6.3. Suelo

6.3.1. Textura

Tabla 3: Frecuencia de clases texturales por volumen de sedimentación por tratamiento al inicio (año Inicial) y al finalizar el ensayo (año Final).

Tratamiento	Categoría Textural por Vol de Sedimentacion	Año Inicial	Año Final
SD	Franco	3	0
	Franco Limoso	4	8
	Franco Arcilloso	1	0
CE	Franco	4	1
	Franco Limoso	3	5
	Franco Arcilloso	1	2
M1	Franco	3	1
	Franco Limoso	5	7
	Franco Arcilloso	0	0
M2	Franco	3	2
	Franco Limoso	5	5
	Franco Arcilloso	0	1

Se observó un aumento en las categorías más finas de clasificación textural al comparar el inicio del ensayo (año Inicial) y el final del ensayo (año Final), para todos los tratamientos.

Debido a que la textura de los suelos no varía en poco tiempo, aunque sí lo puede hacer la estructura (Karlen *et al.*, 2001), la diferencia textural observada en la tabla 3 pudo deberse a la tendencia a un aumento de la compactación del suelo para todos los tratamientos hacia el final del ensayo (Figura 11), lo que pudo haber ocasionado una pérdida en la micro estructura del suelo y por ello hubo menor cantidad de agregados y mayor cantidad de partículas sueltas, que en la técnica de análisis se clasifica erróneamente como una textura más fina.

Otro posible explicación a esta diferencia textural se puede deber a la reducción del contenido de materia orgánica hacia el fin del ensayo para todos los tratamientos (tabla 4), ya que una mayor cantidad de esta puede generar una distorsión en la lectura del volumen de sedimentación por una mayor demora en la caída de sus partículas, subestimando el volumen sedimentado, favoreciendo las texturas más gruesas.

6.3.2. Compactación

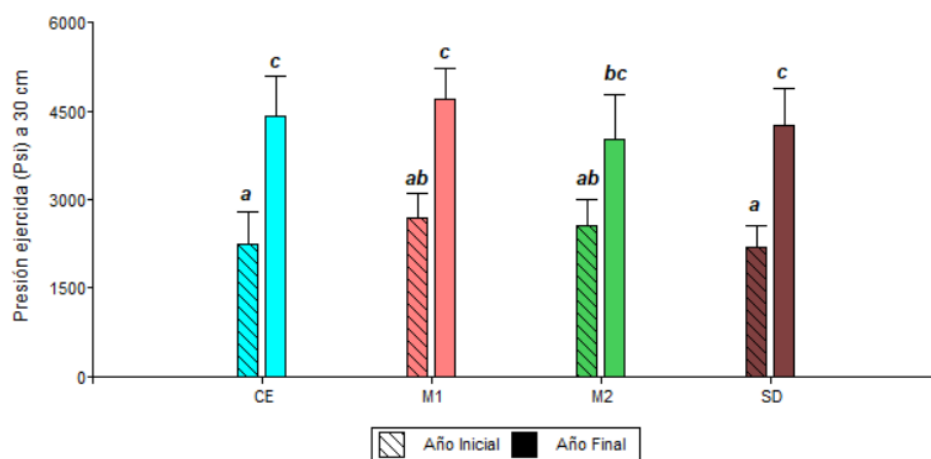


Figura 11: Medias de resistencia a la penetración medida en PSI, con Penetrómetro, en los diferentes tratamientos. En el momento de establecimiento del ensayo (año inicial) y al finalizar el mismo (año final). Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para el mismo año de análisis. Existió mucha variabilidad entre los tratamientos que pueden explicar la falta de diferencias significativas. Se observó un aumento generalizado de la compactación al finalizar el ensayo para todos los tratamientos, en comparación con el año inicial, a diferencia de lo que comprobó Ovalle, M et. al. (2020). Esta diferencia entre un año y otro puede explicarse posiblemente a que, si bien se esperó una lluvia para hacer las mediciones, no se corroboró que el contenido de humedad del suelo sea exactamente el mismo entre una medición y la siguiente, siendo esta variable muy sensible a la medición de la resistencia a la penetración.

6.3.3. Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

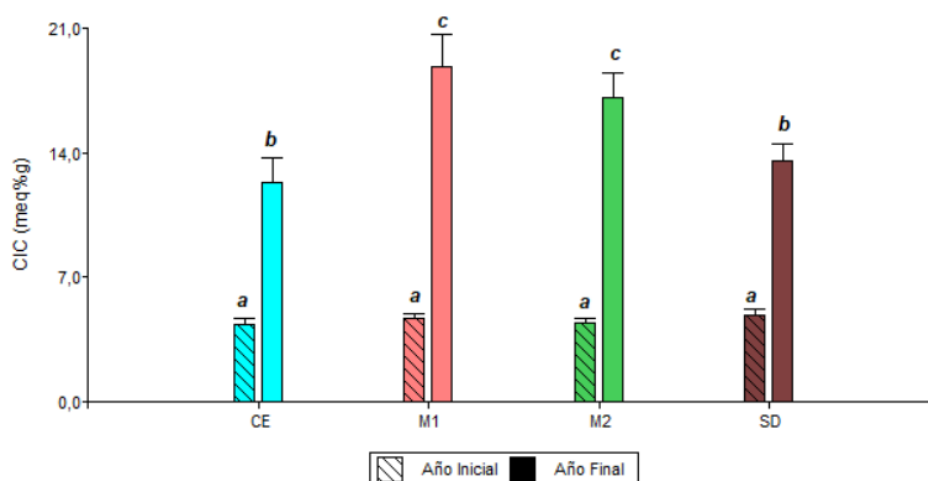


Figura 12: Media de Capacidad de Intercambio Catiónico del suelo de los diferentes tratamientos en los dos años de análisis. Las barras indican el error Estándar. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$ con interacción entre Tratamiento y Año.

Como se observa en la Figura 12, no existió diferencias significativas entre los tratamientos para el primer año de análisis, demostrando un manejo homogéneo del suelo previo a la instalación del ensayo. Un nivel de CIC entre 4 y 5 para todos los tratamientos demuestra un nivel bajo de capacidad de intercambio catiónico en el suelo (Hudson y Masotta, 1993).

Hacia el final del ensayo, se observó un aumento en la CIC en todos los tratamientos incluido el testigo, alcanzando valores medios según los catalogados por Hudson y Masotta en 1993.

Los tratamientos M1 y M2 mostraron un aumento significativo de la CIC, respecto al resto de los tratamientos, demostrando un aumento notable en el nivel de cargas negativas del suelo. El tratamiento CE fue el que menor nivel de CIC tuvo al finalizar el ensayo junto a SD, lo que demuestra que el uso de malezas espontáneas en el interfilas no tuvo un aporte relevante para esta variable de análisis.

Si bien, no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos M1 y M2, el primero contiene leguminosas en su mezcla, coincidiendo con Renjifo, *et al.* (2020), en donde encontraron altos niveles de CIC al incorporar leguminosas como cultivos de coberturas en vides. Siguiendo la experiencia de Lozano, *et al.* (2010), el aumento general de CIC puede deberse a un aumento de las cargas negativas de los coloides producto de un leve aumento del pH de los suelos al fin del ensayo, como se verá más adelante.

6.3.4. Fertilidad química del suelo

Tabla 4: Media de las diferentes variables de fertilidad química del suelo en cada tratamiento, medido al inicio y al final del ensayo por separado. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$. Ppm = mg de nutriente/kg de suelo.

Tratamiento	Nitrógeno Total (ppm)		Potasio Intercambiable (ppm)		Fósforo Disponible (ppm)		Materia Orgánica (%)		pH		Conductividad Eléctrica ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$)	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
CE	945 (a)	472,5 (a)	413,75 (a)	293,5 (a)	9,71 (a)	11,8 (a)	1,52 (a)	0,85 (a)	7,29 (b)	7,49 (a)	2982,6 (a)	2748,25 (b)
M1	966 (a)	497 (a)	418,75 (a)	330 (a)	8,18 (a)	11,06 (a)	1,6 (a)	0,88 (a)	7,38 (bc)	7,5 (a)	2680,1 (a)	1819 (a)
M2	836,5 (a)	462 (a)	393,75 (a)	242,75 (a)	7,65 (a)	8,99 (a)	1,32 (a)	0,84 (a)	7,47 (c)	7,64 (b)	2595,5 (a)	1354,9 (a)
SD	990,5 (a)	469 (a)	410 (a)	252,5 (a)	7,55 (a)	10,34 (a)	1,6 (a)	0,85 (a)	7,18 (a)	7,51 (a)	2972,5 (a)	1863,9 (a)

No se observaron diferencias significativas en el nivel de nitrógeno total, potasio intercambiable, fósforo disponible y porcentaje de materia orgánica del suelo entre tratamientos para el mismo año de análisis sin tener en cuenta la interacción con el año.

Sin embargo, cuando se considera el efecto del año en el análisis estadístico, como una interacción entre el año y la variable de análisis, se pueden obtener resultados diferentes a los anteriores (Tabla 5).

Tabla 5: Media de las diferentes variables de fertilidad química del suelo en cada tratamiento, incluyendo el efecto año, con el análisis de la interacción del tratamiento y el año. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$. Ppm = mg de nutriente/kg de suelo.

Tratamiento	Nitrógeno Total (ppm)		Potasio Intercambiable (ppm)		Fósforo Disponible (ppm)		Materia Orgánica (%)		pH		Conductividad Eléctrica ($\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$)	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
CE	945 (bc)	472,5 (a)	413,75 (c)	293,5 (ab)	9,71 (ab)	11,8 (b)	1,52 (bc)	0,85 (a)	7,29 (b)	7,49 (d)	2982,6 (c)	2748,25 (c)
M1	966 (c)	497 (a)	418,75 (c)	330 (abc)	8,18 (ab)	11,06 (ab)	1,6 (c)	0,88 (a)	7,38 (c)	7,5 (d)	2680,1 (c)	1819 (a)
M2	836,5 (b)	462 (a)	393,75 (bc)	242,75 (a)	7,65 (ab)	8,99 (ab)	1,32 (b)	0,84 (a)	7,47 (cd)	7,64 (e)	2595,5 (bc)	1354,9 (a)
SD	990,5 (c)	469 (a)	410 (c)	252,5 (a)	7,55 (a)	10,34 (ab)	1,6 (c)	0,85 (a)	7,18 (a)	7,51 (d)	2972,5 (c)	1863,9 (ab)

El Nitrógeno Total y la Materia Orgánica disminuyeron su contenido en el suelo para todos los tratamientos hacia el final del ensayo, incluyendo el testigo SD.

El Potasio Intercambiable, de igual manera, disminuyó su contenido en el suelo hacia el final del ensayo para todas las variables excepto M1, que se mantuvo en el mismo nivel.

El Fósforo Disponible se mantuvo estable en el tiempo para todos los tratamientos.

Al inicio del ensayo el nivel de pH de los suelos fue bastante similar, aunque con pequeñas diferencias entre tratamientos (Tabla 4). Luego del efecto de las

coberturas vegetales, el pH del suelo aumentó levemente para todos los tratamientos. Si bien, se observaron diferencias significativas a nivel estadístico, la variación no es apreciable a nivel agronómico tanto para intra como para inter-año. Nuñez *et al.* (2007), citado por Medina (2018), determinaron que suelos con pH básico, de texturas finas y calcáreos (características similares a los suelos del presente estudio), presentan una gran capacidad buffer que permite que se pueda restituir los valores de pH que oscilan al incorporar una enmienda.

El nivel de salinidad, medido en conductividad eléctrica en $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$, disminuyó hacia el final del ensayo para todos los tratamientos excepto CE que se mantuvo en el mismo nivel, observándose entre las plantas de la cobertura espontánea, algunas especies tolerantes a la salinidad como *Hoffmannseggia glauca*. Los menores valores de salinidad se observaron en los tratamientos M1 y M2 hacia el final del ensayo, tal como lo comprobó Poblete Barrera (2011). Valores de conductividad eléctrica superiores a 4000 $\mu\text{mhos}/\text{cm}^2$ indican suelos salinos, siendo considerados críticos para el rendimiento del cultivo de vid (Richards, 1954).

En resumen, M1 fue el tratamiento que mantuvo su nivel de Potasio, y este junto con M2 fueron los que menor nivel de salinidad tuvieron hacia el final del ensayo y los de mayor incremento de la CIC tuvieron en comparación con los otros tratamientos.

6.4. Fertilidad Biológica

6.4.1. Análisis de actividad microbiológica y grupos funcionales

Tabla 6: Media de la fertilidad biológica del suelo en cada tratamiento, medido al inicio, a la mitad y al final del ensayo. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$. AMT= actividad microbiana total medido en mg CO₂/g en 7 días, bacterias totales medido en log₁₀ UFC/g, hongos totales medido en log₁₀ UFC/g, celulolíticos medido en log₁₀ NMP/g, fijadores de nitrógeno medido en log₁₀ UFC/g, amonificadores medido en log₁₀ UFC/g, nitrificadores medido en log₁₀ NMP/g. UFC = unidad formadora de colonias, NMP = número más probable.

AÑO 2020

Tratamiento	AMT	Bacterias Totales	Hongos Totales	Celulolíticos	Fijadores Nitrógeno	Amonificadores	Nitrificados
CE	0,17 (a)	6,08 (a)	2,33 (a)	3,0 (a)	5,66 (a)	4,68 (a)	1,92 (a)
M1	0,11 (a)	5,95 (a)	2,43 (a)	2,9 (a)	5,69 (a)	4,08 (a)	1,72 (a)
M2	0,2 (a)	6,17 (a)	2,5 (a)	3,65 (a)	5,75 (a)	5,4 (a)	1,69 (a)
SD	0,2(a)	6,12 (a)	2,48 (a)	3,18 (a)	5,62 (a)	4,71 (a)	1,8 (a)

AÑO 2021

Tratamiento	AMT	Bacterias Totales	Hongos Totales	Celulolíticos	Fijadores Nitrógeno	Amonificadores	Nitrificados
CE	0,17 (a)	6,97 (b)	2,25 (a)	3,67 (b)	4,97 (a)	3,73 (a)	2,62 (a)
M1	0,15 (a)	6,81 (ab)	2,6 (a)	3,35 (ab)	6,42 (b)	4,3 (a)	3,45 (b)
M2	0,26 (b)	6,97 (b)	2,28 (a)	3,71 (b)	5,89 (ab)	4,31 (a)	2,36 (a)
SD	0,15 (a)	6,73 (a)	2,25 (a)	2,86 (a)	5,38 (a)	4,08 (a)	3,4 (b)

AÑO 2022

Tratamiento	AMT	Bacterias Totales	Hongos Totales	Celulolíticos	Fijadores Nitrógeno	Amonificadores	Nitrificados
CE	0,43 (a)	6,79 (a)	2,5 (a)	3,85 (a)	6,38 (a)	4,22 (a)	3,15 (a)
M1	0,47 (a)	7,15 (b)	2,48 (a)	3,9 (a)	6,5 (a)	4,2 (a)	3,26 (a)
M2	0,49 (a)	6,97 (ab)	2,33 (a)	3,73 (a)	6,4 (a)	4,59 (a)	3,34 (a)
SD	0,32 (a)	6,73 (ab)	2,28 (a)	3,81 (a)	6,46 (a)	4,31 (a)	3,35 (a)

Como se muestra en la Tabla 6, y como era de esperar, no se encontraron diferencias significativas para ninguna variable analizada en el primer año 2020 (antes del establecimiento de las coberturas vegetales).

A un año de la implantación de las coberturas, y luego de una temporada con cultivo de cobertura (año 2021), se destacó el tratamiento M2 con un aumento significativo de las variables AMT. También se encontraron los mayores valores de bacterias totales y microorganismos celulolíticos en conjunto con el tratamiento CE. Por otro lado, el tratamiento M1 tuvo los mayores valores de microorganismos fijadores de nitrógeno y nitrificadores por poseer en su composición plantas de la familia Leguminosa, a pesar de no haber observado mayores valores de Nitrógeno en el punto anterior. El tratamiento testigo SD, se destacó por tener los menores

valores de bacterias totales, microorganismos celulolíticos y fijadores de nitrógeno, y mayores valores en nitrificadores.

Al finalizar el ensayo, y debido a lo que se explicó de la pérdida de plantas de la composición de los tratamientos M1 y M2 y del aumento del número de malezas, solo se encontró diferencias estadísticas para la variable bacterias totales, la cual tuvo su mayor valor en el tratamiento M1, con diferencias significativas para el resto de los tratamientos, explicado principalmente por la mayor cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno.

Se evaluó la influencia del año en los diferentes tratamientos (Figuras 13 a 19), con algunos resultados diferentes al análisis anterior.

La actividad microbiana total (Figura 13) fue significativamente mayor para todos los tratamientos al finalizar el ensayo, con una diferencia significativa en los tratamientos M1, M2 y CE en comparación con el testigo SD que tuvo los menores valores de AMT. Esto pone de relevancia que cualquier vegetal, sea cultivado o espontáneo, que se desarrolle en el suelo aumenta la actividad microbiológica del mismo.

