



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL NORDESTE

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



Trabajo Final de Graduación

Modalidad: Pasantía

Título: “EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN EN YERBA MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) CON EFLUENTES PORCINOS”

Alumno: Mateo Federico DECOPPET

Asesor: Ing. Agr. (Dr.) Ricardo Daniel MEDINA

Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE

2023

Evaluable:

Ing. Agr. (Mgter.) Juan Alfredo FERNANDEZ

Ing. Agr. (Mgter.) Maria Laura FONTANA

Ing. Agr. (Mgter.) Mario Antonio SLUKWA

Lugar de trabajo: Establecimiento “Granja Santa Marta”, Ruta Provincial 149, Departamento de Santo Tome, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Provincia de Corrientes.

Índice

Agradecimientos	2
Resumen	3
Introducción	4
Objetivos	5
Descripción de las tareas desarrolladas	6
Lugar de trabajo	6
Características climáticas	7
Manejo del cultivo	9
Manejo de planta mediante podas	9
Cosecha	9
Viruteo	10
Cosecha de ramas maduras (banderas)	10
Producción yerbatera en Argentina	11
Producción porcina en Argentina	12
Características de excretas porcinas	15
Producción diaria de excretas	15
Resultados de los análisis realizados	16
Análisis de los efluentes porcinos	19
Plan de fertilización	20
Requerimientos nutricionales de la Yerba Mate. Fertilización de reposición y de producción.	20
Metodología de aplicación de efluentes: momentos, lugar y forma. Fuentes y cálculos.	21
Valorización económica del efluente	25
Historial de rendimientos por campaña del establecimiento	28
Comparación de rendimientos	29
Croquis de rendimientos del establecimiento	33
Conclusiones	36
Bibliografía	37



Agradecimientos

En primer lugar, quiero agradecer a mi familia, especialmente a mis padres, por el esfuerzo realizado para que hoy pueda estar acá, por inculcarme el valor del estudio y el trabajo.

En segundo lugar, al Ingeniero Ricardo Medina, que me brindo su tiempo y me acompaño en todo el camino al hacer esta pasantía brindándome su entera disposición, por todo el acompañamiento y los consejos recibidos a lo largo de la realización de la misma.

En tercer lugar, a mis amigos por acompañarme y ser parte de este camino que hoy llega a su fin.

Por último, un gran agradecimiento a la FCA, por toda la enseñanza profesional y humana que me brindo para la vida, y especialmente al jurado por la grata predisposición de siempre.

A todos, muchas gracias.



Título: “EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE FERTILIZACIÓN EN YERBA MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) CON EFLUENTES PORCINOS”

Resumen:

La Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) es una especie nativa del Cono Sur de América y se la cultiva en el Nordeste de Argentina, Brasil y Paraguay. La actividad yerbatera en nuestro país se desarrolla en las provincias de Corrientes y Misiones. En Corrientes, esta actividad productiva se lleva adelante en el Nordeste, en los suelos rojos lateríticos de los Departamentos de Santo Tomé e Ituzaingó, que limitan con Misiones. En Argentina, se cosechan hojas y ramas verdes y se procesan en secadero, obteniendo así la yerba mate canchada. Esta puede ser estacionada naturalmente, por un período de 6 a 24 meses o, en forma acelerada por un período de hasta 60 días. Finalmente, en el molino se produce la molienda y envasado de los distintos productos comerciales. La Yerba Mate representa una de los principales productos producidos regionalmente y, por su importancia económica, social y cultural, es necesario realizar un manejo sustentable que implique el cuidado y la rentabilidad del cultivo y la preservación de nuestro ambiente. Para que cualquier cultivo produzca en calidad y cantidad de manera sostenible, la fertilización debe guardar relación con la extracción de nutrientes que hacen las plantas en lo que se refiere a la cantidad y proporción de estos mismos; de lo contrario, transcurrido un cierto lapso, se producirán desbalances que, indefectiblemente, afectarán al sistema, reduciendo su rentabilidad. La necesidad de la provisión y/o reposición de nutrientes a los cultivos y la recuperación de la fertilidad del suelo y la asignación de un destino útil a los efluentes orgánicos de las distintas cadenas productivas nos brinda la posibilidad de pensar en soluciones potenciales que no sólo atenderán el problema, sino que permitirán a los productores transformar desechos en recursos para obtener así mayores ganancias y un sistema más sustentable de producción. El reciclado de nutrientes por medio del uso de subproductos o efluentes orgánicos de origen animal como son los estiércoles y purines porcinos podrían contribuir en gran medida a mitigar la deficiencia en la provisión y/o reposición de nutrientes en los cultivos. La fertilización es uno de los pilares fundamentales al momento de obtener buenos rendimientos de Hoja Verde al momento de la cosecha de Yerba Mate, con este trabajo se buscó conocer un poco más sobre la alternativa de fertilización con efluentes porcinos. Se realizaron análisis del efluente propiamente dicho, análisis de suelo tratados con esta práctica, con el objetivo de conocer el aporte de nutrientes realizado por este abono orgánico de bajo costo y fácil disponibilidad. Esta pasantía, realizada en el Establecimiento Granja Santa Marta, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Corrientes, donde se realizan las dos actividades productivas (producción porcina bajo confinamiento y plantaciones de Yerba Mate) presenta una forma de manejo nutricional del Yerbatero alternativa de tal manera que ambas actividades se benefician una a otra para así lograr una producción más sustentable.



Introducción

La Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) es una especie nativa del Sur de Brasil, Sureste del Paraguay y Nordeste de Argentina y algunos departamentos del Uruguay (Giberti, 2011; Burgos y Medina, 2017). La actividad yerbatera se desarrolla en nuestro país en las provincias de Corrientes y Misiones.

En Corrientes, esta actividad productiva se lleva adelante en el Nordeste, en los suelos rojos lateríticos de los Departamentos de Santo Tomé e Ituzaingó, que limitan con Misiones (Yacovich, 2017).

En Argentina, se cosechan hojas y ramas verdes y se procesan en secadero, obteniendo la Yerba Mate canchada. Esta puede ser estacionada naturalmente, por un período de 6 a 24 meses o, en forma acelerada, en cámaras con atmósfera controlada por un período de hasta 60 días. Finalmente, en el molino se produce la molienda y envasado de los distintos productos comerciales (Holowaty, 2017). La Yerba Mate representa uno de los principales productos producidos regionalmente y, por su importancia económica, social y cultural, es necesario realizar un manejo sustentable que implique el cuidado y la rentabilidad del cultivo y la preservación de nuestro medio ambiente. Para que cualquier cultivo produzca en calidad y cantidad de manera sostenible, la fertilización debe guardar relación con la extracción que hace el cultivo en lo que se refiere a la cantidad y proporción entre los nutrientes; de lo contrario, transcurrido un cierto lapso, se producirán desbalances que, indefectiblemente, afectarán al sistema, reduciendo su rentabilidad. El cultivo de Yerba Mate no escapa a esta regla y requiere la provisión de nutrientes para lograr una buena producción. Condicionar la producción exclusivamente al aporte de nutrientes no necesariamente da el resultado esperado (Llera y Medina, 2017).

La producción animal en Argentina evoluciona hacia sistemas intensivos y concentrados (mayor densidad de animales por unidad de superficie), que generan una mayor cantidad de residuos recuperables. Esta evolución no ha sido exclusiva de nuestro país, sino una tendencia generalizada en el mundo, acompañada a su vez, por un mayor interés por el ambiente asociado a las características de producción y al desarrollo sustentable (Gambaudo y Sosa, 2015).

El proceso de intensificación fue acompañado por mejoras en el sistema de producción (mayor uso de tecnologías de insumos y procesos, bienestar animal, genética, nutrición, sanidad, formación del personal, entre otros). Sin embargo, en muchos casos, no hubo una planificación previa sobre la disposición final de los residuos generados, los cuales, de no gestionarse adecuadamente, pueden generar un grave impacto ambiental (Sosa *et al.*, 2016).

La necesidad de la provisión y/o reposición de nutrientes a los cultivos y la recuperación de la fertilidad del suelo y la asignación de un destino útil a los efluentes orgánicos de las distintas cadenas productivas nos brinda la posibilidad de pensar en soluciones potenciales que no sólo atenderán el problema, sino que permitirán a los productores transformar desechos en recursos para obtener así mayores ganancias y un sistema sustentable de producción. El reciclado de nutrientes por medio del uso de subproductos o efluentes orgánicos de origen



animal como son los estiércoles y purines porcinos podrían contribuir en gran medida a mitigar la deficiencia en la provisión y/o reposición de nutrientes en los cultivos.

El uso de subproductos no sólo aumenta la producción de estos por su función como fertilizante, sino también contribuye a generar un sistema sostenible, dado que mejora las condiciones químicas, físicas y biológicas de los suelos (Sosa *et al.*, 2015; Maisonnave *et al.*, 2016). El empleo de efluentes derivados de la producción de porcinos como fuente de nutrientes se ha registrado en distintos cultivos extensivos (Sosa *et al.*, 2015; Pegoraro *et al.*, 2017).

Objetivos:

General:

- Evaluar una estrategia de fertilización basada en la aplicación de purín de porcinos respecto de su aporte a las propiedades químicas del suelo y en el rendimiento del cultivo de Yerba Mate.

Específicos:

- Poner en práctica conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Agronómica relacionados con el manejo de cultivo de Yerba Mate.
- Cuantificar el aporte de nutrientes al suelo post-fertilización con purín de porcinos.
- Determinar el rendimiento de lotes de cultivo tratados con purín de porcinos y analizar su efecto en relación a los rendimientos promedios a nivel nacional.
- Analizar los datos y definir pautas de manejo nutricional potenciales para el cultivo de Yerba Mate mediante el empleo de una estrategia de fertilización basada en la aplicación de efluentes orgánicos.



Descripción de las tareas desarrolladas

Lugar de trabajo:

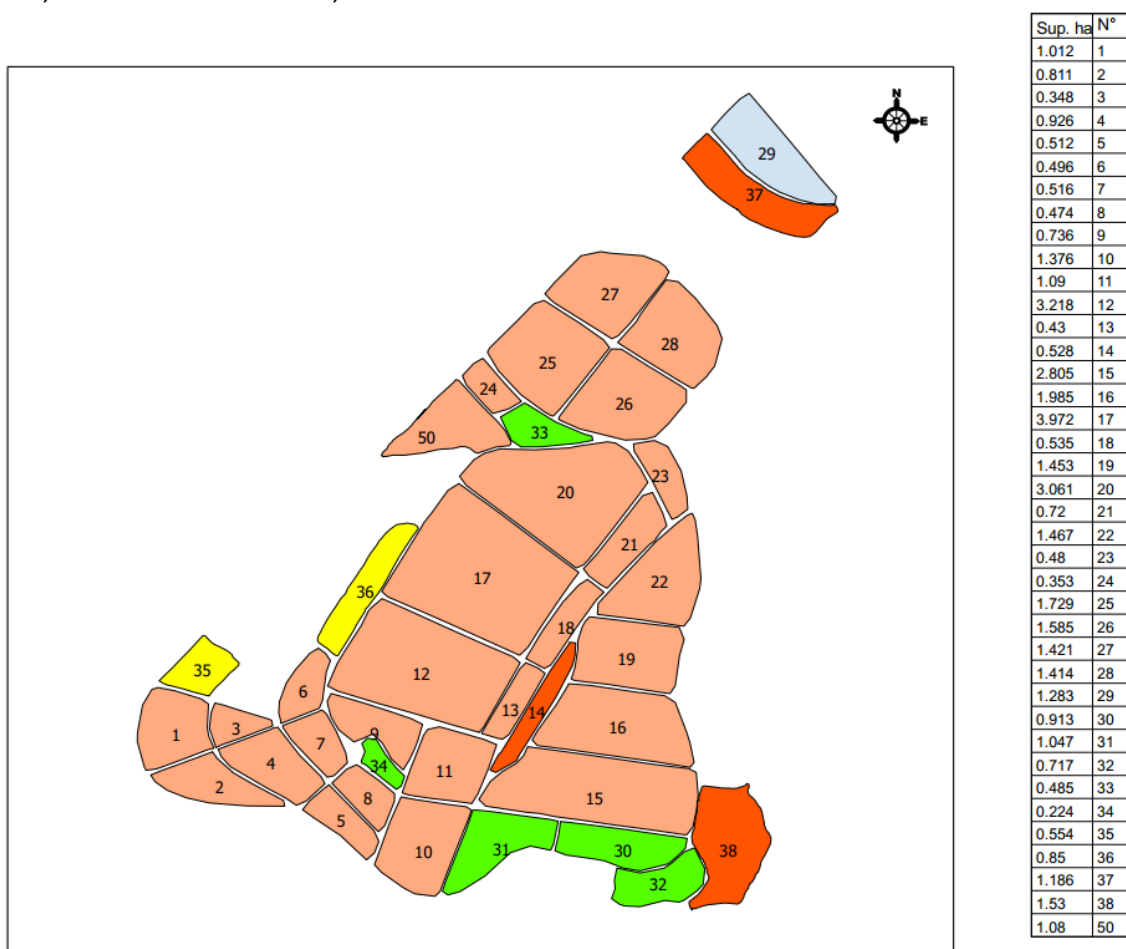
La pasantía se llevó a cabo en el Establecimiento “Granja Santa Marta” ($28^{\circ} 09' 44''$ Lat S $55^{\circ} 44' 27''$ Lat O) (Figura 1) ubicado en la Ruta provincial 149, ubicado en el Departamento de Santo Tomé a 35 km de la Ciudad de Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Provincia de Corrientes. En la Figura 2 se presenta un croquis con una tabla contigua donde se describe la superficie de cada cuadro del establecimiento mencionado.

Figura 1: Imagen aérea del lugar de trabajo Establecimiento “Granja Santa Marta”, Ruta Provincial 149, Departamento de Santo Tome, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Provincia de Corrientes.