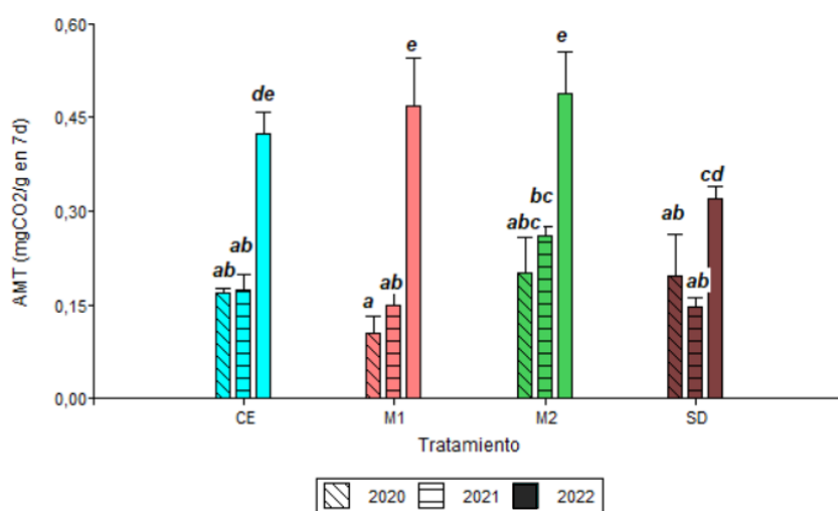


Figura 13: Media de la cantidad de AMT (actividad microbiana total medido en mg CO₂/g en 7 días) para la interacción de cada tratamiento con el año de medición. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

La cantidad de bacterias totales (Figura 14), aumentó su nivel hacia el fin del ensayo en todos los tratamientos, al igual que lo hizo la AMT. El tratamiento M1 se diferenció de CE significativamente pero no tuvo diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

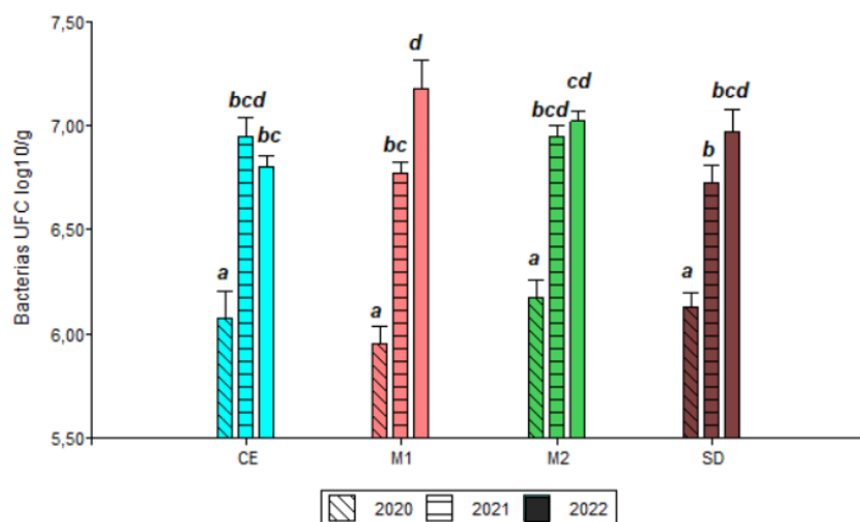


Figura 14: Media de la cantidad de Bacterias Totales para la interacción de cada tratamiento con el año de medición. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

La cantidad de hongos totales (Figura 15) no tuvo grandes diferencias significativas a lo largo del tiempo para ningún tratamiento. Sin embargo, a la mitad del ensayo (año 2021), el tratamiento M1 tuvo mayor cantidad de estos microorganismos en comparación con el resto de los tratamientos para la misma época.

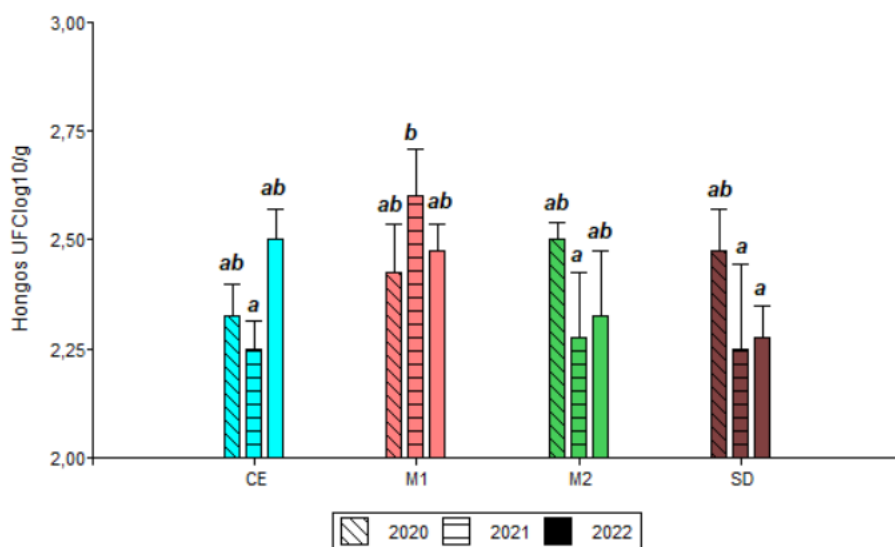


Figura 15: Media de la cantidad de Hongos Totales para la interacción de cada tratamiento con el año de medición. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

La cantidad de microorganismos celulolíticos (Figura 16) aumentó al final del ensayo para los tratamientos CE, M1 y SD. No hubo variaciones de estos microorganismos durante todo el ensayo para el tratamiento M2. El mayor aumento desde el inicio del ensayo hasta el final lo tuvo el tratamiento M1. El tratamiento testigo SD, fue el que menor valor de celulolíticos tuvo para la mitad del ensayo en comparación con el resto de los tratamientos para la misma época.

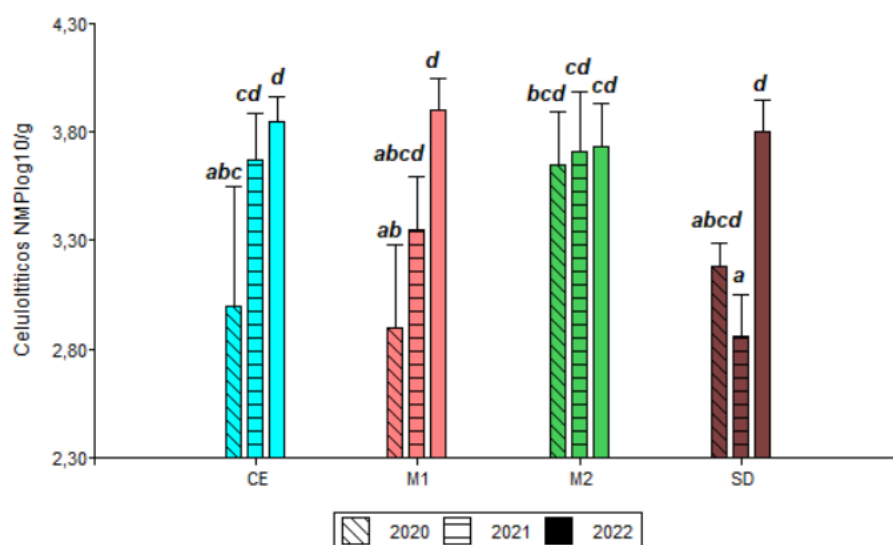


Figura 16: Media de la cantidad de Microorganismos Celulolíticos para la interacción de cada tratamiento con el año de medición. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

La cantidad de microorganismos fijadores de nitrógeno (Figura 17) aumentó al final del ensayo para todos los tratamientos incluido el testigo, sin encontrar diferencias estadísticas entre tratamientos. A la mitad del ensayo (año 2021), los tratamientos M1 y M2 fueron los que mayor cantidad de fijadores de nitrógeno tuvieron comparándolos con los otros dos tratamientos para la misma época, aunque este último no tuvo diferencias significativas con SD.

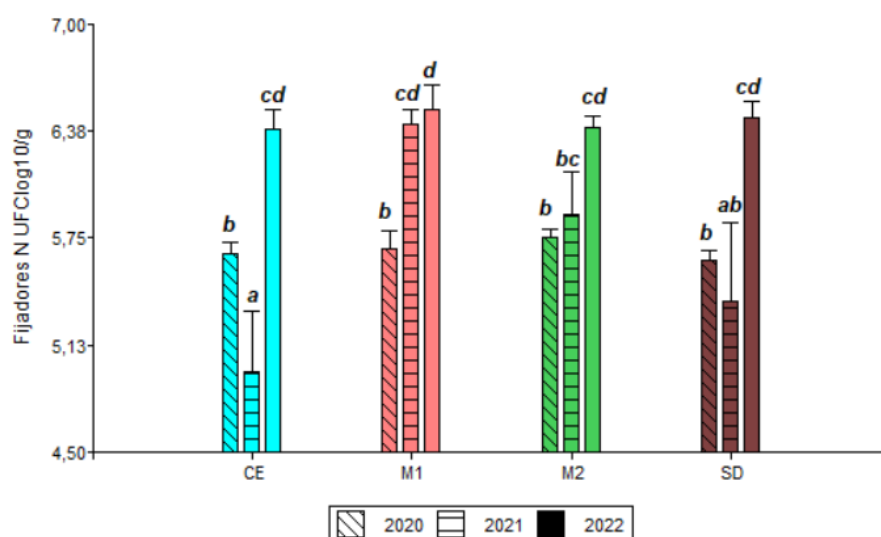


Figura 17: Media de la cantidad de Microorganismos Fijadores de Nitrógeno para la interacción de cada tratamiento con el año de medición. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

La cantidad de microorganismos amonificadores (Figura 18) disminuyó hacia el final del ensayo para la mayoría de los tratamientos excepto M1 que se mantuvo constante.

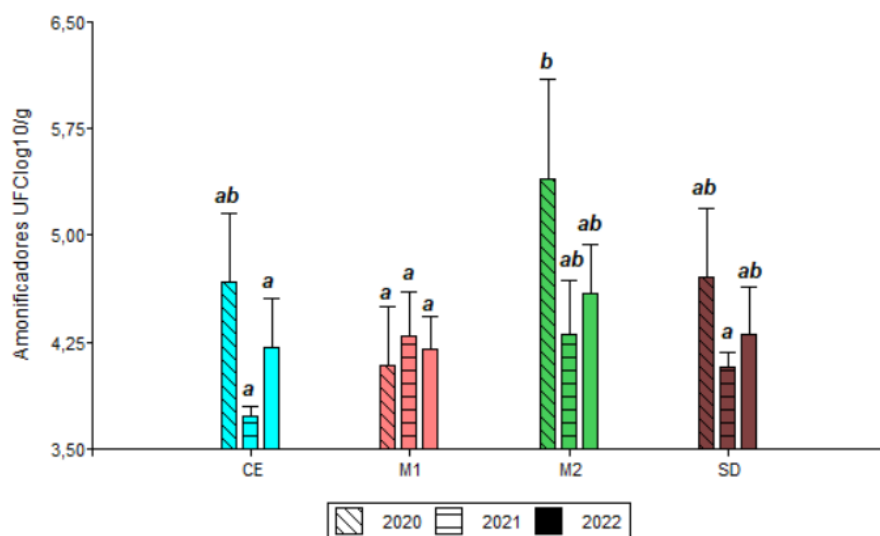


Figura 18: Media de la cantidad de Microorganismos Amonificadores para la interacción de cada tratamiento con el año de medición. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

La cantidad de microorganismos nitrificadores (Figura 19) aumentó desde el primer año del ensayo hasta el final, incluyendo el testigo, aunque sin diferencias significativas entre tratamientos. En la mitad del ensayo se observó una diferencia mayor de los tratamientos M1 y SD con respecto a los otros tratamientos.

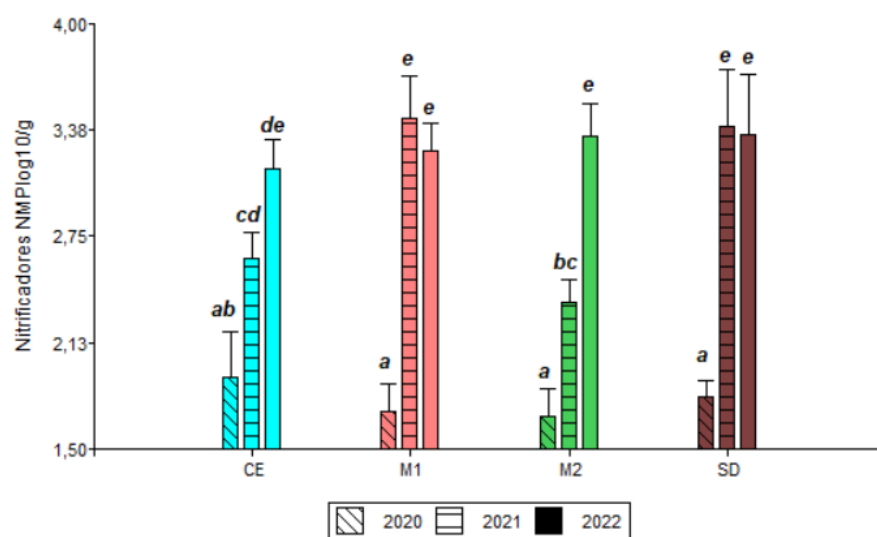


Figura 19: Media de la cantidad de Microorganismos Nitrificadores para la interacción de cada tratamiento con el año de medición. Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas para un $p < 0,05$.

6.4.2. Análisis Multivariado para fertilidad química y biológica del suelo de los tratamientos bajo estudio

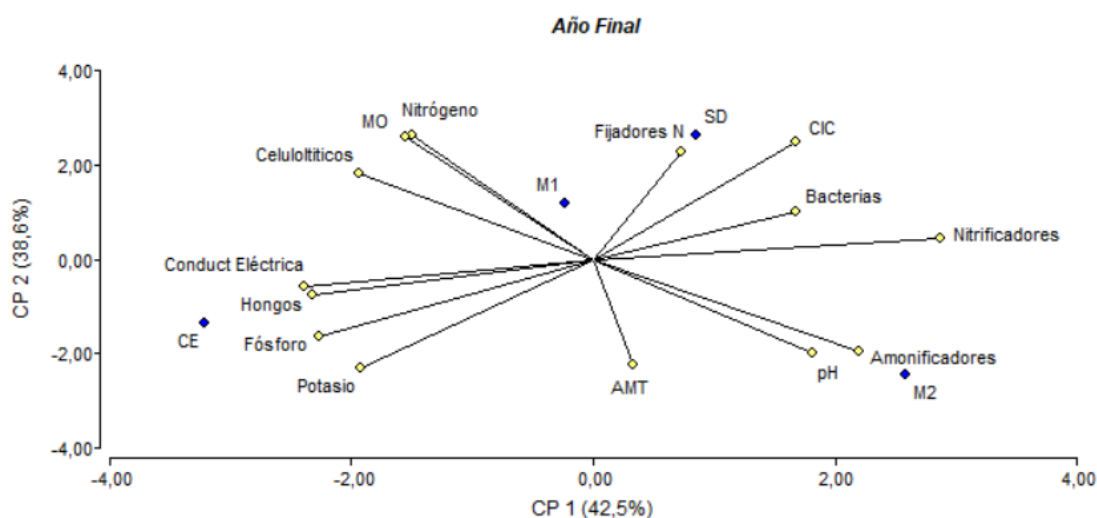


Figura 20: Gráfico de componentes principales para las variables de fertilidad química y biológica en el suelo para el Año Final del ensayo.

En la figura 20, se muestran los resultados del análisis de componentes principales para los diferentes factores de fertilidad y los tratamientos de cobertura del suelo. Se observa que entre CP1 y CP2 explican el 81,1% de la variabilidad de los datos. En el CP1 se explica que la conductividad eléctrica, el fósforo, el potasio y los hongos totales tuvieron mayor capacidad de discriminar al tratamiento CE; y que los amonificadores y el pH explicaron mejor la variabilidad del tratamiento M2. Por otro lado, en el CP2 se explica que el nitrógeno, la materia orgánica (MO), la CIC y los fijadores de nitrógeno determinaron en mayor medida la variabilidad en el tratamiento M1 y testigo (SD). Las variables de fertilidad química y biológica permitieron diferenciar a los tratamientos bajo estudio.

6.5. Biodiversidad de artrópodos

6.5.1. Abundancia y riqueza de Morfoespecies

Se recolectaron artrópodos de los Órdenes Aranae, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera. Dentro del Orden Hemiptera se pudo diferenciar a los individuos de la Familia Aphidoidea, y dentro del Orden Hymenoptera a los de la Familia Formicidae. En total se recolectaron 4697 artrópodos (abundancia), siendo la familia

Formicidae la que más individuos se recolectaron, y 353 morfoespecies (riqueza), siendo Hemiptera el Orden que mayor número de morfoespecies se encontró (Tabla 7).

Tabla 7: Abundancia total (o absoluta), abundancia relativa y cantidad de morfoespecies de cada Orden/Familia analizado en el total del conjunto de tratamientos.

ORDEN	Abundancia Total	Abundancia Relativa (%)	No. Total de Morfoespecies
Aranae	24	0,5	23
Coleoptera	150	3,2	65
Diptera	579	12,3	53
Hemiptera	483	10,3	80
Aphidoidea	132	2,8	1
Hymenoptera	155	3,3	72
Hy - Formicidae	3169	67,5	55
Lepidoptera	1	0,02	1
Orthoptera	4	0,1	3
Total	4697	100	353

Tabla 8: Abundancia absoluta del total de individuos recolectados de cada Orden o Familia para cada tratamiento.