Figura 2: Croquis del Establecimiento “Granja Santa Marta” mostrando ubicación y número de lotes y superficie de cada uno en hectárea, Ruta Provincial 149, Departamento de Santo Tome, Gobernador Virasoro, Provincia de Corrientes.



Características climáticas.

El clima de la región en que se desarrolló la pasantía es subtropical húmedo, según la clasificación de Koppen es Cf w’a (Murphy, 2008).

De acuerdo al Centro Meteorológico del Instituto Agrotécnico Víctor Navajas Centeno (2022), las lluvias son abundantes, con un promedio anual de precipitaciones de 1923 mm en los últimos diez años, coincidiendo los años de mayores precipitaciones (2400 mm) con la ocurrencia del fenómeno conocido como de “El Niño”.

Los meses de más precipitaciones son los de abril y octubre y los períodos secos, enero y agosto. En el verano generalmente se presentan fuertes chaparrones aislados, notándose grandes diferencias entre un lugar y otro. En el invierno las lluvias son más suaves y constantes.

La temperatura media anual es de 21,5°C, registrándose temperaturas máximas absolutas promedio en el mes de enero de 37,2°C y mínimas absolutas promedio en el mes de julio de



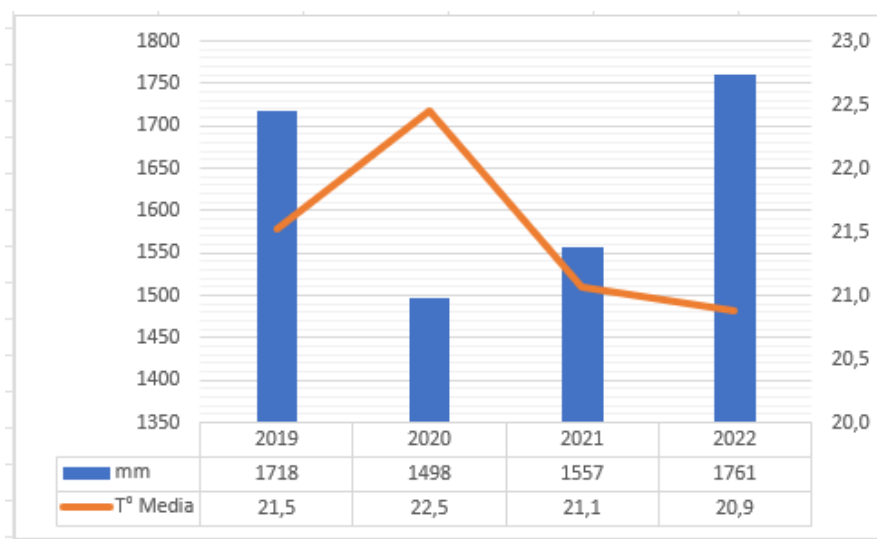
0,9°C. Se registran heladas meteorológicas ($\geq 0^{\circ}\text{C}$) en los meses de junio, julio y agosto, siendo julio el mes de más cantidad de días de heladas con un promedio de 3,5 días en el mes.

Los vientos predominantes son del sudeste con una velocidad media de 11km/h. En la primavera se registran los mayores registros, predominando los vientos del norte que aportan una gran masa de aire cálido proveniente del centro ciclónico ubicado en el Chaco paraguayo.

Generalmente son ciclos de 2 a 3 días y luego ingresa un frente frío del sur - suroeste con lluvias y tormentas. Las velocidades máximas se registran en el mes de septiembre con una velocidad máxima promedio de 39,6 km/h.

En la Figura 3 se presenta un climograma de 4 campañas agrícolas comprendiendo desde 2019 hasta el 2022. Se puede observar que ocurrieron precipitaciones mayores a 1700 mm anuales para los años 2019 y 2022, y muy inferiores a las mismas correspondientes al 2020 (1498 mm anuales) y al 2021 (1557 mm anuales), en todos los casos menores al promedio anual de precipitaciones para la localidad de Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Corrientes. Respecto de las temperaturas, si bien en 2020 se registró como promedio anual $22,5^{\circ}\text{C}$, si se consideran los 4 años la media tetranual fue de $21,5^{\circ}\text{C}$ coincidiendo con la temperatura media anual histórica del lugar (Centro Meteorológico del Instituto Agrotécnico Víctor Navajas Centeno, 2022).

Figura 3. Climograma del sitio de la pasantía (“Establecimiento Granja Santa Marta”, Ruta Provincial 149, Departamento de Santo Tomé, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Provincia de Corrientes), comprendiendo las campañas agrícolas desde el 2019 al 2022.



Para la confección del climograma, los datos de temperatura fueron obtenidos de la Red de Centrales de la Bolsa de Cereales (2022), que cuenta con una estación en la localidad de Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Corrientes. Mientras que los datos de precipitaciones se tomaron de los registros in situ que se llevan a cabo en el establecimiento.



Manejo del cultivo.

Manejo de planta mediante podas.

La poda es uno de las prácticas más decisivas en la productividad y longevidad de las plantas. De este concepto se desprende la importancia que tiene lograr determinar el sistema de poda más adecuado a la situación del cultivo.

La poda es un artificio cultural que consiste en la eliminación de partes de la planta, dando a la copa una configuración adecuada al cultivo, con el propósito de mejorar y regularizar las condiciones de producción, aumentando la productividad y manteniendo el equilibrio fisiológico. La poda exige conocimiento de su finalidad, de la fenología de la planta y época oportuna de realización, considerando el flujo vegetativo.

El crecimiento de la planta de Yerba Mate sigue un ritmo estacional anual con tres picos de brotación y un receso otoño-invernal (*i.e.* latencia). La primera brotación y más importante ocurre en el mes de septiembre, período en que se alargan los días y se eleva la temperatura, la segunda en noviembre-diciembre y la tercera en marzo-abril (otoño). Luego de cada uno de estos tres picos de brotación el material producido crece, se expande y madura, dando lugar a la próxima brotación, hasta el período otoño-invernal que por los días cortos y las bajas temperaturas la planta entra en receso con baja actividad fisiológica, que representa una condición favorable para realizar las diferentes podas.

Durante el ciclo de vida de las plantas de Yerba Mate las mismas deben ser sometidas a diferentes podas que se pueden clasificar en: poda de formación; poda de limpieza y poda de rebaje o renovación. En este espectro de prácticas que involucran cortes de ramas de distintos tipos y con diferentes objetivos se suma la cosecha. En este sentido cabe aclarar que la cosecha es una práctica que representa más que el corte de ramas (*i.e.* corte, quebrado, confección del raído, pesaje, acarreo a la cabecera del líneo, cargado y transporte), pero como el resultado de su realización modifica la estructura y la altura del canopeo obraría en sí misma como una poda, por ello en la bibliografía se la menciona como poda de producción (Mayol, 2017).

En el caso del Establecimiento “Granja Santa Marta”, al poseer yerbales en plena producción el análisis se centrará en la cosecha básicamente.

Cosecha.

El cultivo de Yerba Mate entra en producción al tercer o cuarto año de implantado, en función del desarrollo de las plantas, condicionado por el genotipo, las condiciones climáticas, edáficas y de manejo.

La cosecha propiamente dicha consiste en la extracción de hojas y ramas finas que son las partes de importancia económica, utilizadas para la transformación e industrialización.



La cosecha es una de las prácticas de manejo de cultivo que incide directamente en los rendimientos. Por lo tanto, es importante considerar el tipo de corte a realizar, época, estado de la planta en el momento de efectuar la misma, área foliar, superficie fotosintética residual y fertilidad del suelo, entre otros.

El período más adecuado para realizar la cosecha se puede extender desde el mes de abril hasta agosto, siendo posible realizar también en el período comprendido entre los meses de diciembre hasta principios de febrero, llamado también safriña. La safriña no se realiza en el establecimiento, solo se cosecha entre abril y agosto.

Se describen a continuación algunas consideraciones generales sobre algunos tipos de cosecha.

Viruteo:

Consiste en retirar a mano las ramas finas dominadas, comúnmente llamadas virutas. Esta tarea se comienza de adentro hacia afuera y de abajo hacia arriba, con la finalidad de dejar por lo menos un brote en cada rama que permitan la expansión lateral de la planta. La extracción debe ser realizada con cuidado a los efectos de prevenir el desprendimiento de corteza de la rama en la cual se inserta la viruta.

Cosecha de ramas maduras (banderas):

Representa el corte de ramas principalmente dominantes que forman la estructura de la planta, ubicadas en su mayoría en la parte superior de las mismas, las cuales como función secundaria protegen a las plantas de las adversidades climáticas. Las ramas maduras son aquellas que superan los 2 cm de diámetro y se encuentran lignificadas (coloración gris de la corteza). Estas ramas maduras son cortadas a 15-20 cm de la inserción en la rama principal, quedando en la planta esa porción de rama madura que se denomina aumento, siendo aconsejable dejar una separación adecuada entre los mismos ya que darán origen a los nuevos cargadores de ramas y hojas que formarán la nueva estructura de la planta.

El corte se debe realizar siempre en bisel (ángulo aproximado entre 20 y 30 grados) para evitar la acumulación de agua en la superficie del mismo y con inclinación hacia el centro de la planta debido a que generalmente se activan las yemas ubicadas en el extremo superior del aumento permitiendo la expansión lateral de la estructura.

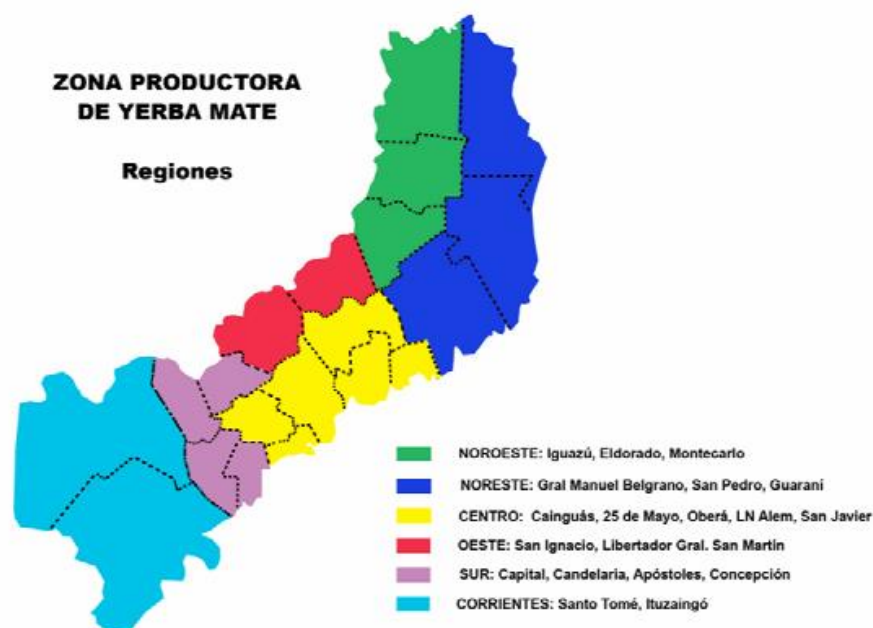
El corte de estas ramas se debe realizar con herramientas adecuadas como la tijera de podar para limpieza de ramas, tijera específica de mayores dimensiones (tijerón), serrucho apropiado y/o tijera electrónica. Antes de la utilización de estas herramientas es prioritario realizar el correspondiente mantenimiento de las mismas, entre las cuales se deben afilar y lubricar frecuentemente.



Producción yerbatera en Argentina.

La producción yerbatera en Argentina se concentra en dos provincias, el noreste de Corrientes y Misiones representada por 5 regiones (Figura 4). Según datos de INYM (2022) hay un total de 209.276 ha, de las cuales la provincia de Misiones cuenta con un total de 181.890 ha lo que corresponde a un 86,91% del total mientras que Corrientes cuenta con el 13,08% restante con un total de 27.386 ha.

Figura 4: Zona productora de Yerba Mate en Argentina. Regiones indicadas con diferentes colores y los departamentos provinciales que las componen. INYM (2022).



En base a la superficie implantada total y el ingreso de hoja verde a secadero se puede calcular que el rendimiento promedio del total de la superficie para la campaña 2022 fue de 3962,4 Kg/Ha (Tabla 1).

Tabla 1: Ingreso de Hoja Verde a secaderos de Yerba Mate, Superficie cultivada y Rendimiento por hectárea a nivel nacional en Kg de Hoja Verde para la campaña 2022 según informe del INYM de enero 2023 (INYM, 2023).

Ingreso de Hoja Verde (Kg)	Superficie (ha)
829.237.261 Kg	209.276 ha
Promedio: 3962.4 Kg/ha	



Producción porcina en Argentina.

Según un informe realizado por el SENASA con datos actualizados al mes de marzo de 2022, existen un total de 77.398 establecimientos productores de porcinos, los cuales albergan un total de 5.477.107 porcinos (Tabla 2).

A continuación, se ha realizado una estratificación en función de la cantidad de porcinos albergados por establecimientos, resultando nueve categorías de tamaños de rodeos. De esta manera es posible observar que el 73,7 % de los establecimientos del país cuentan con al menos 25 porcinos, conteniendo el 8,4 % de los porcinos totales del país.

Así mismo, observamos que el 24,5 % de los porcinos totales del país se encuentran albergados en el 0,1 % de los establecimientos, siendo estos de un tamaño de rodeo de 10.000 o más porcinos.

Tabla 2: Distribución de existencias porcinas por establecimiento en la República Argentina
Existencia de porcinos en Argentina según SENASA (2022).