Tratamiento	Aranae	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	He - Aphidoidea	Hymenoptera	Hy - Formicidae	Lepidoptera	Orthoptera	TOTAL
CE	3	28	91	108	26	28	688	0	0	972
M1	5	20	81	71	12	32	1031	0	0	1252
M2	11	59	126	45	10	43	1037	1	1	1333
SD	2	32	133	66	69	10	252	0	0	564
200 m	3	11	148	194	15	42	161	0	3	577

Tabla 9: Abundancia relativa en porcentaje del total de individuos recolectados por tratamiento de cada Orden o Familia.

Tratamiento	Aranae	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	He - Aphidoidea	Hymenoptera	Hy - Formicidae	Lepidoptera	Orthoptera
CE	0,3	2,9	9,4	11,1	2,7	2,9	70,8	0	0
M1	0,4	1,6	6,5	5,7	1,0	2,6	82,3	0	0
M2	0,8	4,4	9,5	3,4	0,8	3,2	77,8	0,08	0,08
SD	0,4	5,7	23,6	11,7	12,2	1,8	44,7	0	0
200 m	0,5	1,9	25,7	33,5	2,6	7,3	28,0	0	0,52

En la tabla 8 se puede observar que los tratamientos M1 y M2 fueron los que mayor abundancia total de artrópodos tuvieron, en comparación con el testigo SD y la parcela alejada (200 m) que tuvieron los menores valores de abundancia. Sin embargo, esta mayor cantidad de individuos estuvo dominada en más del 70% por pocas especies de la familia Formicidae (tabla 9), así como lo comprobaron Uliarte *et al.* (2019), aunque dentro de esta familia fueron encontrados pocos individuos de morfoespecies consideradas plagas de la vid, incluso algunas morfoespecies de la familia

son consideradas plagas naturales para una plaga de la vid como *Lobesia botrana* (Reiff *et al.*, 2024).

Los tratamientos SD y 200 m tuvieron la menor abundancia, pero con un mayor equilibrio entre los diferentes Órdenes, ya que tuvieron la mejor distribución en cuanto a la abundancia relativa de cada Orden con respecto a la abundancia total. Estos tratamientos se caracterizaron por tener mayor abundancia relativa en los Órdenes Diptera y Hemiptera, los cuales se caracterizan por poseer familias con individuos carroñeros. El tratamiento SD obtuvo mayor cantidad de individuos de la familia Aphidoidea la cual es considerada plaga en muchos cultivos, aunque las morfoespecies que afectan a la vid no fueron encontradas en este estudio.

Este mejor equilibrio en la abundancia relativa de los diferentes Ordenes en comparación con la abundancia total por parte de los tratamientos SD y 200 m, demuestra que la zona de análisis en particular de este viñedo ya poseía una población de artrópodos equilibrada, la cual no depende del lugar de estudio sino del manejo histórico en general de todo el viñedo, al igual que demostró Alemanno (2020).

Las franjas de diversidad sembradas en la periferia de cada tratamiento pueden haber ocasionado el efecto contrario al buscado, generando que se enmascare el efecto de los tratamientos por atraer artrópodos a ella sin ser estos capturados. Por otro lado, las trampas ubicadas en la parcela lejana del ensayo (200 m) pueden haber influido en una mayor captación de artrópodos por poseer este sitio menores lugares de refugio a diferencia de las que se ubicaban dentro de los tratamientos.

Analizando los tratamientos dentro de la parcela de estudio (sin tener en cuenta las muestras del tratamiento 200 m), se observa lo siguiente:

El tratamiento CE se destacó por poseer mayor abundancia del Orden Hemiptera, el cual está compuesto por individuos fitófagos considerados plagas en muchos cultivos exceptuando la vid en este caso, aunque su abundancia relativa de este Orden fue superada por el tratamiento testigo (SD).

El testigo (SD) presentó mayor abundancia del Orden Diptera con algunas familias consideradas enemigos naturales y de la Familia

Aphidoidea la cual es considerada plaga en muchos cultivos, aunque las morfoespecies que afectan a la vid no fueron encontradas en este estudio. Dentro del orden Diptera se encuentran muchas familias que contribuyen al control de los áfidos, por lo que puede explicarse este aumento conjunto de ambas poblaciones.

En el tratamiento M2 se encontró mayor abundancia de la Familia Formicidae y de los Órdenes Aranae, Coleoptera, Hymenoptera, Lepidoptera y Orthoptera.

El tratamiento M1 no tuvo mayor abundancia de ningún Orden, pero se destacó por tener mayor abundancia en comparación a CE y SD en la Familia Formicidae y los Órdenes Aranae y Hymenoptera.

Tanto para el tratamiento M1 como para M2, la abundancia absoluta y relativa de artrópodos considerados plaga de algunos cultivos, aunque no de la vid, como el caso de Hemiptera y Aphidoidea, fue la menor de los cuatro tratamientos dentro la parcela en estudio y similar al tratamiento alejado de la parcela de estudio (200 m).

Tabla 10: Cantidad de morfoespecies encontradas de cada Orden/Familia en cada tratamiento.

Tratamiento	Aranae	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	He - Aphidoidea	Hymenoptera	Hy - Formicidae	Lepidoptera	Orthoptera	TOTAL
CE	3	12	9	11	1	11	5			52
M1	5	10	3	15	1	13	2			49
M2	10	13	8	15	1	11	6	1	1	66
SD	2	7	8	10	1	5	2			35
200 mts	3	7	8	15	1	16	6		2	58

En la Tabla 10, se muestra la riqueza en morfoespecies de cada Orden o Familia analizado. En la misma, se observa que los tratamientos M2 y CE fueron los que más cantidad de morfoespecies se encontraron dentro de la parcela de estudios, sobre todo, para los órdenes Hemiptera y Hymenoptera. M2 incluso, tuvo 2 morfoespecies de dos Órdenes que no se encontraron en el resto de los grupos evaluados. El tratamiento SD tuvo menor riqueza total y en casi todos los Órdenes excepto Diptera.

6.5.2. Índices de Diversidad Alfa

Tabla 11: Resultados de los diferentes índices de Diversidad Alfa analizados.

Tratamiento	Índice de Margalef	Índice de Shannon (base Ln)	Índice de Simpson	Equitabilidad (Índice de Pielou)
CE	7	1,64	0,56	0,42
M1	7	1,36	0,54	0,35
M2	9	1,51	0,52	0,36
SD	5	2,11	0,79	0,59
200 m	9	2,69	0,89	0,66

En la tabla 11, se muestran los índices de diversidad más utilizados. El índice de Margalef mide la riqueza específica relativa al tamaño de la muestra. Este índice muestra que todos los tratamientos excepto el testigo a suelo descubierto (SD) tuvieron una alta riqueza relativa. Margalef (1951) menciona que valores menores entre 2 y 5 tienen una riqueza de especies moderada y mayor a 5 alta riqueza. Esto vuelve a poner en relevancia que la presencia de algún vegetal conviviendo con la viña aumenta la riqueza de artrópodos.

Shannon (1948), además de la riqueza, mide la equidad en la abundancia relativa. Este autor afirma que valores inferiores a 2 son considerados como bajos en diversidad biológica y poco equitativos. Como se observa en la tabla 11, los tratamientos SD y 200 m fueron los que mayor diversidad y equitativos fueron, ya que la abundancia en individuos fue menor, pero mantuvieron una buena cantidad relativa de morfoespecies en comparación con el resto de los tratamientos y M1 y M2 los tratamientos que menores valores tuvieron ya que estuvieron dominados por la familia Formicidae.

El índice de Simpson es más sensible a la dominancia que a la riqueza, por lo que demuestra al igual que Shannon que, los tratamientos SD y 200 m fueron los más diversos y equitativos en comparación con el resto de los tratamientos y M1 y M2 los de menores valores.

La equitabilidad o Índice de Pielou, mide la uniformidad en la abundancia relativa de las especies. Este índice demuestra, al igual que los índices anteriores que, el tratamiento 200 m fue el más equitativo en cuanto a distribución de especies, seguido por SD.

En conjunto, estos índices explican que el tratamiento 200 m fue el que presentó la mayor riqueza, diversidad y equidad, al alcanzar los valores más altos en todos los índices. Este resultado sugiere que, a nivel de viñedo en su totalidad, existe una comunidad de artrópodos numerosa y relativamente equilibrada, caracterizada por la presencia de múltiples morfoespecies con abundancias similares entre sí.

En el otro extremo, el tratamiento M1 presentó el desempeño menos favorable en términos de equidad en la distribución de especies. Si bien mostró una elevada abundancia total de artrópodos, dicha abundancia estuvo fuertemente dominada por unas pocas morfoespecies pertenecientes a la familia Formicidae, lo que redujo su uniformidad y resiliencia ecológica relativa frente a los demás tratamientos. Esta marcada dominancia sugiere que el uso de algunas especies exóticas como cultivos de cobertura puede favorecer o potenciar el desarrollo de ciertas especies de hormigas, posiblemente atraídas por los recursos proporcionados por la mezcla M1. No obstante, es importante destacar que, a pesar de la alta presencia de hormigas, no se registró un incremento en las morfoespecies consideradas plagas de la vid, lo que indica que estas coberturas no promovieron un aumento de organismos perjudiciales para el cultivo.

6.5.3. Números de Diversidad de Hill

Dado que los índices de diversidad tradicionales, mencionados anteriormente, no son adecuados para mencionar que un ambiente es más diverso que otro como lo mencionaron Maure Ruso y colaboradores (2024), se analizaron los números de Hill que son expresados en el número efectivo de morfoespecies, utilizando el software en línea iNEXT, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12: Resumen de datos de abundancia de especies evaluada en el software iNEXT, siendo n=tamaño de la muestra; S.obs=riqueza observada; SC=cobertura de la muestra o proporción de comunidad efectivamente capturada.

	CE	M1	M2	SD	200m
n	972	1252	1333	564	577
S.obs	52	49	66	35	58
SC	0.9733	0.9784	0.9730	0.9752	0.9428

Como se observa en la Tabla 12, y al igual que se mencionó en la tabla 8, los tratamientos M1 y M2 fueron los que mayor abundancia de individuos tuvieron (n), siendo el M2 el que mayor cantidad de morfoespecies tuvo ($S. obs$). Se destacó el tratamiento testigo (SD) que fue en el que menor cantidad de individuos y de morfoespecies se encontraron.

En la Figura 21 se muestran las curvas de rarefacción. A nivel de riqueza de individuos (q_0), se destacó el tratamiento 200m con la mayor riqueza en comparación al resto de los tratamientos, sin haber diferencias entre estos últimos (sus curvas se encuentran juntas, sin poder individualizarse). En cuanto a la uniformidad de especies o Diversidad de Shannon (q_1) y a la dominancia de especies o Diversidad de Simpson (q_2), se destacaron los tratamientos 200 m con la mayor uniformidad, seguido por el tratamiento SD, siendo M1 y M2 los de menor uniformidad sin poder diferenciarse entre estos últimos.

Por otro lado, dado a que las curvas del índice q_0 no alcanzan la asíntota rápidamente, es posible inferir que el tamaño de la muestra no fue suficiente para representar completamente la población de artrópodos del lugar de estudio. No obstante, las curvas de los índices q_1 y q_2 muestran una tendencia rápida hacia la estabilización, lo que indica que las especies dominantes fueron efectivamente capturadas mediante el muestreo realizado.

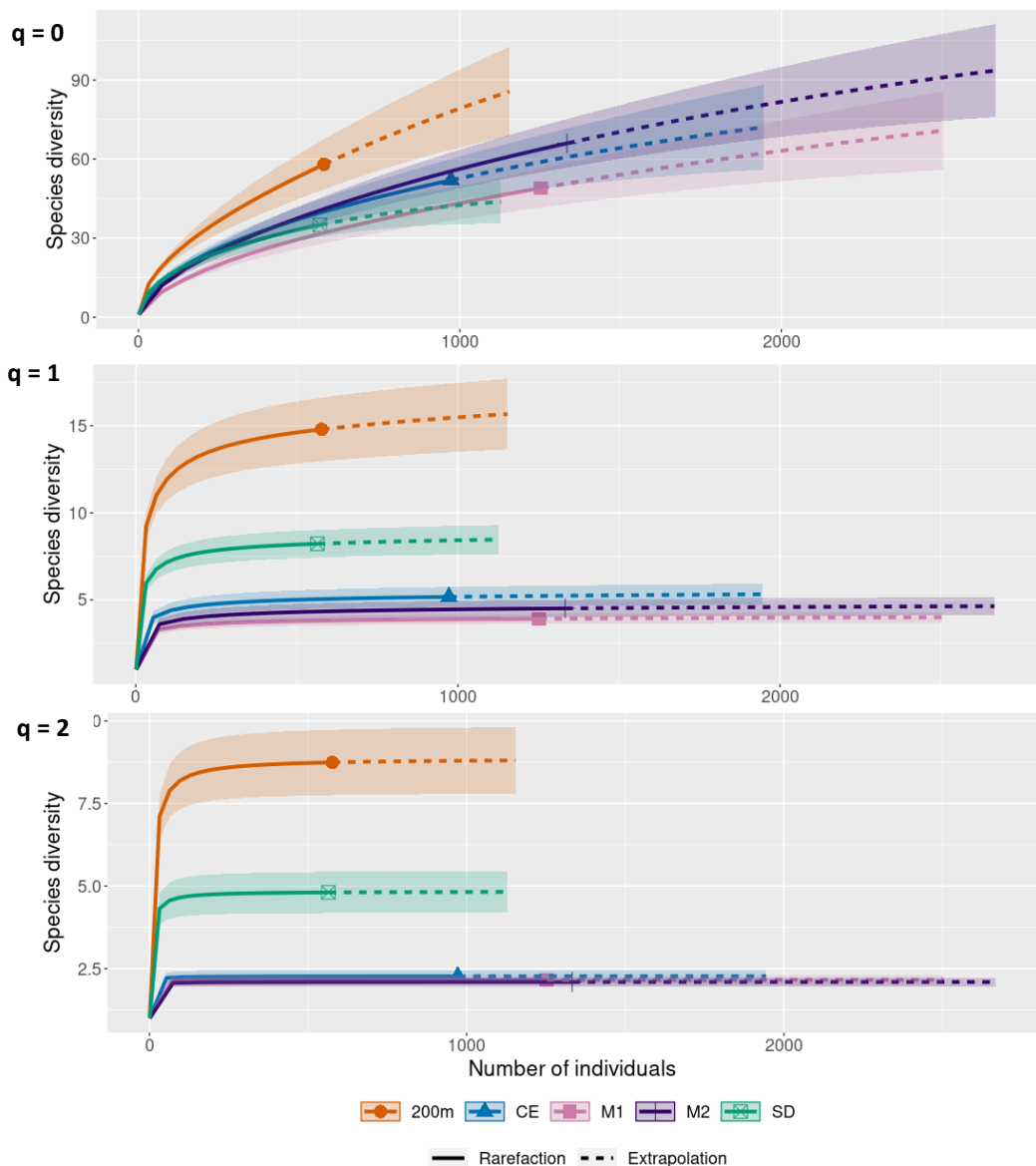


Figura 21: Curvas de interpolación y extrapolación de la riqueza y diversidad de artrópodos en los diferentes tratamientos para q_0 , q_1 y q_2 . La línea continua de cada curva corresponde a la proporción interpolada, el símbolo marca la diversidad observada y la línea punteada representa la porción extrapolada. Las bandas en marca de agua representan los intervalos de confianza del 95 %. Se muestra el orden q de la diversidad expresada como número efectivo de especies: q_0 corresponde a la riqueza de morfoespecies. Las curvas fueron extrapoladas hasta el doble de los individuos de cada tratamiento.

Si se considera que la familia Formicidae ocupó el 67,5% de la abundancia relativa de toda la población de artrópodos analizada (Tabla 7), resulta relevante rehacer el análisis excluyendo esta familia.

Se analizaron nuevamente los Números de Hill, con las curvas de rarefacción, excluyendo a la familia Formicidae (Figura 22). Se observó que los tratamientos M1 y M2 son los que presentan mayor riqueza de especies (q_0), diferenciándose de SD y 200 m. El tratamiento M2 junto con CE tuvieron la mayor uniformidad de especies evaluada (q_1) y SD se destacó

por presentar mayor dominancia de pocas especies (menor valor de q_2), en comparación con el resto de los tratamientos.

A diferencia de lo que demostraron Maure Ruso *et al.* (2024), los índices tradicionales Simpson y Shannon son suficientes para caracterizar, en términos de riqueza y abundancia, a toda la comunidad obteniendo similares resultados al analizar la población con los números de Hill. Sin embargo, estos últimos ofrecen una mejor comprensión al detectar si el muestreo poblacional fue suficiente (con la forma de las curvas) y, gracias a la extrapolación de curvas, se pueden obtener diferencias visuales evidentes entre tratamientos.

El uso de los números de Hill es una herramienta estadística confiable para hacer estimaciones de la diversidad presente en un determinado ambiente. Los valores de Hill, a diferencia de los Índices de Diversidad Alfa, tienen un comportamiento lineal lo que hace posible la comparación directa entre hábitats para explicar la estructura de una comunidad. Cada valor “ q ” de diversidad combina una medida de riqueza con la uniformidad en la abundancia de especies. Es posible graficar un Perfil de Diversidad continuo que facilita el análisis y visualización de la estructura de la comunidad analizada, posibilitando comparar hábitats diferentes.

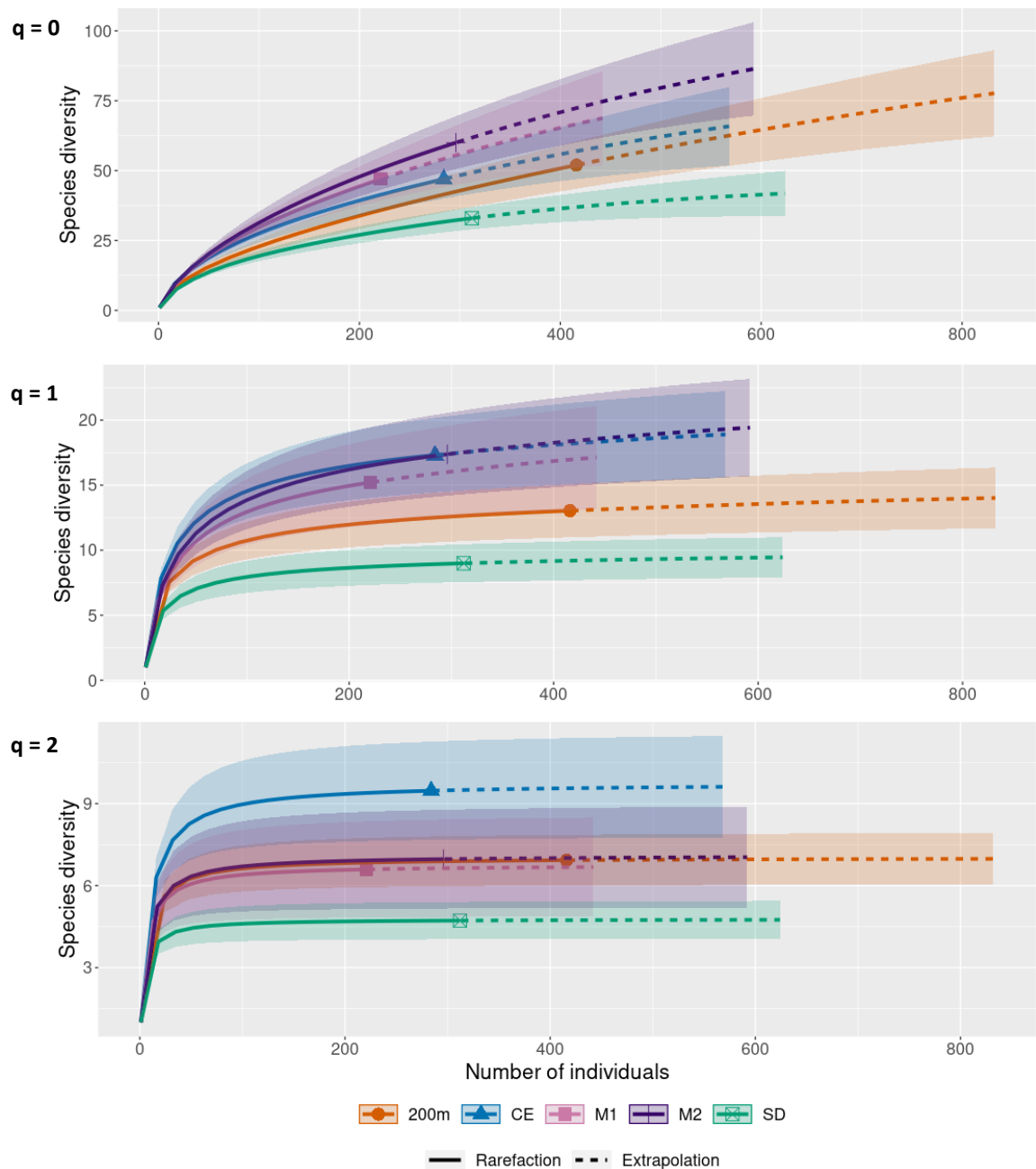


Figura 22: Curvas de interpolación y extrapolación de la riqueza y diversidad de artrópodos en los diferentes tratamientos **excluyendo a la familia Formicidae**, para q_0 , q_1 y q_2 . La línea continua de cada curva corresponde a la proporción interpolada, el símbolo marca la diversidad observada y la línea punteada representa la porción extrapolada. Las bandas en marca de agua representan los intervalos de confianza del 95 %. Se muestra el orden q de la diversidad expresada como número efectivo de especies: q_0 corresponde a la riqueza de morfoespecies. Las curvas fueron extrapoladas hasta el doble de los individuos de cada tratamiento.

7. DISCUSIÓN

Desde el punto de vista de las variables vegetativas de los cultivos de cobertura, los tratamientos M1 y M2 se destacaron como aquellos con mayor expresión vegetativa, medida en términos de peso seco y altura, en comparación a CE. Sin embargo, no se registraron diferencias en el nivel de cobertura del suelo entre los tratamientos.

En cuanto a las propiedades del suelo, no se encontraron cambios significativos en los parámetros físicos para ninguno de los tratamientos. No obstante, sí se observaron modificaciones en la química del suelo. A diferencia de lo reportado por Ovalle *et al.*, (2020) y Uliarte *et al.* (2019), no se evidenciaron mejoras en el contenido de macronutrientes. Sin embargo, se registró un aumento considerable de la CIC y una disminución de la salinidad en la primera capa de suelo para los tratamientos con cultivos de cobertura con especies exóticas (M1 y M2), resultados coincidentes a los reportados por Poblete Barrera (2011).

Tras un año con cultivo de cobertura y en el mismo momento de evaluación, se constató un aumento significativo en la cantidad de microorganismos del suelo en todos los tratamientos con cobertura vegetal en comparación con el suelo descubierto, en concordancia con lo demostrado por Murillo *et al.*, (2014). Sin embargo, y en contraposición a lo señalado por estos autores, no se observaron diferencias significativas entre tratamientos a lo largo del tiempo.

En relación con los artrópodos, se observó una mayor abundancia total en los tratamientos con cultivos de cobertura de especies exóticas (M1 y M2), aunque esta mayor abundancia estuvo dominada por unas pocas morfoespecies de la familia Formicidae. Asimismo, se detectó una mayor cantidad de morfoespecies (riqueza) en el tratamiento M2 y un mayor índice de Diversidad de Margalef (riqueza relativa a la cantidad de individuos), lo que coincide con lo mencionado por Alemanno (2020), quien sostiene que el tipo de cobertura vegetal utilizada influye en la comunidad vegetal del lugar y a los artrópodos asociados a ellas.

La menor abundancia y riqueza de artrópodos se registró en el tratamiento testigo a suelo descubierto (SD). Sin embargo, tanto este tratamiento como el realizado fuera de la parcela (200 m) presentaron los valores más altos de índices de Diversidad Alfa en comparación con el resto, debido a que sus poblaciones no estuvieron dominadas por pocas morfoespecies.

En contraste con lo afirmado por Maure Russo y colaboradores (2024), en este estudio sí se encontró una correlación entre los índices de diversidad tradicionales y los números de Hill. A partir de dichos números, el tratamiento con suelo descubierto y el tratamiento ubicado fuera de la parcela de análisis (200 m) mostraron mayor diversidad, lo cual sugiere un impacto nulo de las “franjas de diversidad de floríferas” implantadas alrededor de cada tratamiento. No obstante, al analizar las curvas de rarefacción basadas en los números de Hill y excluyendo a la Familia Formicidae, debido a su elevada abundancia relativa, se observó que los tratamientos con coberturas M1 y M2 presentaron mayor riqueza de especies (q_0). A su vez, los tratamientos M2 y CE se destacaron por presentar mayor uniformidad de especies (q_1), mientras que CE exhibió un nivel intermedio de dominancia (q_2).

Sin embargo, tal como demostraron Dagatti *et al.* (2024), existen variaciones estacionales en la diversidad de artrópodos, por lo que resulta necesario ampliar este estudio a otras estaciones del año con el fin de comprender con mayor profundidad la interacción entre la diversidad de artrópodos y las coberturas vegetales evaluadas, idealmente a lo largo de un ciclo anual completo.

Por otro lado, resulta relevante comprender el motivo del aumento de la población de Formicidae en los tratamientos M1 y M2. Será adecuado en un futuro lograr una mayor comprensión al determinar si este incremento responde a que estas especies fueron facilitadas por los recursos provistos por dichas coberturas, o si su abundancia diferencial en comparación con los otros tratamientos se debió a otros factores ecológicos o ambientales.

8. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que el uso de cultivos de cobertura en viñedos de Mendoza contribuye positivamente a diversos servicios ecosistémicos. En particular, se observó un aumento de la capacidad de intercambio catiónico (CIC), una reducción de la salinidad en la capa superficial del suelo, un incremento en la abundancia de microorganismos edáficos responsables del ciclado de nutrientes y un aumento de la biodiversidad de artrópodos.

Por otro lado, no se registraron mejoras significativas en los servicios ecosistémicos vinculados con la fertilidad química del suelo medida en macronutrientes ni con sus propiedades físicas durante el período evaluado. Estos resultados sugieren que los beneficios asociados a la química y física del suelo podrían requerir períodos más prolongados de manejo o un uso continuo y estratégico de coberturas vegetales.

Asimismo, los resultados muestran que los servicios ecosistémicos pudieron distinguirse según la composición de las especies seleccionadas de cada tratamiento. El tratamiento M1, integrado por *X Triticosecale*, *Hordeum vulgare* y *Vicia sativa* se asoció a un incremento de la CIC, una reducción de la salinidad superficial del suelo y un aumento de los microorganismos vinculados al ciclado del nitrógeno, junto con una mayor abundancia de artrópodos, aunque con baja uniformidad de morfoespecies debido a la dominancia de Formicidae.

El tratamiento M2, basado en *Avena sativa* y *Sinapis alba*, generó mejoras similares, especialmente en la CIC y en la disminución de la salinidad del suelo. Además, mostró incrementos consistentes en la actividad microbiana total, en las bacterias totales y en los microorganismos celulolíticos, acompañados también de una mayor abundancia de artrópodos y mejora en la riqueza.

El tratamiento CE, conformado por especies espontáneas locales, no produjo modificaciones en la fertilidad química de la magnitud observada en M1 y M2. No obstante, incrementó la abundancia de bacterias del suelo y de microorganismos celulolíticos, y promovió comunidades de artrópodos con una estructura más equilibrada y mayor uniformidad relativa comparada con estos dos tratamientos. Esto indica que las comunidades vegetales espontáneas pueden contribuir a ciertos servicios ecosistémicos.

Los resultados permiten aceptar la hipótesis general del estudio: los cultivos de cobertura mejoran los servicios ecosistémicos en viñedos de Mendoza. Asimismo, las hipótesis específicas se aceptan de manera parcial, dado que los efectos observados variaron según el tipo de cultivo de cobertura y según el servicio ecosistémico considerado. Algunos cultivos incrementaron principalmente los servicios relacionados con la actividad microbiana y la calidad de la fertilidad química del suelo, mientras que otros promovieron con mayor intensidad la diversidad y estructura de las comunidades de artrópodos.

Este estudio destaca la importancia de seleccionar cuidadosamente las especies que conformarán un cultivo de cobertura, considerando los objetivos productivos y ecológicos del establecimiento vitícola. La composición florística determina el tipo y magnitud de los servicios ecosistémicos que pueden obtenerse, lo cual permite ajustar el manejo según los requerimientos específicos del viñedo.

Es necesario estudiar el efecto de otros grupos de especies y sus potenciales servicios para el manejo sostenible de los viñedos, pero se pone en relevancia que cualquier forma de cobertura vegetal resulta superior al suelo descubierto, no solo por los beneficios edáficos y biológicos observados, sino porque contribuye a mejorar la resiliencia del agroecosistema frente a procesos de degradación típicos de zonas áridas.

Futuros estudios deberían evaluar el impacto de estas coberturas sobre parámetros fisiológicos y productivos de la vid, dado que está bien documentada la competencia por agua y nutrientes en ambientes áridos generando efectos no deseados sobre el vigor y el rendimiento. Asimismo, es necesario ampliar el análisis temporal para incluir diferentes estaciones del año, con el fin de comprender la dinámica estacional de las comunidades de artrópodos y microorganismos del suelo y su interacción con los cultivos de cobertura. Esto permitirá determinar si las tendencias observadas en este estudio se mantienen de manera consistente a lo largo de un ciclo completo y en diferentes condiciones climáticas.

En conjunto, las conclusiones de este trabajo evidencian que los cultivos de cobertura constituyen una herramienta estratégica para mejorar la sostenibilidad de los viñedos en regiones áridas como Mendoza, al aportar beneficios edáficos, biológicos y ecológicos que fortalecen el funcionamiento integral del agroecosistema. Si bien persisten desafíos vinculados a la selección óptima de especies, a la dinámica estacional de la biodiversidad y al equilibrio entre

competencia y servicio ecosistémico, este estudio aporta bases sólidas para avanzar hacia prácticas vitícolas más resilientes, diversas y ambientalmente responsables. La integración del conocimiento ecológico con el manejo agronómico se posiciona de este modo como un camino necesario para enfrentar los escenarios climáticos y productivos del futuro, contribuyendo al desarrollo de una viticultura que preserve los recursos naturales, sostenga la productividad y promueva la salud del ecosistema en su conjunto.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Alef, K., y Nannipieri, P. (1995). *Methods in applied soil microbiological and biochemistry*. Academic Press. Londres.
- Alemanno V. (2020). *Evaluación del efecto de diversas prácticas de manejo en el interfilas en viñedos de Maipú, Mendoza, sobre la diversidad específica y los grupos funcionales de himenópteros*. (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza, Argentina. Disponible en: <https://bdigital.uncu.edu.ar/15361>
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2004). 2° ed. *Biodiversity and pest management in agroecosystems*. New York. Food Products Press. 240 p.
- Aravind, J., Kamaraj, M., Saranya, T., Suresh, B. P. (2023). *A review of the impact of herbicides and insecticides on the microbial communities*. Environmental Research, 245. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.118020>.
- Aristu, J. M., Avivar Lozano, L., Giráldez Sánchez, V., Pastor Sepúlveda, O., Pérez Guerrero, S. (2020). *Efectos del manejo del viñedo sobre la biodiversidad de artrópodos epiedálicos en Andalucía oriental (España)*. Ecosistemas, 28(3): 115-125.
- Beare, M. H., Vikram Reddy, M., Tian, G., y Srivastava, S. C. (1997). *Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosistema function in the tropics: the role of decomposer biota*. Applied Soil Ecology, 6: 87-108.
- Bremner, J. y Keeney, D. (1965). *Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate, and nitrite*. Anal. Chim. Acta 32: 485-95.
- Cabrera, A. L. (1976). *Regiones fitogeográficas argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Tomo II Fs. 1. Ed. ACME. Bs. As. Argentina. 1-85 pp.
- Campillo, C., Prieto, M. H., Delgado, C. D., Moñono, M. J. (2008). *Using Digital Images to Characterize Canopy Coverage and Light Interception in a Processing Tomato Crop*. Hortscience 43(6):1780–1786.
- Capurro, J. E. (2018). *Efectos de un cultivo de cobertura sobre propiedades edáficas y uso del agua en ambientes con erosión hídrica y monocultivo de soja, en el sur de la provincia de Santa Fe*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Rosario. Santa Fe. Argentina.
- Carmona, V., y Carmona, T. (2013). *La diversidad de los análisis de diversidad*. Bioma, (14), 20-28.
- Chao, A., Ma, K. H., and Hsieh, T.C. (2016). *iNEXT (iNterpolation and EXTrapolation) Online: Software for Interpolation and Extrapolation of Species Diversity*. Program and User's Guide published at http://chao.stat.nthu.edu.tw/wordpress/software_download/inext-online/
- Chorbadjian, R., y Kogan, M. (2001). *Cubiertas vegetales en viñas. Relación con artrópodos benéficos y plagas*. Revista Agronomía y Forestal Universidad Católica de Chile. 11(4): 4-6.