DISTRIBUCIÓN DE EXISTENCIAS				
TAMAÑO DE RODEO	CANT. ESTABLECIMIENTOS	% ESTABLECIMIENTOS	CANT. PORCINOS	% PORCINOS
1-Hasta 25 porcinos	57.024	73,7%	461.637	8,4%
2-Entre 26 y 50 porcinos	8.351	10,8%	297.399	5,4%
3-Entre 51 y 100 porcinos	5.504	7,1%	388.227	7,1%
4-Entre 101 y 250 porcinos	4.090	5,3%	634.767	11,6%
5-Entre 251 y 500 porcinos	1.270	1,6%	438.925	8,0%
6-Entre 501 y 1.000 porcinos	553	0,7%	375.853	6,9%
7-Entre 1.001 y 5.000 porcinos	459	0,6%	969.775	17,7%
8-Entre 5.001 y 10.000 porcinos	82	0,1%	567.082	10,4%
9-Más de 10.000 porcinos	65	0,1%	1.343.442	24,5%
Total general	77.398		5.477.107	

Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/110_1-caracterizacion_porcinos_marzo_2022.pdf

Más precisamente en la provincia de Corrientes se contabilizan 5.601 establecimientos, con un total de 82.098 cabezas y una media de 15 cabezas por establecimiento, siendo esta la media mínima del país. (Tabla 3).



Tabla 3: Distribución de existencias porcinas por provincia en la República Argentina
Existencia de porcinos en Argentina según SENASA (2022).

DISTRIBUCIÓN DE ESTABLECIMIENTOS Y EXISTENCIAS POR PROVINCIA						
PROVINCIA	CANT. ESTABLEC.	% ESTABLEC.	CANTIDAD UPs	% UPs	CANT. PORCINOS	% PORCINOS
BUENOS AIRES	15.343	19,8%	16.769	17,2%	1.338.815	24,4%
CATAMARCA	670	0,9%	1.339	1,4%	21.362	0,4%
CHACO	8.897	11,5%	12.962	13,3%	263.473	4,8%
CHUBUT	204	0,3%	206	0,2%	16.136	0,3%
C.A.B.A.	2	0,0%	2	0,0%	85	0,0%
CORDOBA	11.049	14,3%	12.340	12,6%	1.291.783	23,6%
CORRIENTES	5.601	7,2%	7.573	7,8%	82.098	1,5%
ENTRE RIOS	6.443	8,3%	7.444	7,6%	464.071	8,5%
FORMOSA	5.047	6,5%	7.302	7,5%	144.509	2,6%
JUJUY	335	0,4%	513	0,5%	26.234	0,5%
LA PAMPA	2.636	3,4%	2.957	3,0%	144.904	2,6%
LA RIOJA	531	0,7%	755	0,8%	48.738	0,9%
MENDOZA	1.121	1,4%	1.253	1,3%	34.715	0,6%
MISIONES	3.399	4,4%	3.679	3,8%	78.591	1,4%
NEUQUEN	133	0,2%	142	0,1%	10.844	0,2%
RIO NEGRO	293	0,4%	300	0,3%	25.927	0,5%
SALTA	2.598	3,4%	5.556	5,7%	226.511	4,1%
SAN JUAN	287	0,4%	391	0,4%	32.840	0,6%
SAN LUIS	3.002	3,9%	3.795	3,9%	241.183	4,4%
SANTA CRUZ	65	0,1%	66	0,1%	2.347	0,0%
SANTA FE	4.180	5,4%	4.614	4,7%	793.434	14,5%
SANTIAGO DEL ESTERO	4.694	6,1%	6.752	6,9%	130.574	2,4%
TIERRA DEL FUEGO	63	0,1%	66	0,1%	1.721	0,0%
TUCUMAN	805	1,0%	904	0,9%	56.212	1,0%
Total general	77.398		97.680		5.477.107	

Fuente: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/110_1-caracterizacion_porcinos_marzo_2022.pdf

El Establecimiento “Granja Santa Marta” (Figura 5) cuenta al 1/1/2023 con un stock de 150 madres y 1100 animales en promedio a lo largo del año, teniendo en cuenta que hay un constante flujo de stock, donde todas las semanas hay ventas y nacimientos.

La alimentación de todos los animales del establecimiento se realiza con una dieta formulada a base de maíz, expeler de soja, afrecho de arroz y núcleo vitamínico en cantidades necesarias. En el caso particular de las madres se adiciona afrechillo de trigo.

La producción animal en Argentina evoluciona hacia sistemas intensivos y concentrados (mayor densidad de animales por unidad de superficie), que generan una mayor cantidad de residuos recuperables. Esta evolución no ha sido exclusiva de nuestro país, sino una tendencia generalizada en el mundo, acompañada a su vez, por un mayor interés por el ambiente asociado a las características de producción y al desarrollo sustentable (Gambaudo y Sosa, 2015). El proceso de intensificación fue acompañado por mejoras en el sistema de producción (i.e. mayor uso de tecnologías de insumos y procesos, bienestar animal, genética, nutrición, sanidad, formación del personal, entre otros). Sin embargo, en muchos casos, no hubo una planificación previa sobre la disposición final de los residuos generados, los cuales, de no gestionarse adecuadamente, pueden generar un grave impacto ambiental.



Los residuos ganaderos presentan una enorme variabilidad en su composición y por lo tanto en el contenido de elementos fertilizantes. Esto depende de muchos factores tales como: sistema de estabulación, alimentación, sistema de limpieza, tratamiento y duración del almacenaje, entre otros (Sosa *et al.*, 2013).

Básicamente, los fertilizantes orgánicos constituyen una importante fuente de MO y nutrientes como N, P y K necesarios para el crecimiento de los cultivos, pero en algunos casos presentan un desequilibrio en relación a las necesidades de los cultivos. Para una correcta utilización de los residuos orgánicos como abono agrícola es necesario considerar la composición de los mismos, la oferta de nutrientes del suelo y las necesidades de los cultivos a los que aplicaremos estos fertilizantes. Los subproductos orgánicos se comportan de manera diferente según la relación carbono/nitrógeno (C/N) que presentan. Aquellos con relación C/N alta tienen una tasa de mineralización más lenta y contribuyen a incrementar la MO del suelo. La aplicación de estos subproductos orgánicos (compost, estiércol) se recomienda para el mantenimiento de la MO del suelo. Los subproductos orgánicos con relación C/N baja, tales como efluentes de cerdo, tienen una contribución neta final a la MO del suelo reducida, en cambio, se comportan de forma más parecida a los abonos minerales ya que los nutrientes que aportan están rápidamente disponibles para los cultivos (Ubacht *et al.*, 2005).

Figura 5: Granja porcina del Establecimiento “Granja Santa Marta”, Ruta Provincial 149, Departamento de Santo Tomé, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Provincia de Corrientes.





Caracterización de excretas porcinas

Las excretas animales son, en su composición química y física, una consecuencia de la funcionalidad del sistema digestivo de cada especie. En el caso del cerdo, por ser un animal monogástrico que posee un solo estómago, una de las principales funciones de este órgano es la descomposición de las proteínas en aminoácidos que son absorbidos por el intestino delgado junto con grasas, almidones y azúcares. Las excretas, como combinación de bosta y orina, se distribuyen en proporciones aproximadas de 60 % heces sólidas y 40 % orina. La base de la ración que consumen los animales depende de la edad, sexo y peso del animal como también del estado reproductivo en el caso de las hembras. Los cinco componentes de la ración son energía, proteína, minerales, vitaminas y agua. El maíz suele utilizarse como fuente primaria de carbohidratos (energía) mientras la harina de soja provee proteína.