- Dagatti, C. V., Fernández Campón, F., González, M. F., Mazzitelli, M. E., Marcucci, B., Solís, S. E., Bonfanti, S., Uliarte, E. M. (2024). *Diversidad de insectos, colémbolos y arañas en viñedos bajo diferentes sistemas de producción, convencional y agroecológico, en Mendoza, Argentina*. *Ecología Austral*. 34:141-158. doi.org/10.25260/EA.24.34.1.0.2272
- DGI. (2023). Boletín de Información Hidronivometeorológica 4 de abril 2023. Disponible en: <https://www.irrigacion.gov.ar/web/wp-content/uploads/2023/04/Bolet%C3%ADn-de-Informaci%C3%B3n-Hidronivometeorol%C3%B3gica-03-04-23.pdf>
- Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. (2003). *InfoStat versión 2020*. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Doran, J y Zeiss, M. (2000). *Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality*. *Applied Soil Ecology* 15: 3-11.
- Duelli, P., Obrist, M.K., y Schmatz, D.R. (1999). *Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: above-ground insects*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 74, 33-64.
- Fassbender, H. (1982). *Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina*. 3era reimpresión. IICA San José, Costa Rica. 422 p.
- Ferrer, J., y Regairaz, A. C. (1993). *Suelos de Mendoza: factores y procesos de formación*. En Relatorio XII Congreso Geológico Argentino. 2:25-48. Asociación Geológica Argentina. <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/ladyot/catalogo/cdandes/cap06.htm>
- Gaigher, R., y Samways, M. J. (2010). *Surface-active arthropods in organic vineyards, integrated vineyards and natural habitat in the Cape Floristic Region*. *Journal of Insect Conservation*, 14(6), 595–605.
- Galic, I., Bez, C., Bertani, I., Venturi, V. y Stankovic, N. (2024). *Herbicide-treated soil as a reservoir of beneficial bacteria: microbiome analysis and PGP bioinoculants in maize*. *Environmental Microbiome*, 19, 107. <https://doi.org/10.1186/s40793-024-00654-6>.
- Garcia, L., Celette, F., Gary, C., Ripoche, A., Valdés-Gómez, H., y Metay, A. (2018). *Management of service crops for the provision of ecosystem services in vineyards: a review*. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 251 (2018), pp. 158-170.
- Giffard, B., Winter, S., Guidoni, S., Nicolai, A. (2022). *Vineyard Management and Its Impacts on Soil Biodiversity, Functions, and Ecosystem Services*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10.
- Gurr, G. M., Wratten, S. D., y Luna, J. M. (2003). *Multi-function agricultural biodiversity: Pest management and other benefits*. *Basic Appl. Ecol.* 4, 107-116. 5
- Haselgrove, L., Botting, D., van Heeswijck, R., Høj, P.B., Dry, P.R., Ford, C., Iland, P. (2000). *Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of Vitis vinifera L cv. Shiraz grape berries*. *Australian Journal of Grape and Wine Research*.

- Hudson, R., y Masotta, H. (1993). *Capacidad de fertilidad de los suelos de la provincia de Mendoza (Argentina)*. Multequina, núm. 2, pp. 163-172
- INDEC. (2021). *Censo Nacional Agropecuario 2018, resultados definitivos*. Disponible en: https://www.indec.gob.ar/ftp/cuadros/economia/cna2018_resultados_definitivos.pdf
- Karlen, D. L., Andrews, S. S., y Doran, J. W. (2001). *Soil quality: current concepts and applications*. Advances in Agronomy, 74, 1–40.
- Kleijn, D., Rundlöf, M., Scheper, J., Smith, H. G., y Tschamntke, T. (2011). *Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline?* Trends in Ecology & Evolution, 26(9), 474–481.
- Labraga, J.C., Villalba, R. (2009). *Climate in the Monte Desert: Past trends, present conditions, and future projections*. Journal of Arid Environments, 73, 154–163, doi:10.1016/j.jaridenv. 2008.03.016.
- López García, G. P., Mazzitelli Ranaldi, M. E., Fruitos, A. B., González, M., Marcucci, B., Giusti, R., Alemanno, V. R., del Barrio, L., Portela, J. A., Debandi, G. (2019). *Biodiversidad de insectos polinizadores y depredadores en agroecosistemas vitícolas de Mendoza, Argentina. Consideraciones para el manejo del hábitat*. Rev FCA UNCUIYO. 51 (1), 309-3022.
- Lozano P, Zenaida Mogollón, A., Hernández, R. M., Bravo, C., Ojeda, A., Torres, A., Rivero, C., y Toro, M. (2010). *Cambios en las propiedades químicas de un suelo de sabana luego de la introducción de pasturas mejoradas*. Bioagro. Vol.22, n.2, pp.135-144. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612010000200006&lng=es&nrm=iso
- Margalef, R. (1951). *Diversidad de especies en las comunidades naturales*. Instituto Biología Aplicada. <https://digital.csic.es/handle/10261/165981>
- Martella, M., Trumper, E., Bellis, L., Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G., y Gleiser, R. (2012). *Manual de Ecología Evualuación de la Biodiversidad. Reduca*, 5(1), 71-115.
- Martínez, L., Vallone, R., Piccoli, P., y Ratto, S. (2018). *Assessment of soil properties, plant yield and composition, after different type and applications mode of organic amendment in a vineyard of Mendoza, Argentina*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.: Univ Nacional Cuyo. vol.50 n°. p17 - 32.
- Maure Russo, E. M., Morelli, M. C., Quiroga, V. N., Llera, J. A., López Plantey, R. y Holgado, M. G. (2024). *Evaluación de índices de diversidad en artrópodos de un agroecosistema de vid, Departamento de Tupungato, Mendoza*. Congreso Interuniversitario I+D+i Mendoza. Argentina.

- Medina, E. M. (2018). *Efectos de los diferentes manejos agronómicos sobre indicadores bioquímicos y microbiológicos de calidad de suelos de viñedos, San Juan, Argentina*. (Tesis Doctoral). Universidad de San Juan, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. San Juan, Argentina. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/83839>
- Murillo, J., Rodríguez, G., Roncallo, B., Rojas, A. y Bonilla, R. (2014). *Effect of the application of sustainable practices on the physical, chemical y microbiological characteristics of degraded soils*. Pastos y Forrajes, 37 (3), 270-278
- Nijensohn, L. (1991). *Fósforo extraíble con agua carbonicada en el diagnóstico del nivel de fertilidad fosfórica en suelos aluviales regadíos*. Actas La II Jorn. Nac. Fósforo Del Suelo. Asoc. Argentina La Cienc. Del Suelo, 32-36.
- Oliver, I. y Beattie, A. (1993). *A Possible Method for the Rapid Assessment of Biodiversity*. Conservation Biology. 7. 562-568. 10.1046/j.1523-1739.1993.07030562.x.
- Osborne, P., Hall, J., Kronfeld-Schor, N., Thybert, D., Haerty, W. (2020). *A rather dry subject; investigating the study of arid-associated microbial communities*. Environ Microbiome. 2020 Dec 1;15:20. doi: [10.1186/s40793-020-00367-6](https://doi.org/10.1186/s40793-020-00367-6).
- Ovalle M, C., González, M. I., del Pozo, A., Hirzel, J., y Hernaiz, V. (2007). *Cover crops in organic raspberry production: effects on soil nutrient content, and raspberry growth and yield*. Chilean Journal of Agricultural Research. 67 (3): 271-280.
- Ovalle, M. C., Osman, A., Rodriguez, F., Espinoza, S., y del Pozo, A. (2020). *Beneficios, restricciones y limitaciones de las cubiertas vegetales*. La Cruz: Boletín INIA no. 425. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/6939> (Consultado: 6 mayo 2023).
- Page, R., Miller, H., y Keeney, D. (1982). *Methods of soil analysis Part 2 - Chemical and Microbiological Properties*, 2. Aufl. 1184 S., American Soc. of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA.
- Paolinelli, M., Martinez, L., Garcia Lampasona, S., Diaz-Quirós, C., Belmonte, M., Ahumada, G., Pirrone, M., Farber, M., Escoriaza, G., Longone, M., Gonzalez, M., Larena, M. C., Combina, M., y Mercado, L. (2023). *Microbiome in soils of Mendoza: microbial resources for the development of agroecological management in viticulture*. OENO One. 57. 191-205. 10.20870/oeno-one.2023.57.1.5585.
- Perez Brandan, C., Huidobro, J., y Aban, C. (2023). *Los cultivos de servicio mejoran los suelos degradados*. Publicado en la Revista digital Manual Fitosanitario. Publicado el 12 de abril de 2023. Disponible en: <https://www.manualfitosanitario.com/noticias/2908#:~:text=La%20inclusi%C3%B3n%20de%20los%20CS%20aument%C3%B3%20el%20contenido,microbiana%20del%20suelo%20y%20las%20actividades%20enzim%C3%A1ticas%20mejoraron>

- Poblete Barrera L. (2011). *Modificación de las propiedades físicas de un suelo de textura fina de la III Región cultivado con vid, mediante la incorporación de materia orgánica en la sobre hilera*. (Tesis de Grado). Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. Disponible en: https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112322/Memoria_Lucia_na_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Reiff, J. M. Kolb, S., Entling, M. H., & coautores. (2024). *Arthropods in the spotlight - identifying predators of vineyard pest insects with infrared photography*. Entomologia Experimentalis et Applicata, (article). <https://doi.org/10.1111/eea.13456>
- Renjifo, C. P., Segovia Chambi, L. F., y Loayza Plata, F. (2020). *Evaluación de coberturas con especies leguminosas en las parcelas de producción de uva de mesa en la localidad de San Francisco del Inti - del municipio de Yacuiba*. Ventana Científica Estudiantil, 1(2), 85-93. Recuperado a partir de <https://dicyt.uajms.edu.bo/revistas/index.php/ventana-cientifica-estudiantil/article/view/82>
- Romanella, C. A. (1957). *Los suelos de la región del Río Mendoza: (ensayo de establecimiento en series)*. En: Boletín de Estudios Geográficos, No.14, p.1-57. Disponible en: <https://bdigital.uncu.edu.ar/11634>.
- Romaniuk, R., Navarro, R., Beltrán, M., Eiza, M., Castiglioni, M., y Mousegne, F. (2018). *Efecto a corto plazo de la inclusión de vicia y trigo como cultivos de cobertura sobre el C, N y P en distintas fracciones de la materia orgánica, y la disponibilidad de macro y micronutrientes*. RIA. Revista de investigaciones agropecuarias, 44(2), 48-60.
- Rousk, J., y Bengtson, P. (2014). *Microbial regulation of global biogeochemical cycles*. Frontiers in Microbiology, 5, 103.
- Shannon, C. (1948). *A mathematical theory of communication*. The Bell System Technical Journal, 379-423, 9-125. <https://people.math.harvard.edu/~ctm/home/text/others/shannon/entropy/entropy.pdf>
- Stout, J., y Finn, J. A. (2015). *Recognizing the value of insects in providing ecosystem services*. Ecological Entomology 40: 1-2.
- United States Salinity Laboratory Staff, & Richards, L. A. (Ed.). (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils*. (USDA Agriculture Handbook No. 60). U.S. Department of Agriculture.
- Uliarte, E. M. (2004). *Manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas: su influencia en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec)*. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Agrarias. Mendoza, Argentina.
- Uliarte, E. M., del Monte, R. F., y Parera, C. A. (2006). *Influencia del manejo de suelo mediante coberturas vegetales en el microclima de viñedos bajo riego (cv. Malbec)*. Le Bulletin de l'OIV. 7(899-900): 5-22.

- Uliarte, E. M., del Monte, R. F., Parera, C. A., Catania, C. D. y Avagnina, S. M. (2009). *Influencia del manejo de suelo mediante coberturas vegetales establecidas en el desarrollo vegetativo, producción y características de vinos en viñedos bajo riego superficial (cv. Malbec)*. Le Bulletin de l'OIV. 82(938-939-940): 205-227.
- Uliarte, E. M., del Monte, R. F., Ambroguetti, A., y Montoya, M. (2009). *Evaluación y elección de diferentes especies de coberturas vegetales en viñedos bajo riego de Mendoza*. Revista Trece Grados N°15 (diciembre de 2009), Año 2, p.18-34.
- Uliarte, E., Ferrari, F., Martinez, L., Dagatti, C., Ambrogetti, A., y Montoya, M. (2019). *Estrategias de manejo para la transición hacia viñedos sostenibles en Mendoza*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo. 51. 105-124.
- Zaller, J. G., Cantelmo, C., Santos, G. D., Muther, S., Gruber, E., Pallua, P., Faber, F. (2018). *Herbicides in vineyards reduce grapevine root mycorrhization and alter soil microorganisms and the nutrient composition in grapevine roots, leaves, xylem sap and grape juice*. Environmental Science and Pollution Research, 25(23), 23215–23226. doi:10.1007/s11356-018-2422-3

10. ANEXO 1

10.1. Peso de poda de las plantas de vid al inicio del ensayo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de Poda (Kg)	228	0,13	0,07	46,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,70	15	0,05	2,14	0,0093
Tratamiento	0,02	3	0,01	0,29	0,8314
Bloque	0,21	3	0,07	3,17	0,0253
Tratamiento*Bloque	0,44	9	0,05	2,23	0,0216
Error	4,64	212	0,02		
Total	5,34	227			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05462

Error: 0,0219 gl: 212

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SD	0,30	56	0,02 A
CE	0,32	56	0,02 A
M1	0,32	57	0,02 A
M2	0,32	59	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10.2. Peso Seco Cultivo de Cobertura

10.2.1. Primavera

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
oct-20	Peso Seco (Kg)	12	0,56	0,46	54,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	2	0,02	5,67	0,0255
Tratamiento	0,03	2	0,02	5,67	0,0255
Error	0,03	9	2,8E-03		
Total	0,06	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08447

Error: 0,0028 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	0,03	4	0,03 A
M2	0,12	4	0,03 B
M1	0,14	4	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
oct-21	Peso Seco (Kg)	12	0,30	0,14	73,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	2	0,03	1,93	0,2008
Tratamiento	0,06	2	0,03	1,93	0,2008
Error	0,14	9	0,02		
Total	0,20	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,20141

Error: 0,0159 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	0,07	4	0,06 A
M2	0,20	4	0,06 A
M1	0,24	4	0,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10.2.2. Inicio del Verano

Análisis de la varianza

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
dic-20	Peso Seco (Kg)	12	0,80	0,76	26,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,10	2	0,05	18,53	0,0006
Tratamiento	0,10	2	0,05	18,53	0,0006
Error	0,03	9	2,8E-03		
Total	0,13	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,08497

Error: 0,0028 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	0,11	4	0,03 A
M2	0,16	4	0,03 A
M1	0,33	4	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
dic-21	Peso Seco (Kg)	12	0,07	0,00	107,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,3E-03	2	1,1E-03	0,35	0,7129
Tratamiento	2,3E-03	2	1,1E-03	0,35	0,7129
Error	0,03	9	3,2E-03		
Total	0,03	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09074

Error: 0,0032 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	0,04	4	0,03 A
M1	0,05	4	0,03 A
CE	0,07	4	0,03 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10.2.3. Fin del Verano

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
feb-21	Peso Seco (Kg)	12	0,25	0,08	45,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,3E-03	2	1,6E-03	1,47	0,2810
Tratamiento	3,3E-03	2	1,6E-03	1,47	0,2810
Error	0,01	9	1,1E-03		
Total	0,01	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,05339

Error: 0,0011 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	0,05	4	0,02 A
M2	0,08	4	0,02 A
CE	0,09	4	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
feb-22	Peso Seco (Kg)	12	0,20	0,03	58,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,1E-03	2	1,1E-03	1,15	0,3586
Tratamiento	2,1E-03	2	1,1E-03	1,15	0,3586
Error	0,01	9	9,2E-04		
Total	0,01	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,04839

Error: 0,0009 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	0,04	4	0,02 A
M1	0,05	4	0,02 A
CE	0,07	4	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10.3. Altura de Cultivos de Cobertura

10.3.1. Primavera

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
oct-20	Altura Promedio	12	0,61	0,52	22,71

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1612,79	2	806,40	7,00	0,0146
Tratamiento	1612,79	2	806,40	7,00	0,0146
Error	1036,26	9	115,14		
Total	2649,05	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=17,16407

Error: 115,1397 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

CE	33,95	4	5,37	A
M1	45,58	4	5,37	A B
M2	62,20	4	5,37	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
oct-21	Altura Promedio	12	0,12	0,00	25,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	275,71	2	137,85	0,59	0,5744
Tratamiento	275,71	2	137,85	0,59	0,5744
Error	2102,92	9	233,66		
Total	2378,62	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=24,45105

Error: 233,6575 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

M2	54,98	4	7,64	A
CE	56,45	4	7,64	A
M1	65,80	4	7,64	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

10.3.2. Inicio de Verano

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
dic-20	Altura Promedio	12	0,47	0,35	23,32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1440,46	2	720,23	4,00	0,0572
Tratamiento	1440,46	2	720,23	4,00	0,0572
Error	1620,66	9	180,07		
Total	3061,11	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=21,46504

Error: 180,0728 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

CE	47,08	4	6,71	A
M2	52,90	4	6,71	A B
M1	72,68	4	6,71	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
dic-21	Altura Promedio	12	1,6E-03	0,00	50,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,91	2	2,46	0,01	0,9928
Tratamiento	4,91	2	2,46	0,01	0,9928
Error	3066,84	9	340,76		
Total	3071,75	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=29,52785

Error: 340,7597 gl: 9

Tratamiento Medias n E.E.

M2	35,60	4	9,23	A
CE	36,18	4	9,23	A
M1	37,15	4	9,23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

10.3.3. Fin de Verano

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
feb-21	Altura Promedio	12	0,15	0,00	35,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	326,91	2	163,46	0,78	0,4853
Tratamiento	326,91	2	163,46	0,78	0,4853
Error	1875,87	9	208,43		
Total	2202,78	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=23,09336

Error: 208,4294 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	33,73	4	7,22 A
M1	43,45	4	7,22 A
M2	45,78	4	7,22 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
feb-22	Altura Promedio	12	0,43	0,30	27,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	815,26	2	407,63	3,39	0,0799
Tratamiento	815,26	2	407,63	3,39	0,0799
Error	1082,20	9	120,24		
Total	1897,46	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=17,54039

Error: 120,2439 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	28,93	4	5,48 A
M2	40,83	4	5,48 A B
CE	49,00	4	5,48 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10.4. Porcentaje de Cobertura Verde

10.4.1. Primavera

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
oct-20	% de Cobertura verde	11	0,36	0,21	40,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1690,86	2	845,43	2,30	0,1630
Tratamiento	1690,86	2	845,43	2,30	0,1630
Error	2946,34	8	368,29		
Total	4637,21	10			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=32,98529

Error: 368,2927 gl: 8

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	36,33	3	11,08 A
CE	39,08	4	9,60 A
M1	63,58	4	9,60 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
oct-21	% de Cobertura verde	12	0,24	0,07	22,84

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	88,19	2	44,09	1,39	0,2985
Tratamiento	88,19	2	44,09	1,39	0,2985
Error	286,13	9	31,79		
Total	374,32	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=9,01920

Error: 31,7922 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	20,85	4	2,82 A
CE	26,55	4	2,82 A
M1	26,65	4	2,82 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10.4.2. Inicio Verano

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
dic-20	% de Cobertura verde	12	0,11	0,00	47,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	47,12	2	23,56	0,53	0,6044
Tratamiento	47,12	2	23,56	0,53	0,6044
Error	398,04	9	44,23		
Total	445,16	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=10,63775

Error: 44,2267 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	12,50	4	3,33 A
M2	12,70	4	3,33 A
M1	16,80	4	3,33 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
dic-21	% de Cobertura verde	12	0,11	0,00	56,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	216,67	2	108,34	0,55	0,5968
Tratamiento	216,67	2	108,34	0,55	0,5968
Error	1782,58	9	198,06		
Total	1999,25	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=22,51182

Error: 198,0642 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	19,03	4	7,04 A
M1	27,10	4	7,04 A
CE	28,75	4	7,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

10.4.3. Fin de Verano

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
feb-21	% de Cobertura verde	12	0,04	0,00	17,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	53,59	2	26,79	0,17	0,8463
Tratamiento	53,59	2	26,79	0,17	0,8463
Error	1418,53	9	157,61		
Total	1472,11	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=20,08191

Error: 157,6139 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	68,83	4	6,28 A
M2	71,85	4	6,28 A
CE	73,98	4	6,28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fecha	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
feb-22	% de Cobertura verde	12	0,11	0,00	30,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	224,89	2	112,44	0,56	0,5875
Tratamiento	224,89	2	112,44	0,56	0,5875
Error	1792,46	9	199,16		
Total	2017,35	11			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=22,57415

Error: 199,1625 gl: 9

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	40,58	4	7,06 A
M1	44,93	4	7,06 A
CE	51,13	4	7,06 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11. ANEXO 2

11.1. FERTILIDAD QUÍMICA DEL SUELO

11.1.1. CIC

Medidas resumen

Momento	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana
Fin	CE	CIC	8	12,36	3,78	30,55	7,50	18,20	12,20
Fin	M1	CIC	8	18,86	5,12	27,14	9,10	24,60	19,80
Fin	M2	CIC	8	17,11	3,90	22,81	12,60	22,40	15,35
Fin	SD	CIC	8	13,50	2,79	20,65	10,70	18,80	13,00
Inicio	CE	CIC	8	4,38	0,88	20,07	3,50	6,10	4,10
Inicio	M1	CIC	8	4,73	0,59	12,48	4,10	5,60	4,65
Inicio	M2	CIC	8	4,44	0,74	16,60	3,30	5,50	4,70
Inicio	SD	CIC	8	4,89	0,90	18,38	3,50	5,80	5,20

11.1.1.1. Inicio del ensayo (Año Inicial):

Momento	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Inicio	CIC	32	0,08	0,00	17,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,40	3	0,47	0,76	0,5277
Tratamiento	1,40	3	0,47	0,76	0,5277
Error	17,28	28	0,62		
Total	18,68	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,07237

Error: 0,6171 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	4,38	8	0,28 A
M2	4,44	8	0,28 A
M1	4,73	8	0,28 A
SD	4,89	8	0,28 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.1.2. Fin del ensayo (Año Final):

Momento	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fin	CIC	32	0,33	0,26	25,77

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	221,95	3	73,98	4,66	0,0091
Tratamiento	221,95	3	73,98	4,66	0,0091
Error	444,27	28	15,87		
Total	666,22	31			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,43782

Error: 15,8667 gl: 28

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	12,36	8	1,41 A
SD	13,50	8	1,41 A B
M2	17,11	8	1,41 A B
M1	18,86	8	1,41 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.1.3. Interacción con el año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=2,87551

Error: 8,2419 gl: 56

Tratamiento	Momento	Medias	n	E.E.	
CE	Inicio	4,38	8	1,02	A
M2	Inicio	4,44	8	1,02	A
M1	Inicio	4,73	8	1,02	A
SD	Inicio	4,89	8	1,02	A
CE	Fin	12,36	8	1,02	B
SD	Fin	13,50	8	1,02	B
M2	Fin	17,11	8	1,02	C
M1	Fin	18,86	8	1,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.2. NITROGENO

Medidas resumen

Momento	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Fin	CE	Nitrógeno	8	472,50	98,64	20,88	308,00	560,00	504,00
Fin	M1	Nitrógeno	8	497,00	46,73	9,40	420,00	560,00	504,00
Fin	M2	Nitrógeno	8	462,00	71,78	15,54	336,00	560,00	462,00
Fin	SD	Nitrógeno	8	469,00	69,80	14,88	392,00	560,00	462,00
Inicio	CE	Nitrógeno	8	945,00	103,42	10,94	728,00	1036,00	966,00
Inicio	M1	Nitrógeno	8	966,00	125,22	12,96	784,00	1120,00	994,00
Inicio	M2	Nitrógeno	8	836,50	172,24	20,59	616,00	1176,00	826,00
Inicio	SD	Nitrógeno	8	990,50	193,38	19,52	756,00	1260,00	966,00

11.1.2.1. Inicio del Ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nitrógeno	32	0,15	0,00	17,27

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	113288,00	6	18881,33	0,72	0,6339
Tratamiento	110740,00	3	36913,33	1,42	0,2614
Bloque	2548,00	3	849,33	0,03	0,9919
Error	651504,00	25	26060,16		
Total	764792,00	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=166,23728

Error: 26060,1600 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	836,50	8	57,07 A
CE	945,00	8	57,07 A
M1	966,00	8	57,07 A
SD	990,50	8	57,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.2.2. Fin del ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Nitrógeno	32	0,05	0,00	16,33

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8575,00	6	1429,17	0,24	0,9600
Tratamiento	5561,50	3	1853,83	0,31	0,8195
Bloque	3013,50	3	1004,50	0,17	0,9177
Error	150552,50	25	6022,10		
Total	159127,50	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=79,91234

Error: 6022,1000 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	462,00	8	27,44 A
SD	469,00	8	27,44 A
CE	472,50	8	27,44 A
M1	497,00	8	27,44 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.2.3. Interacción con el año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=120,28517

Error: 14421,7500 gl: 56

Tratamiento	Momento	Medias	n	E.E.
M2	Fin	462,00	8	42,46 A
SD	Fin	469,00	8	42,46 A
CE	Fin	472,50	8	42,46 A
M1	Fin	497,00	8	42,46 A
M2	Inicio	836,50	8	42,46 B
CE	Inicio	945,00	8	42,46 B C
M1	Inicio	966,00	8	42,46 C
SD	Inicio	990,50	8	42,46 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.3.POTASIO INTERCAMBIABLE TOTAL

Medidas resumen

Momento	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Fin	CE	Potasio	8	293,50	151,02	51,45	50,00	540,00	270,00
Fin	M1	Potasio	8	330,00	56,32	17,07	240,00	400,00	345,00
Fin	M2	Potasio	8	242,75	107,51	44,29	70,00	410,00	225,00
Fin	SD	Potasio	8	252,50	115,23	45,64	100,00	420,00	245,00
Inicio	CE	Potasio	8	413,75	73,08	17,66	280,00	500,00	420,00
Inicio	M1	Potasio	8	418,75	74,15	17,71	260,00	480,00	460,00
Inicio	M2	Potasio	8	393,75	138,35	35,14	200,00	610,00	430,00
Inicio	SD	Potasio	8	410,00	80,53	19,64	240,00	500,00	425,00

11.1.3.1. Inicio del ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Potasio	32	0,06	0,00	24,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	16243,75	6	2707,29	0,28	0,9411
Tratamiento	2809,38	3	936,46	0,10	0,9611
Bloque	13434,38	3	4478,13	0,46	0,7107
Error	241828,13	25	9673,13		
Total	258071,88	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=101,27991

Error: 9673,1250 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	393,75	8	34,77 A
SD	410,00	8	34,77 A
CE	413,75	8	34,77 A
M1	418,75	8	34,77 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.3.2. Fin del ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Potasio	32	0,21	0,01	40,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	81035,75	6	13505,96	1,08	0,4021
Tratamiento	38605,38	3	12868,46	1,03	0,3975
Bloque	42430,38	3	14143,46	1,13	0,3565
Error	313269,13	25	12530,77		
Total	394304,88	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=115,27329

Error: 12530,7650 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	242,75	8	39,58 A
SD	252,50	8	39,58 A
CE	293,50	8	39,58 A
M1	330,00	8	39,58 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.3.3. Interacción con el año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=104,62036

Error: 10910,0357 gl: 56

Tratamiento	Momento	Medias	n	E.E.
M2	Fin	242,75	8	36,93 A
SD	Fin	252,50	8	36,93 A
CE	Fin	293,50	8	36,93 A B
M1	Fin	330,00	8	36,93 A B C
M2	Inicio	393,75	8	36,93 B C
SD	Inicio	410,00	8	36,93 C
CE	Inicio	413,75	8	36,93 C
M1	Inicio	418,75	8	36,93 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.4. FÓSFORO DISPONIBLE

Medidas resumen

Momento	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Fin	CE	Fósforo	8	11,80	3,79	32,17	4,56	15,73	13,00
Fin	M1	Fósforo	8	11,06	2,98	26,92	7,02	16,35	11,20
Fin	M2	Fósforo	8	8,99	4,76	53,00	1,92	16,73	9,44
Fin	SD	Fósforo	8	10,34	5,42	52,46	2,57	18,55	9,90
Inicio	CE	Fósforo	8	9,71	2,60	26,72	6,10	13,20	9,85
Inicio	M1	Fósforo	8	8,18	3,91	47,81	5,30	17,00	7,05
Inicio	M2	Fósforo	8	7,65	6,22	81,28	1,30	19,80	5,55
Inicio	SD	Fósforo	8	7,55	2,60	34,39	4,20	11,70	7,00

11.1.4.1. Inicio del ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fósforo	32	0,23	0,05	47,18

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	115,02	6	19,17	1,26	0,3116
Tratamiento	23,94	3	7,98	0,52	0,6698
Bloque	91,08	3	30,36	1,99	0,1408
Error	380,81	25	15,23		
Total	495,82	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,01904

Error: 15,2323 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SD	7,55	8	1,38 A
M2	7,65	8	1,38 A
M1	8,18	8	1,38 A
CE	9,71	8	1,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.4.2. Fin del ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Fósforo	32	0,14	0,00	41,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	75,97	6	12,66	0,65	0,6886
Tratamiento	34,31	3	11,44	0,59	0,6282
Bloque	41,66	3	13,89	0,71	0,5526
Error	485,90	25	19,44		
Total	561,87	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,53988

Error: 19,4361 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	8,99	8	1,56 A
SD	10,34	8	1,56 A
M1	11,06	8	1,56 A
CE	11,80	8	1,56 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.4.3. Interacción con el año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=4,23144

Error: 17,8472 gl: 56

Tratamiento	Momento	Medias	n	E.E.
SD	Inicio	7,55	8	1,49 A
M2	Inicio	7,65	8	1,49 A B
M1	Inicio	8,18	8	1,49 A B
M2	Fin	8,99	8	1,49 A B
CE	Inicio	9,71	8	1,49 A B
SD	Fin	10,34	8	1,49 A B
M1	Fin	11,06	8	1,49 A B
CE	Fin	11,80	8	1,49 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.5. MATERIA ORGÁNICA

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana
0	CE	MO	8	1,52	0,22	14,43	1,12	1,74	1,57
0	M1	MO	8	1,60	0,26	16,58	1,26	1,89	1,68
0	M2	MO	8	1,32	0,33	25,13	0,89	1,91	1,25
0	SD	MO	8	1,60	0,35	21,96	1,23	2,06	1,53
3	CE	MO	8	0,85	0,14	16,91	0,60	0,96	0,91
3	M1	MO	8	0,88	0,07	8,22	0,78	0,97	0,90
3	M2	MO	8	0,84	0,11	12,74	0,64	0,96	0,84
3	SD	MO	8	0,85	0,11	12,40	0,72	0,96	0,86

11.1.5.1. Inicio del ensayo:

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
0	MO	32	0,16	0,00	20,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,45	6	0,08	0,77	0,5998
Tratamiento	0,43	3	0,14	1,48	0,2452
Bloque	0,02	3	0,01	0,07	0,9771
Error	2,44	25	0,10		
Total	2,89	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,32158

Error: 0,0975 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	1,32	8	0,11 A
CE	1,52	8	0,11 A
M1	1,60	8	0,11 A
SD	1,60	8	0,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.5.2. Fin del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
3	MO	32	0,07	0,00	13,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	6	4,1E-03	0,32	0,9212
Tratamiento	0,01	3	2,8E-03	0,21	0,8854
Bloque	0,02	3	0,01	0,42	0,7387
Error	0,32	25	0,01		
Total	0,35	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,11668

Error: 0,0128 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	0,84	8	0,04 A
CE	0,85	8	0,04 A
SD	0,85	8	0,04 A
M1	0,88	8	0,04 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.5.3. Interacción con el año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,22376

Error: 0,0499 gl: 56

Tratamiento	Momento	Medias	n	E.E.
M2	Fin	0,84	8	0,08 A
CE	Fin	0,85	8	0,08 A
SD	Fin	0,85	8	0,08 A
M1	Fin	0,88	8	0,08 A
M2	Inicio	1,32	8	0,08 B
CE	Inicio	1,52	8	0,08 B C
M1	Inicio	1,60	8	0,08 C
SD	Inicio	1,60	8	0,08 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.6.pH

Medidas resumen

Momento	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Fin	CE	pH	8	7,49	0,07	1,00	7,35	7,60	7,50
Fin	M1	pH	8	7,50	0,12	1,65	7,24	7,65	7,54
Fin	M2	pH	8	7,64	0,08	1,00	7,55	7,76	7,62
Fin	SD	pH	8	7,51	0,07	0,96	7,40	7,60	7,50
Inicio	CE	pH	8	7,29	0,06	0,78	7,21	7,37	7,28
Inicio	M1	pH	8	7,38	0,08	1,08	7,28	7,51	7,40
Inicio	M2	pH	8	7,47	0,08	1,04	7,31	7,56	7,50
Inicio	SD	pH	8	7,18	0,14	1,93	6,92	7,37	7,17

11.1.6.1. Inicio del Ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	32	0,67	0,59	1,25

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,42	6	0,07	8,37	<0,0001
Tratamiento	0,39	3	0,13	15,46	<0,0001
Bloque	0,03	3	0,01	1,27	0,3050
Error	0,21	25	0,01		
Total	0,64	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09470

Error: 0,0085 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SD	7,18	8	0,03 A
CE	7,29	8	0,03 B
M1	7,38	8	0,03 B C
M2	7,47	8	0,03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.6.2. Fin del Ensayo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	32	0,40	0,26	1,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	6	0,02	2,80	0,0320
Tratamiento	0,12	3	0,04	4,88	0,0083
Bloque	0,02	3	0,01	0,71	0,5537
Error	0,21	25	0,01		
Total	0,34	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09334

Error: 0,0082 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	7,49	8	0,03 A
M1	7,50	8	0,03 A
SD	7,51	8	0,03 A
M2	7,64	8	0,03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.6.3. Interacción con el año

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,09144

Error: 0,0083 gl: 56

Tratamiento	Momento	Medias	n	E.E.
SD	Inicio	7,18	8	0,03 A
CE	Inicio	7,29	8	0,03 B
M1	Inicio	7,38	8	0,03 C
M2	Inicio	7,47	8	0,03 C D
CE	Fin	7,49	8	0,03 D
M1	Fin	7,50	8	0,03 D
SD	Fin	7,51	8	0,03 D
M2	Fin	7,64	8	0,03 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.7. SALINIDAD

Medidas resumen

Momento	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
Fin	CE	Cond Eléctrica	8	2748,25	852,63	31,02	1076,00	4010,00	2800,00
Fin	M1	Cond Eléctrica	8	1819,00	649,55	35,71	1232,00	2930,00	1499,50
Fin	M2	Cond Eléctrica	8	1354,88	458,30	33,83	699,00	1953,00	1354,00
Fin	SD	Cond Eléctrica	8	1863,88	429,64	23,05	1331,00	2710,00	1793,00
Inicio	CE	Cond Eléctrica	8	2982,63	962,13	32,26	1811,00	4610,00	2740,00
Inicio	M1	Cond Eléctrica	8	2680,13	652,29	24,34	1772,00	3650,00	2735,00
Inicio	M2	Cond Eléctrica	8	2595,50	785,30	30,26	1725,00	3660,00	2480,00
Inicio	SD	Cond Eléctrica	8	2972,50	939,54	31,61	2010,00	4420,00	2625,00