Mientras los niveles de energía en la ración se mantienen a niveles estables la proteína bruta va variando con el crecimiento del cerdo, mostrando contenidos de proteína cruda promedio de 20 % en recría y hasta un 15 % en promedio de la fase de engorde. Estos niveles son muy importantes ya que la proteína es la mayor fuente de nitrógeno y azufre en las heces (Hamilton *et al.*, 2014).

El término "excretas" refiere a la combinación de la orina líquida y la bosta sólida producida por los cerdos.

En el Establecimiento "Granja Santa Marta", la fertilización de yerbales con efluentes se hace desde el año 2015, si tomamos como promedio aplicado 15.000 L/año/ha en estos lotes ya se aplicaron alrededor de 120.000 L de efluentes o dicho de otra manera 120.000 L/ha de efluentes porcinos que son residuos ambientales o desperdicios tóxicos si se los maneja mal o no se realiza adecuadamente su disposición final.

Producción diaria de excretas.

En la Tabla 4 se describe la producción media diaria de excretas porcinas por categoría mencionado en Vicari (2012), considerando una materia seca de entre 3-10%.

Tabla 4: Producción media diaria de excretas porcinas discriminado por categoría de cerdos.

Categoría de cerdos	Estiércol (Kg)	Estiércol + Orina (Kg)	Efluentes líquidos (Kg)
Cerdas en gestación	3,60	11,00	16,00
Cerdas en lactancia	6,40	18,00	27,00
Lechones destetados	0,35	0,95	1,40
Terminación 25-100 Kg	2,30	4,90	7,00
Machos	3,00	6,00	9,00

Aunque se dispone de estos datos, no resulta sencillo estimar la cantidad y concentración de nutrientes en las distintas categorías de "efluentes" de la granja ya que estarán directamente afectados por situaciones de manejo. La cantidad de agua utilizada para limpieza de galpones provoca la dilución de las excretas puras o frescas, las pérdidas de alimento pueden diferir



según la alimentación sea líquida o sólida y según se limpien los pisos de galpones con más o menos frecuencia y esmero.

La producción total del establecimiento es realizada por animales en confinamiento, de piso de cemento y el sistema de piso emparrillado o “slat” (Figura 6). Las excretas son finalmente evacuadas de los galpones gracias a la acción de arrastre provocada por una lámina de agua moviéndose a favor de un gradiente de pendientes.

Figura 6: Piso de cemento y el sistema de piso emparrillado o “slat” usado en el Establecimiento “Granja Santa Marta”.



En el sistema de piso sólido suele definirse una zona “seca” donde se concentran los comederos y bebederos y una zona húmeda o canaleta donde el animal instintivamente deposita las deyecciones biológicas.

Para disminuir el uso de agua y así evitar la dilución del efluente, se realiza varias veces por semana una limpieza de la zona húmeda con escurridores, constituyendo así una limpieza en seco.

Resultados de los análisis realizados:

Primeramente, se realizó el muestreo de suelo en distintos lotes del Yermal tratado con el efluente porcino, y en un lugar sin tratar con el mismo para obtener una muestra testigo, de acuerdo a como se describe más abajo. Posteriormente, las muestras se enviaron para su análisis en el servicio de la Cátedra de Edafología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes.

La muestra 1 fue tomada de un solo lote en particular, corresponde al lote 30 (Figura 2) en el cual después se realizaron mediciones de rendimiento de Yerba al momento de la cosecha.

La muestra 2 surgió de la toma de 10 muestras individuales de los distintos lotes las cuales se mezclaron hasta obtener una muestra compuesta homogénea, con el objetivo de conocer el estado general del suelo en el establecimiento.



Tanto en el caso de la muestra 1 y de la 2 fueron en lotes tratados con los efluentes porcinos por 7 años.

La muestra testigo se tomó del margen del alambrado donde no se realiza ni se ha realizado el tratamiento con efluentes porcinos.

A continuación, se detallan en la Tabla 5 los resultados de los análisis.

Tabla 5: Propiedades químicas de las muestras de suelo analizadas derivadas de Yerbales tratados con efluentes porcinos y una muestra testigo sin tratar en el Establecimiento “Granja Santa Marta”, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Corrientes.

Muestra	pH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)	CE (mmhos/cm)
1	5,87	3,023	0,151	32,64	0,209	4,26	1,10	0,01
2	5,02	2,634	0,132	40,46	0,377	3,34	1,10	0,02
Testigo	5,50	3,280	0,164	1,59	1,170	6,32	1,02	0,50

Estos valores se comparan a continuación con los reportados para el perfil modal de la serie Díaz de Vivar en un informe final cartografía de suelos y evaluación de tierras del NE de Corrientes (Santo Tomé, Ituzaingó, General Alvear) del Área de Recursos Naturales de la EEA INTA Corrientes (Kurtz, 2020).

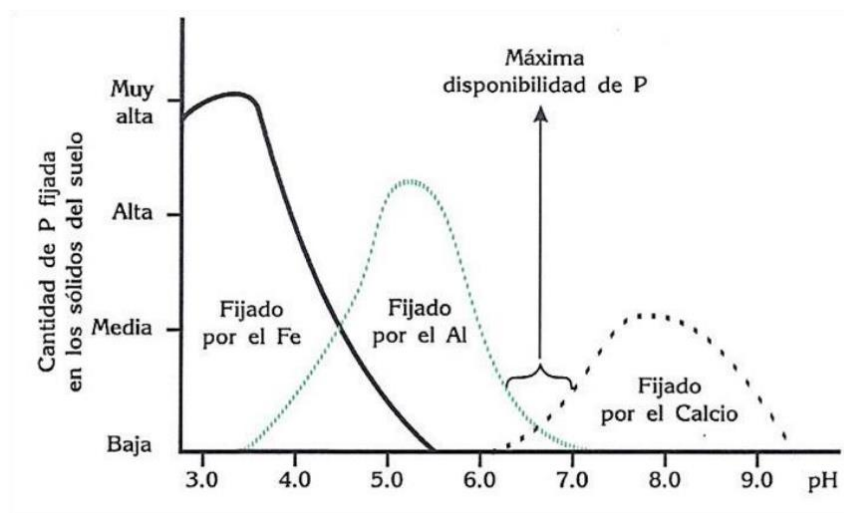
Se puede ver en los análisis un suelo bien provisto de MO en los 3 casos y un pH cercano a 6 en la muestra 1, más bajo en la muestra 2 e intermedio en el testigo.

Los valores de N se encuentran por debajo del perfil modal (0,22 %) aunque entre tratamientos no se ven diferencias tan marcadas. El contenido de N del suelo se estimó realizando el siguiente cálculo: $MO \times 0,05$. Existe una relación directa entre la cantidad de Materia orgánica y Nitrógeno total del suelo. Se estima que en la materia orgánica existe 5 % de nitrógeno total, pero también otros elementos esenciales para las plantas (Graetz, 1997).