11.1.7.1. Inicio del ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cond Eléctrica	32	0,15	0,00	29,99

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3176681,75	6	529446,96	0,75	0,6177
Tratamiento	952496,13	3	317498,71	0,45	0,7211
Bloque	2224185,63	3	741395,21	1,05	0,3898
Error	17729991,13	25	709199,65		
Total	20906672,88	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=867,20974

Error: 709199,6450 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	2595,50	8	297,74 A
M1	2680,13	8	297,74 A
SD	2972,50	8	297,74 A
CE	2982,63	8	297,74 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.7.2. Fin del Ensayo:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Cond Eléctrica	32	0,48	0,36	32,20

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9112607,00	6	1518767,83	3,87	0,0073
Tratamiento	8127250,75	3	2709083,58	6,90	0,0015
Bloque	985356,25	3	328452,08	0,84	0,4867
Error	9819331,00	25	392773,24		
Total	18931938,00	31			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=645,37307

Error: 392773,2400 gl: 25

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	1354,88	8	221,58 A
M1	1819,00	8	221,58 A
SD	1863,88	8	221,58 A
CE	2748,25	8	221,58 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

11.1.7.3. Interacción con el año

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=742,32527

Error: 549265,4286 gl: 56

Tratamiento	Momento	Medias	n	E.E.
M2	Fin	1354,88	8	262,03 A
M1	Fin	1819,00	8	262,03 A
SD	Fin	1863,88	8	262,03 A B
M2	Inicio	2595,50	8	262,03 B C
M1	Inicio	2680,13	8	262,03 C
CE	Fin	2748,25	8	262,03 C
SD	Inicio	2972,50	8	262,03 C
CE	Inicio	2982,63	8	262,03 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12. ANEXO 3

12.1. FERTILIDAD BIOLÓGICA

12.1.1. Actividad Microbiana Total

Medidas resumen

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
2020	CE	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,17	0,02	10,20	0,15	0,19	0,17
2020	M1	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,11	0,05	49,49	0,03	0,15	0,12
2020	M2	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,20	0,11	56,72	0,11	0,36	0,17
2020	SD	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,20	0,14	70,13	0,04	0,37	0,19
2021	CE	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,17	0,05	29,32	0,13	0,23	0,17
2021	M1	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,15	0,05	31,74	0,10	0,20	0,15
2021	M2	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,26	0,03	12,56	0,22	0,30	0,26
2021	SD	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,15	0,03	16,95	0,12	0,18	0,15
2022	CE	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,43	0,07	16,36	0,36	0,49	0,43
2022	M1	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,47	0,16	33,25	0,29	0,63	0,48
2022	M2	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,49	0,14	27,74	0,41	0,69	0,43
2022	SD	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	4	0,32	0,04	13,01	0,27	0,37	0,32

12.1.1.1. Inicio del Ensayo

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2020	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	16	0,18	0,00	55,70

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	3	0,01	0,88	0,4777
Tratamiento	0,02	3	0,01	0,88	0,4777
Error	0,10	12	0,01		
Total	0,13	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,14320

Error: 0,0086 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	0,11	4	0,05 A
CE	0,17	4	0,05 A
SD	0,20	4	0,05 A
M2	0,20	4	0,05 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.1.2. Mitad de ensayo

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2021	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	16	0,63	0,54	22,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	3	0,01	6,86	0,0060
Tratamiento	0,03	3	0,01	6,86	0,0060
Error	0,02	12	1,6E-03		
Total	0,05	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,06219

Error: 0,0016 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

SD	0,15	4	0,02	A
M1	0,15	4	0,02	A
CE	0,17	4	0,02	A
M2	0,26	4	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

12.1.1.3. Fin del Ensayo

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2022	AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	16	0,31	0,14	26,05

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	3	0,02	1,82	0,1970
Tratamiento	0,07	3	0,02	1,82	0,1970
Error	0,15	12	0,01		
Total	0,21	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,17055

Error: 0,0123 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

SD	0,32	4	0,06	A
CE	0,43	4	0,06	A
M1	0,47	4	0,06	A
M2	0,49	4	0,06	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

12.1.1.4. Interacción del año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,12426

Error: 0,0075 gl: 36

Tratamiento Año Medias n E.E.

M1	2020	0,11	4	0,04	A
SD	2021	0,15	4	0,04	A B
M1	2021	0,15	4	0,04	A B
CE	2020	0,17	4	0,04	A B
CE	2021	0,17	4	0,04	A B
SD	2020	0,20	4	0,04	A B
M2	2020	0,20	4	0,04	A B C
M2	2021	0,26	4	0,04	B C
SD	2022	0,32	4	0,04	C D
CE	2022	0,43	4	0,04	D E
M1	2022	0,47	4	0,04	E
M2	2022	0,49	4	0,04	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

12.1.2. Bacterias Totales

Medidas resumen

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
2020	CE	Bacterias UFC log10/g	4	6,08	0,25	4,12	5,84	6,32	6,07
2020	M1	Bacterias UFC log10/g	4	5,95	0,19	3,15	5,78	6,21	5,90
2020	M2	Bacterias UFC log10/g	4	6,17	0,16	2,52	6,00	6,37	6,15
2020	SD	Bacterias UFC log10/g	4	6,12	0,15	2,48	5,98	6,29	6,10
2021	CE	Bacterias UFC log10/g	4	6,97	0,18	2,60	6,83	7,23	6,90
2021	M1	Bacterias UFC log10/g	4	6,81	0,10	1,46	6,73	6,95	6,79
2021	M2	Bacterias UFC log10/g	4	6,97	0,12	1,75	6,90	7,15	6,91
2021	SD	Bacterias UFC log10/g	4	6,73	0,14	2,02	6,55	6,85	6,77
2022	CE	Bacterias UFC log10/g	4	6,79	0,12	1,83	6,66	6,93	6,79
2022	M1	Bacterias UFC log10/g	4	7,15	0,30	4,20	6,96	7,59	7,02
2022	M2	Bacterias UFC log10/g	4	7,00	0,12	1,72	6,86	7,14	7,01
2022	SD	Bacterias UFC log10/g	4	7,00	0,19	2,65	6,75	7,20	7,02

12.1.2.1. Inicio del Ensayo:

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2020	Bacterias UFC log10/g	16	0,20	0,00	3,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,11	3	0,04	0,99	0,4313
Tratamiento	0,11	3	0,04	0,99	0,4313
Error	0,43	12	0,04		
Total	0,54	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,29305

Error: 0,0362 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	5,95	4	0,10 A
CE	6,08	4	0,10 A
SD	6,12	4	0,10 A
M2	6,17	4	0,10 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.2.2. Mitad del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2021	Bacterias UFC log10/g	16	0,42	0,27	2,01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,16	3	0,05	2,86	0,0815
Tratamiento	0,16	3	0,05	2,86	0,0815
Error	0,23	12	0,02		
Total	0,39	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,21242

Error: 0,0190 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SD	6,73	4	0,07 A
M1	6,81	4	0,07 A B
CE	6,97	4	0,07 B
M2	6,97	4	0,07 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.2.3. Fin del Ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2022	Bacterias UFC log10/g	16	0,35	0,19	2,81

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,25	3	0,08	2,18	0,1431
Tratamiento	0,25	3	0,08	2,18	0,1431
Error	0,46	12	0,04		
Total	0,72	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,30260

Error: 0,0386 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	6,79	4	0,10 A
SD	7,00	4	0,10 A B
M2	7,00	4	0,10 A B
M1	7,15	4	0,10 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.2.4. Interacción del año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,25407

Error: 0,0314 gl: 36

Tratamiento	Año	Medias	n	E.E.
M1	2020	5,95	4	0,09 A
CE	2020	6,08	4	0,09 A
SD	2020	6,13	4	0,09 A
M2	2020	6,18	4	0,09 A
SD	2021	6,73	4	0,09 B
M1	2021	6,78	4	0,09 B C
CE	2022	6,80	4	0,09 B C
M2	2021	6,95	4	0,09 B C D
CE	2021	6,95	4	0,09 B C D
SD	2022	6,98	4	0,09 B C D
M2	2022	7,03	4	0,09 C D
M1	2022	7,18	4	0,09 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.3. Hongos Totales

Medidas resumen

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana
2020	CE	Hongos UFClog10/g	4	2,33	0,15	6,45	2,10	2,40	2,40
2020	M1	Hongos UFClog10/g	4	2,43	0,22	9,14	2,20	2,70	2,40
2020	M2	Hongos UFClog10/g	4	2,50	0,08	3,27	2,40	2,60	2,50
2020	SD	Hongos UFClog10/g	4	2,48	0,19	7,65	2,20	2,60	2,55
2021	CE	Hongos UFClog10/g	4	2,25	0,13	5,74	2,10	2,40	2,25
2021	M1	Hongos UFClog10/g	4	2,60	0,22	8,31	2,30	2,80	2,65
2021	M2	Hongos UFClog10/g	4	2,28	0,30	13,13	1,90	2,60	2,30
2021	SD	Hongos UFClog10/g	4	2,25	0,39	17,21	1,80	2,70	2,25
2022	CE	Hongos UFClog10/g	4	2,50	0,14	5,66	2,40	2,70	2,45
2022	M1	Hongos UFClog10/g	4	2,48	0,13	5,08	2,30	2,60	2,50
2022	M2	Hongos UFClog10/g	4	2,33	0,30	12,84	2,00	2,70	2,30
2022	SD	Hongos UFClog10/g	4	2,28	0,15	6,59	2,10	2,40	2,30

12.1.3.1. Inicio del Ensayo:

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2020	Hongos UFClog10/g	16	0,17	0,00	6,95

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,07	3	0,02	0,84	0,4980
Tratamiento	0,07	3	0,02	0,84	0,4980
Error	0,34	12	0,03		
Total	0,41	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,26028

Error: 0,0285 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

CE	2,33	4	0,08	A
M1	2,43	4	0,08	A
SD	2,48	4	0,08	A
M2	2,50	4	0,08	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.3.2. Mitad del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2021	Hongos UFClog10/g	16	0,28	0,10	11,73

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,35	3	0,12	1,55	0,2523
Tratamiento	0,35	3	0,12	1,55	0,2523
Error	0,91	12	0,08		
Total	1,26	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,42368

Error: 0,0756 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

SD	2,25	4	0,14	A
CE	2,25	4	0,14	A
M2	2,28	4	0,14	A
M1	2,60	4	0,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.3.3. Fin del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2022	Hongos UFClog10/g	16	0,25	0,06	8,02

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,15	3	0,05	1,33	0,3112
Tratamiento	0,15	3	0,05	1,33	0,3112
Error	0,44	12	0,04		
Total	0,59	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,29585

Error: 0,0369 gl: 12

Tratamiento Medias n E.E.

SD	2,28	4	0,10	A
M2	2,33	4	0,10	A
M1	2,48	4	0,10	A
CE	2,50	4	0,10	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.3.4. Interacción del año

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,31095

Error: 0,0470 gl: 36

Tratamiento	Año	Medias	n	E.E.
CE	2021	2,25	4	0,11 A
SD	2021	2,25	4	0,11 A
M2	2021	2,28	4	0,11 A
SD	2022	2,28	4	0,11 A
M2	2022	2,33	4	0,11 A B
CE	2020	2,33	4	0,11 A B
M1	2020	2,43	4	0,11 A B
SD	2020	2,48	4	0,11 A B
M1	2022	2,48	4	0,11 A B
M2	2020	2,50	4	0,11 A B
CE	2022	2,50	4	0,11 A B
M1	2021	2,60	4	0,11 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.4. Microorganismos Celulolíticos

Medidas resumen

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana
2020	CE	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,00	1,10	36,69	1,87	4,48	2,82
2020	M1	Celulolíticos NMPlog10/g	4	2,90	0,76	26,28	2,48	4,04	2,54
2020	M2	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,65	0,48	13,28	3,04	4,04	3,76
2020	SD	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,18	0,21	6,52	3,04	3,48	3,11
2021	CE	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,67	0,43	11,71	3,30	4,05	3,67
2021	M1	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,35	0,49	14,71	2,88	4,04	3,24
2021	M2	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,71	0,55	14,84	3,18	4,31	3,68
2021	SD	Celulolíticos NMPlog10/g	4	2,86	0,38	13,42	2,54	3,30	2,81
2022	CE	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,85	0,23	5,93	3,65	4,05	3,85
2022	M1	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,90	0,28	7,22	3,48	4,05	4,04
2022	M2	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,73	0,41	11,03	3,18	4,05	3,85
2022	SD	Celulolíticos NMPlog10/g	4	3,81	0,29	7,51	3,48	4,05	3,85

12.1.4.1. Inicio del Ensayo

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2020	Celulolíticos NMPlog10/g	16	0,18	0,00	22,60

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,33	3	0,44	0,86	0,4894
Tratamiento	1,33	3	0,44	0,86	0,4894
Error	6,21	12	0,52		
Total	7,54	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,10793

Error: 0,5171 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	2,90	4	0,36 A
CE	3,00	4	0,36 A
SD	3,18	4	0,36 A
M2	3,65	4	0,36 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.4.2. Mitad del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2021	Celulolíticos NMPlog10/g	16	0,41	0,27	13,79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,85	3	0,62	2,80	0,0851
Tratamiento	1,85	3	0,62	2,80	0,0851
Error	2,64	12	0,22		
Total	4,48	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,72205

Error: 0,2196 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SD	2,86	4	0,23 A
M1	3,35	4	0,23 A B
CE	3,67	4	0,23 B
M2	3,71	4	0,23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.4.3. Fin del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2022	Celulolíticos NMPlog10/g	16	0,05	0,00	8,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,06	3	0,02	0,22	0,8795
Tratamiento	0,06	3	0,02	0,22	0,8795
Error	1,15	12	0,10		
Total	1,21	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,47620

Error: 0,0955 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	3,73	4	0,15 A
SD	3,81	4	0,15 A
CE	3,85	4	0,15 A
M1	3,90	4	0,15 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.4.4. Interacción del año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,75537

Error: 0,2774 gl: 36

Tratamiento	Año	Medias	n	E.E.
SD	2021	2,86	4	0,26 A
M1	2020	2,90	4	0,26 A B
CE	2020	3,00	4	0,26 A B C
SD	2020	3,18	4	0,26 A B C D
M1	2021	3,35	4	0,26 A B C D
M2	2020	3,65	4	0,26 B C D
CE	2021	3,67	4	0,26 C D
M2	2021	3,71	4	0,26 C D
M2	2022	3,73	4	0,26 C D
SD	2022	3,81	4	0,26 D
CE	2022	3,85	4	0,26 D
M1	2022	3,90	4	0,26 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.5. Fijadores de Nitrógeno

Medidas resumen

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana
2020	CE	Fijadores N UFClog10/g	4	5,66	0,14	2,46	5,45	5,75	5,71
2020	M1	Fijadores N UFClog10/g	4	5,69	0,22	3,83	5,38	5,86	5,75
2020	M2	Fijadores N UFClog10/g	4	5,75	0,10	1,76	5,67	5,90	5,72
2020	SD	Fijadores N UFClog10/g	4	5,62	0,11	1,95	5,47	5,73	5,64
2021	CE	Fijadores N UFClog10/g	4	4,97	0,71	14,20	3,93	5,49	5,23
2021	M1	Fijadores N UFClog10/g	4	6,42	0,16	2,50	6,23	6,57	6,44
2021	M2	Fijadores N UFClog10/g	4	5,89	0,50	8,51	5,38	6,34	5,92
2021	SD	Fijadores N UFClog10/g	4	5,38	0,92	17,04	4,08	6,03	5,71
2022	CE	Fijadores N UFClog10/g	4	6,38	0,25	3,85	6,13	6,72	6,34
2022	M1	Fijadores N UFClog10/g	4	6,50	0,29	4,51	6,06	6,68	6,63
2022	M2	Fijadores N UFClog10/g	4	6,40	0,14	2,19	6,24	6,58	6,38
2022	SD	Fijadores N UFClog10/g	4	6,46	0,18	2,76	6,31	6,71	6,41

12.1.5.1. Inicio del Ensayo:

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2020	Fijadores N UFClog10/g	16	0,12	0,00	2,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	3	0,01	0,57	0,6459
Tratamiento	0,04	3	0,01	0,57	0,6459
Error	0,27	12	0,02		
Total	0,30	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,22976

Error: 0,0222 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
SD	5,62	4	0,07 A
CE	5,66	4	0,07 A
M1	5,69	4	0,07 A
M2	5,75	4	0,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.5.2. Mitad del ensayo

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2021	Fijadores N UFClog10/g	16	0,49	0,37	11,22

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,73	3	1,58	3,91	0,0370
Tratamiento	4,73	3	1,58	3,91	0,0370
Error	4,85	12	0,40		
Total	9,58	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,97905

Error: 0,4038 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	4,97	4	0,32 A
SD	5,38	4	0,32 A
M2	5,89	4	0,32 A B
M1	6,42	4	0,32 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.5.3. Fin del ensayo

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2022	Fijadores N UFClog10/g	16	0,06	0,00	3,46

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,04	3	0,01	0,24	0,8694
Tratamiento	0,04	3	0,01	0,24	0,8694
Error	0,59	12	0,05		
Total	0,63	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,34252

Error: 0,0494 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	6,38	4	0,11 A
M2	6,40	4	0,11 A
SD	6,46	4	0,11 A
M1	6,50	4	0,11 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.5.4. Interacción del año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,57094

Error: 0,1585 gl: 36

Tratamiento	Año	Medias	n	E.E.
CE	2021	4,97	4	0,20 A
SD	2021	5,38	4	0,20 A B
SD	2020	5,62	4	0,20 B
CE	2020	5,66	4	0,20 B
M1	2020	5,69	4	0,20 B
M2	2020	5,75	4	0,20 B
M2	2021	5,89	4	0,20 B C
CE	2022	6,38	4	0,20 C D
M2	2022	6,40	4	0,20 C D
M1	2021	6,42	4	0,20 C D
SD	2022	6,46	4	0,20 C D
M1	2022	6,50	4	0,20 D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.6. Amonificadores

Medidas resumen

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx	Mediana
2020	CE	Amonificadores UFClog10/g	4	4,68	0,95	20,38	3,60	5,48	4,82
2020	M1	Amonificadores UFClog10/g	4	4,08	0,82	20,20	3,47	5,30	3,78
2020	M2	Amonificadores UFClog10/g	4	5,40	1,39	25,81	4,30	7,39	4,95
2020	SD	Amonificadores UFClog10/g	4	4,71	0,97	20,59	3,47	5,48	4,94
2021	CE	Amonificadores UFClog10/g	4	3,73	0,14	3,87	3,60	3,85	3,73
2021	M1	Amonificadores UFClog10/g	4	4,30	0,62	14,41	3,85	5,20	4,07
2021	M2	Amonificadores UFClog10/g	4	4,31	0,76	17,60	3,60	5,30	4,17
2021	SD	Amonificadores UFClog10/g	4	4,08	0,20	4,90	3,78	4,18	4,18
2022	CE	Amonificadores UFClog10/g	4	4,22	0,68	16,17	3,63	5,18	4,03
2022	M1	Amonificadores UFClog10/g	4	4,20	0,46	11,03	3,62	4,65	4,26
2022	M2	Amonificadores UFClog10/g	4	4,59	0,69	15,08	3,85	5,18	4,67
2022	SD	Amonificadores UFClog10/g	4	4,31	0,67	15,50	3,85	5,30	4,04

12.1.6.1. Inicio del Ensayo:

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2020	Amonificadores UFClog10/g	16	0,21	0,01	22,41

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,47	3	1,16	1,04	0,4120
Tratamiento	3,47	3	1,16	1,04	0,4120
Error	13,41	12	1,12		
Total	16,88	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,62849

Error: 1,1173 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	4,08	4	0,53 A
CE	4,68	4	0,53 A
SD	4,71	4	0,53 A
M2	5,40	4	0,53 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.6.2. Mitad del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2021	Amonificadores UFClog10/g	16	0,23	0,03	12,30

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,89	3	0,30	1,16	0,3644
Tratamiento	0,89	3	0,30	1,16	0,3644
Error	3,06	12	0,25		
Total	3,94	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,77754

Error: 0,2547 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	3,73	4	0,25 A
SD	4,08	4	0,25 A
M1	4,30	4	0,25 A
M2	4,31	4	0,25 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.6.3. Fin del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2022	Amonificadores UFClog10/g	16	0,08	0,00	14,63

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,40	3	0,13	0,33	0,8047
Tratamiento	0,40	3	0,13	0,33	0,8047
Error	4,81	12	0,40		
Total	5,21	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,97556

Error: 0,4010 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M1	4,20	4	0,32 A
CE	4,22	4	0,32 A
SD	4,31	4	0,32 A
M2	4,59	4	0,32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.6.4. Interacción del año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=1,10245

Error: 0,5910 gl: 36

Tratamiento	Año	Medias	n	E.E.
CE	2021	3,73	4	0,38 A
SD	2021	4,08	4	0,38 A
M1	2020	4,08	4	0,38 A
M1	2022	4,20	4	0,38 A
CE	2022	4,22	4	0,38 A
M1	2021	4,30	4	0,38 A
SD	2022	4,31	4	0,38 A B
M2	2021	4,31	4	0,38 A B
M2	2022	4,59	4	0,38 A B
CE	2020	4,68	4	0,38 A B
SD	2020	4,71	4	0,38 A B
M2	2020	5,40	4	0,38 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.7. Nitrificadores

Medidas resumen

Año	Tratamiento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx	Mediana
2020	CE	Nitrificadores NMPlog10/g	4	1,92	0,54	28,21	1,40	2,65	1,82
2020	M1	Nitrificadores NMPlog10/g	4	1,72	0,32	18,86	1,40	2,17	1,65
2020	M2	Nitrificadores NMPlog10/g	4	1,69	0,33	19,81	1,40	1,98	1,69
2020	SD	Nitrificadores NMPlog10/g	4	1,80	0,21	11,43	1,60	1,98	1,82
2021	CE	Nitrificadores NMPlog10/g	4	2,62	0,30	11,53	2,40	3,04	2,53
2021	M1	Nitrificadores NMPlog10/g	4	3,45	0,50	14,41	3,04	4,05	3,35
2021	M2	Nitrificadores NMPlog10/g	4	2,36	0,28	11,79	1,98	2,65	2,40
2021	SD	Nitrificadores NMPlog10/g	4	3,40	0,67	19,62	2,48	4,05	3,53
2022	CE	Nitrificadores NMPlog10/g	4	3,15	0,34	10,79	2,98	3,66	2,98
2022	M1	Nitrificadores NMPlog10/g	4	3,26	0,33	10,08	2,98	3,65	3,20
2022	M2	Nitrificadores NMPlog10/g	4	3,34	0,38	11,33	2,88	3,65	3,42
2022	SD	Nitrificadores NMPlog10/g	4	3,35	0,71	21,03	2,40	4,05	3,48

12.1.7.1. Inicio del ensayo:

Análisis de la varianza

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2020	Nitrificadores NMPlog10/g	16	0,07	0,00	20,85

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	3	0,04	0,31	0,8181
Tratamiento	0,13	3	0,04	0,31	0,8181
Error	1,66	12	0,14		
Total	1,79	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,57270

Error: 0,1382 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	1,69	4	0,19 A
M1	1,72	4	0,19 A
SD	1,80	4	0,19 A
CE	1,92	4	0,19 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.7.2. Mitad del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2021	Nitrificadores NMPlog10/g	16	0,58	0,48	15,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,61	3	1,20	5,61	0,0122
Tratamiento	3,61	3	1,20	5,61	0,0122
Error	2,58	12	0,21		
Total	6,19	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,71400

Error: 0,2148 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
M2	2,36	4	0,23 A
CE	2,62	4	0,23 A
SD	3,40	4	0,23 B
M1	3,45	4	0,23 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.7.3. Fin del ensayo:

Año	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2022	Nitrificadores NMPlog10/g	16	0,04	0,00	14,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,11	3	0,04	0,16	0,9198
Tratamiento	0,11	3	0,04	0,16	0,9198
Error	2,59	12	0,22		
Total	2,70	15			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,71578

Error: 0,2158 gl: 12

Tratamiento	Medias	n	E.E.
CE	3,15	4	0,23 A
M1	3,26	4	0,23 A
M2	3,34	4	0,23 A
SD	3,35	4	0,23 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.7.4. Interacción del año:

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,62444

Error: 0,1896 gl: 36

Tratamiento	Año	Medias	n	E.E.
M2	2020	1,69	4	0,22 A
M1	2020	1,72	4	0,22 A
SD	2020	1,80	4	0,22 A B
CE	2020	1,92	4	0,22 A B
M2	2021	2,36	4	0,22 B C
CE	2021	2,62	4	0,22 C D
CE	2022	3,15	4	0,22 D E
M1	2022	3,26	4	0,22 E
M2	2022	3,34	4	0,22 E
SD	2022	3,35	4	0,22 E
SD	2021	3,40	4	0,22 E
M1	2021	3,45	4	0,22 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

12.1.8. Análisis Multivariado de fertilidad química y biológica

12.1.8.1. Inicio del ensayo:

Variables de clasificación

Tratamiento

Año = Inicio

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop	Acum
1	6,68	0,48		0,48
2	4,34	0,31		0,79
3	2,97	0,21		1,00
4	0,00	0,00		1,00
5	0,00	0,00		1,00
6	0,00	0,00		1,00
7	0,00	0,00		1,00
8	0,00	0,00		1,00
9	0,00	0,00		1,00
10	0,00	0,00		1,00
11	0,00	0,00		1,00
12	0,00	0,00		1,00
13	0,00	0,00		1,00
14	0,00	0,00		1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	-0,09	0,44
Bacterias UFC log10/g	-0,14	0,41
Hongos UFClog10/g	-0,36	0,12
Celulolíticos NMPlog10/g	-0,29	0,23
Fijadores N UFClog10/g	-0,22	-0,21
Amonificadores UFClog10/g	-0,19	0,30
Nitrificadores NMPlog10/g	0,37	0,13
CIC	-0,23	-0,38
Nitrógeno	-0,32	-0,11
Fósforo	0,37	-0,06
Potasio	0,29	-0,21
MO	-0,33	-0,11
pH	-0,17	-0,27
Cond Eléctrica	0,13	0,36

12.1.8.2. Fin del ensayo:

Análisis de componentes principales

Datos estandarizados

Año = Fin

Casos leídos 16

Casos omitidos 0

Variables de clasificación

Tratamiento

Año = Fin

Autovalores

Lambda	Valor	Proporción	Prop	Acum
1	5,95	0,42		0,42
2	5,41	0,39		0,81
3	2,65	0,19		1,00
4	0,00	0,00		1,00
5	0,00	0,00		1,00
6	0,00	0,00		1,00
7	0,00	0,00		1,00
8	0,00	0,00		1,00
9	0,00	0,00		1,00
10	0,00	0,00		1,00
11	0,00	0,00		1,00
12	0,00	0,00		1,00
13	0,00	0,00		1,00
14	0,00	0,00		1,00

Autovectores

Variables	e1	e2
AMT (mgCO ₂ /g en 7d)	0,05	-0,31
Bacterias UFC log10/g	0,23	0,14
Hongos UFClog10/g	-0,32	-0,11
Celulolíticos NMPlog10/g	-0,27	0,25
Fijadores N UFClog10/g	0,10	0,32
Amonificadores UFClog10/g	0,31	-0,27
Nitrificadores NMPlog10/g	0,40	0,06
CIC	0,24	0,35
Nitrógeno	-0,21	0,37
Fósforo	-0,32	-0,23
Potasio	-0,27	-0,32
MO	-0,22	0,36
pH	0,25	-0,28
Cond Eléctrica	-0,33	-0,08

Datos estandarizados

Año = Inicio

Casos leídos 16

Casos omitidos 0

13. ANEXO 4

13.1. Cantidad de morfoespecies por tratamiento

	CE	M1	M2	SD	200m		CE	M1	M2	SD	200m		CE	M1	M2	SD	200m		CE	M1	M2	SD	200m		CE	M1	M2	SD	200m		CE	M1	M2	SD	200m
Ar 001	0	0	1	0	0	Co 001	1	0	2	1	0	Di 001	70	75	100	121	125	He 001	0	1	0	0	1	Hy 001	0	0	0	0	1	Fo 001	0	0	14	0	1
Ar 002	0	0	1	0	0	Co 002	0	0	1	2	0	Di 002	0	0	2	2	6	He 002	0	0	0	0	23	Hy 002	4	4	4	1	14	Fo 002	637	820	907	209	45
Ar 003	1	1	0	0	0	Co 003	1	4	2	0	1	Di 003	0	0	4	0	1	He 003	0	2	0	8	3	Hy 003	4	1	3	0	10	Fo 003	47	211	112	43	105
Ar 004	1	0	0	0	0	Co 004	8	0	38	16	0	Di 004	1	1	0	2	5	He 004	28	35	2	6	36	Hy 004	0	3	0	0	1	Fo 004	1	0	0	0	5
Ar 005	0	1	0	1	0	Co 005	2	7	5	10	0	Di 005	0	0	0	2	0	He 005	3	1	2	9	3	Hy 005	0	2	4	0	2	Fo 005	1	0	2	0	1
Ar 006	0	0	1	0	0	Co 006	0	1	0	1	1	Di 006	0	0	1	1	0	He 006	0	1	2	0	4	Hy 006	2	1	2	5	0	Fo 006	0	0	0	0	4
Ar 007	0	0	1	0	0	Co 007	0	0	0	1	0	Di 007	1	5	16	0	8	He 007	0	0	3	0	1	Hy 007	6	5	11	2	2	Fo 007	0	0	1	0	0
Ar 008	0	0	2	0	0	Co 008	8	0	1	0	1	Di 008	1	0	1	0	0	He 008	0	0	0	2	2	Hy 008	1	0	1	1	0	Fo 008	2	0	0	0	0
Ar 009	0	0	1	1	0	Co 009	0	0	1	0	0	Di 009	0	0	0	1	0	He 009	0	0	0	0	1	Hy 009	0	0	0	0	1	Fo 009	0	0	1	0	0
Ar 010	0	0	1	0	1	Co 010	0	0	1	0	0	Di 010	0	0	1	0	0	He 010	5	7	14	9	54	Hy 010	0	0	0	0	1						
Ar 011	0	1	0	0	0	Co 011	0	1	0	0	1	Di 011	0	0	0	1	0	He 011	0	0	0	1	0	Hy 011	0	2	0	0	0	Le 001	0	0	1	0	0
Ar 012	0	0	1	0	0	Co 012	0	0	1	0	0	Di 012	14	0	0	3	0	He 012	7	0	0	2	0	Hy 012	0	1	0	0	0						
Ar 013	0	0	1	0	0	Co 013	1	1	0	0	5	Di 013	1	0	0	0	0	He 013	4	0	1	0	0	Hy 013	0	1	0	0	0	Or 001	0	0	1	0	2
Ar 014	0	0	1	0	0	Co 014	1	1	0	0	0	Di 014	0	0	0	0	1	He 014	0	1	1	0	0	Hy 014	0	0	12	0	0	Or 002	0	0	0	0	1
Ar 015	0	0	0	0	1	Co 015	1	1	2	0	0	Di 015	0	0	0	0	1	He 015	0	1	0	0	1	Hy 015	0	0	0	0	1						
Ar 016	1	1	0	0	0	Co 016	0	0	0	1	0	Di 016	0	0	0	0	1	He 016	0	1	0	0	0	Hy 016	1	0	0	1	0						
Ar 017	0	1	0	0	0	Co 017	0	2	0	0	0	Di 017	0	0	1	0	0	He 017	0	2	0	0	0	Hy 017	0	8	1	0	0						
Ar 018	0	0	0	0	1	Co 018	1	0	0	0	0	Di 018	1	0	0	0	0	He 018	4	0	0	6	0	Hy 018	0	0	1	0	1						
						Co 019	2	0	0	0	0	Di 019	1	0	0	0	0	He 019	0	0	1	0	0	Hy 019	0	0	0	0	1						
						Co 020	1	0	0	0	0	Di 020	1	0	0	0	0	He 020	36	0	0	22	0	Hy 020	0	0	0	0	1						
						Co 021	0	0	3	0	0							He 021	0	0	0	1	0	Hy 021	0	0	1	0	0						
						Co 022	0	0	0	0	1							He 022	2	0	0	0	0	Hy 022	0	0	3	0	0						
						Co 023	0	0	1	0	0							He 023	1	0	0	0	0	Hy 023	2	0	0	0	0						
						Co 024	0	0	1	0	0							He 024	0	0	0	0	1	Hy 024	1	0	0	0	0						
						Co 025	1	0	0	0	0							He 025	17	8	11	0	62	Hy 025	1	0	0	0	0						
						Co 026	0	1	0	0	0							He 026	0	0	0	0	1	Hy 026	4	0	0	0	0						
						Co 027	0	1	0	0	0							He 027	0	1	0	0	0	Hy 027	0	0	0	0	0						
						Co 028	0	0	0	0	1							He 028	0	0	0	0	1	Hy 028	2	0	0	0	0						
																		He 029	0	1	1	0	0	Hy 029	0	1	0	0	0						
																		He 030	0	0	0	0	0	Hy 030	0	2	0	0	2						
																		He 031	1	0	0	0	0	Hy 031	0	0	0	0	1						
																		He 032	0	0	1	0	0	Hy 032	0	0	0	0	1						
																		He 033	0	0	1	0	0	Hy 033	0	1	0	0	2						
																		He 034	0	0	1	0	0												
																		He 035	0	6	3	0	0												
																		He 036	0	3	1	0	0												
																		Aphidoidea	26	12	10	69	15												

Ar = Araneae
Di = Diptera

He = Hemiptera
Fo = Formicidae

Le = Lepidoptera

Co = Coleoptera

Hy = Hymenoptera

Or = Orthoptera