El contenido de P en los lotes tratados con efluentes porcinos es muy alto en comparación al testigo, sin embargo, hay que tener en cuenta su disponibilidad para la planta al ser un elemento poco móvil. En los casos de las muestras del Yerbal tratado con efluentes porcinos podría ser una opción elevar el pH por lo menos a valores 6 o más cercano al 6,5 para así tener una máxima disponibilidad de los nutrientes que se encuentran en el suelo principalmente fósforo. Para ilustrar este concepto se presenta en la Figura 7 un gráfico de la fijación del fósforo en función de pH y se puede ver que su menor fijación se da a pH 6,5, es decir sería el valor de pH en que el fósforo estaría mayormente disponible.



Figura 7: Fijación del fósforo en función de pH según Darwich (2005).



El contenido de Ca y K resultó mayor en la muestra testigo en relación a las muestras que derivan de lotes tratados con efluentes porcinos, quizás por no ser un lote de Yerba Mate conducido comercialmente. En el caso de la concentración de K, el testigo resulta más elevado que el perfil modal de la serie Díaz de Vivar (0,48 meq/100 g de suelo) y por lo tanto en las muestras de lotes tratados con efluentes porcinos más bajo. En lo que se refiere a la concentración de Ca, el testigo muestra un valor compatible con la registrada en el perfil modal de la serie (6 meq/100 g de suelo). No así el Mg cuyos valores hallados en el Yermal tratado con efluentes porcinos y la muestra testigo resultan muchos más bajos que el informado para el perfil modal de la serie (5 meq/100 de suelo).

La conductividad eléctrica del testigo es prácticamente igual a la reportada para la serie Díaz de Vivar (0,58 mmhos/cm), mucho más alta que la determinada en las muestras de lotes tratadas con efluentes porcinos donde se encuentra el cultivo de Yerba mate. Evidentemente la presencia del cultivo independientemente de las enmiendas, extrae y utiliza los minerales esenciales N, K y Ca reflejado en los valores de los lotes con cultivo lo que repercute en la CE produciendo una reducción de la misma. El aumento de P respecto del testigo puede ser producto del enriquecimiento gradual del suelo por la enmienda y que va experimentando procesos de fijación. No fue posible hallar valores de P del perfil modal para establecer una comparación.



Análisis de los efluentes porcinos.

También se caracterizó el efluente derivado de la producción porcina del Establecimiento “Granja Santa Marta”, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Corrientes mediante el servicio de análisis de la Cátedra de Química Analítica y Agrícola de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes y que se ha utilizado como abono orgánico en los Yerbales (Tabla 6).

Tabla 6: Análisis químico de efluente porcino empleado como abono orgánico en esta pasantía, determinando la composición porcentual de cada elemento.

Análisis del efluente porcino	
Componentes y unidades	Valor cuantificado
Humedad (%)	95,32
Materia Seca (%)	4,68
Cenizas (%)	1,12
pH	6,56
CE (mmho/cm)	6,49
N total (%)	6,03
P (%)	0,19
K (%)	2,85
Ca (%)	0,28
Mg (%)	0,14
Na (%)	0,94

A partir de este análisis se realizó la estimación del aporte de nutrientes del efluente porcino en kilogramos, el cual es detallado en la Tabla 6. En dicha tabla, se puede ver el aporte de nutrientes cada 1000 litros de efluentes porcinos y también el aporte de 22.000 litros por hectárea, que fue la dosis promedio anual aplicada.

Tabla 7: Aporte de nutrientes por parte del efluente según la dosis aplicada.

Aporte en Kg nutrientes cada 1000 L / 22.000 L/ha		
N	2,822	62,1
P	0,089	2,0
K	1,331	29,3
Ca	0,131	2,9
Mg	0,054	1,2
Na	0,438	9,7

Se puede observar que el efluente porcino proporciona una muy buena provisión de N y K, que son los dos nutrientes más requeridos por el cultivo de la Yerba Mate (Tabla 7). No es despreciable la cantidad de P que aportan los 22000 L/ha del efluente aplicado, ya que representaría el 60,6% del total requerido para producir 3000 Kg de Hoja Verde. El aporte del Ca representaría un 53,7% y del Mg un 28,6% del total requerido para producir 3000 Kg de Hoja Verde.



Plan de fertilización.



Requerimientos nutricionales del cultivo de Yerba Mate. Fertilización de reposición y de producción.

El objetivo de la fertilización es reponer los nutrientes extraídos del suelo, mantener y/o aumentar la producción anualmente. Atendiendo a esta premisa contamos con 2 esquemas de fertilización, uno denominado de reposición (Tabla 8) y otro de producción (Tabla 9).

Los trabajos del INTA Cerro Azul, demostraron que la mejor respuesta para la fertilización de producción es el agregado de 25% más de lo calculado para la fertilización de reposición (*i.e.* fertilización relacionada con la cantidad de Hoja Verde cosechada anualmente para reponer algunos de los nutrientes extraídos) (Sosa, 1992; 1994). El aumento de 25% es el porcentaje que mejor respuesta da a la ecuación costo-beneficio.

A continuación, en formato de tablas, se pueden observar los requerimientos de los principales nutrientes por parte del cultivo de Yerba Mate tanto para la fertilización de reposición como para la fertilización de producción.

Cabe destacar que en el Establecimiento “Granja Santa Marta” se trabaja en base a la dosis necesaria calculada para una fertilización de producción.

Tabla 8: Requerimientos nutricionales en base a fertilización de reposición para distintos objetivos de rendimiento expresado en Tn Hoja Verde (HV) por hectárea.

Requerimientos para Tn HV /ha	N (Kg)	P ₂ O ₅ (Kg)	K ₂ O (Kg)	CaO (Kg)	MgO (Kg)
3	24,5	7,5	23	7,5	7
5	40,8	12,5	38,3	12,5	11,7
10	81,7	25	76,7	25	23,3
15	122,5	37,5	115,0	37,5	35,0

Tabla 9: Requerimientos nutricionales en base a fertilización de producción para distintos objetivos de rendimiento expresado en Tn Hoja Verde (HV) por hectárea.

Requerimientos para Tn HV /ha	N (Kg)	P ₂ O ₅ (Kg)	K ₂ O (Kg)	CaO (Kg)	MgO (Kg)
3	30,6	9,4	28,8	9,4	8,8
5	51,0	15,6	47,9	15,6	14,6
10	102,1	31,3	95,8	31,3	29,2
15	153,1	46,9	143,7	46,9	43,7

Los valores expresados en las Tablas 8 y 9 advierten claramente que la producción de rendimientos elevados de Yerba Mate requiere una cantidad significativa de N y K en relación al P, Ca y Mg. Asimismo, normalmente los suelos rojos sobre los que se asientan los Yerbales



no proveen adecuadamente ninguno de estos nutrientes esenciales o en los momentos de máximo requerimiento, por lo que un correcto aporte exógeno promovería un aumento significativo en la producción de Hoja Verde.

Metodología de aplicación de efluentes: momentos, lugar y forma. Fuentes y cálculos.

Un momento óptimo para la aplicación sería el periodo próximo de brotación de las plantas de Yerba Mate.

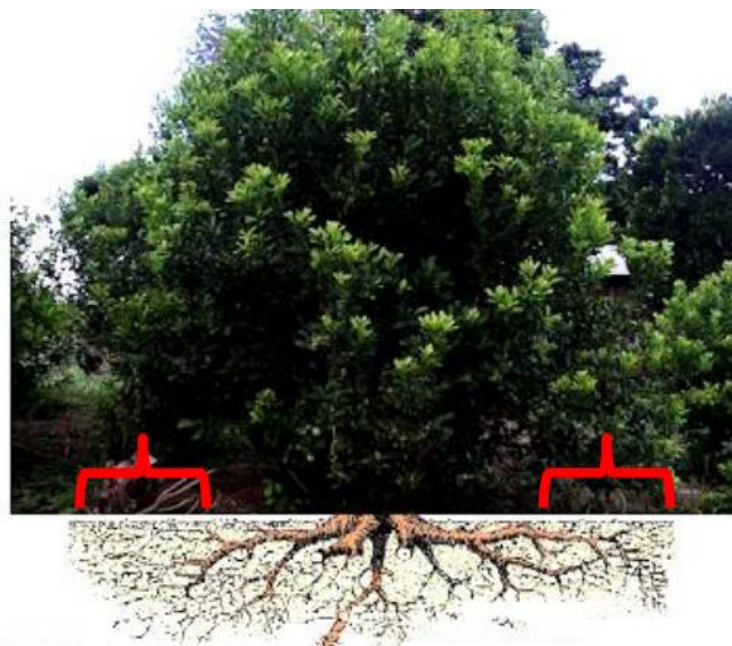
La Yerba Mate tiene definido tres períodos de brotación, a saber, septiembre-octubre, diciembre-enero y abril-mayo (Sansberro *et al.*, 2000; Skromeda, 2019). De acuerdo a esto se puede fertilizar apoyando la primera brotación que es la más vigorosa, o fraccionando la dosis para evitar ineficiencias en la adquisición del nutriente por lixiviación o descomposición y volatilización por altas temperaturas, como sucede con los fertilizantes nitrogenados (*i.e.* urea sin incorporación). Con la práctica de la fertilización se debe garantizar la mayor disponibilidad de los elementos nutritivos en los meses de setiembre-octubre, con lo que se lograría el uso eficiente del nitrógeno particularmente para estimular brotaciones vigorosas (Burtnik, 2003; Burgos y Medina, 2017).

En el Establecimiento “Granja Santa Marta”, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Corrientes, la fertilización se realiza en los meses de septiembre-octubre, sin fraccionar, aplicando efluentes porcinos para apoyar la primera brotación del ciclo productivo de la Yerba Mate.

Para hacer aún más eficiente la fertilización, el producto se debe depositar en la zona del suelo donde se encuentre la mayor cantidad de raíces activas (Llera y Medina, 2017) que ocurre generalmente en los 10 cm superficiales, desparramándolo a vuelo de copa (Figura 8), en surcos situados a 0,50 - 0,75 m del tronco (Burtnik, 2003).



Figura 8: Planta de Yerba mate con un esquema de su sistema radical, indicando en rojo la zona ideal de aplicación (*i.e.* vuelo de copa) de un fertilizante.



Respondiendo al objetivo del trabajo, la principal fuente de nutrientes utilizada fue el efluente porcino.

La fertilización con efluentes porcinos (*i.e.* purines: definidos como la mezcla entre deyecciones sólidas y líquidas derivados de la producción animal con el agregado de agua proveniente de los bebederos, lavado y agua de lluvia, así como restos de cama y alimento) se realiza a partir de los meses de septiembre hasta el momento en el cual ya no es posible entrar al lote por el cierre del canopeo del cultivo y se produciría rotura de ramas de las plantas con el ingreso de la maquinaria. La aplicación del purín se hace mediante la entrada de un tractor con un tanque dosificador que al avanzar lentamente deposita el efluente por gravedad sobre el suelo a razón de 22.000 litros de efluente por hectárea. Maisonnave *et al.*, 2016 definen este tipo de aplicación como fertirriego por aplicación superficial. Además, la aplicación se realiza lineo de por medio dentro de cada lote.

Si tenemos en cuenta la dosis de efluentes aplicada por hectárea y la capacidad de trabajo que posee el tanque (Figura 9) podemos estimar que se requieren aplicar 7,33 tanques de efluentes por hectárea para lograr aplicar la dosis objetivo.

Figura 9: Tanque de 3000 litros utilizado para la aplicación del efluente porcino.



En base al aporte de nutrientes realizado por la aplicación de efluentes y los requerimientos de fertilización de reposición y de producción podemos presentar una tabla de las dosis del efluente porcino o de fertilizantes de síntesis química necesarias para cubrir dichos requerimientos. Los cálculos se realizaron en base a los requerimientos de N para una producción de 3, 5, 10 y 15 Tn de Hoja Verde /ha, respectivamente.

Podemos ver que si utilizáramos sólo el efluente como fuente de nutrientes estaríamos cubriendo los requerimientos para una producción de 3 Tn/ha a 5 Tn/ha con el aporte promedio de 22.000 L/ha como se hace actualmente. A partir de un rendimiento objetivo de 10 Tn/ha la dosis de efluente requerida es de 28976 o 36.220 L/ha, lo que representa un aumento en la dosis en un 32 o 65% dependiendo de si se trata de una fertilización de reposición o de producción por sobre los 22.000 L de efluente ya mencionados. Mientras que para cubrir los requerimientos de 15 Tn/ha deberíamos aplicar entre 98 a 147% más del efluente, respectivamente (Tabla 10).



Tabla 10: Requerimientos nutricionales en base a fertilización de reposición o producción para distintos objetivos de rendimiento expresado en Tn de Hoja Verde (HV) por hectárea y utilizando una fuente orgánica y distintas fuentes inorgánicas, o su combinación.

Rendimiento (Tn HV/ha)	3	5	10	15
Fuentes	Cantidades			
Efluente porcino para FR	8.694 L	14.488 L	28.976 L	43.464 L
Efluente porcino para FP	10.867 L	18.110 L	36.220 L	54.330 L
MYV (15-4-18) para FR	163,33 Kg	272,2 Kg	544,4 Kg	816,6 Kg
MYV (15-4-18) para FP	204,2 Kg	340,3 Kg	680,5 Kg	1020,8 Kg
Efluente porcino + MYV para FR	8.694 L	14.488 L	22.000 L + 131 Kg	22.000 L + 403 Kg
Efluente porcino + MYV para FP	10.867 L	18.110 L	22.000 L + 267 Kg	22.000 L + 607 Kg
MP (23-5-20) para FR	106,5 Kg	177,5 Kg	355 Kg	532,6 Kg
MP (23-5-20) para FP	133,2 Kg	221,9 Kg	443,8 Kg	665,7 Kg
Efluente porcino + MP para FR	8.694 L	14.488 L	22.000 L + 85,7 Kg	22.000 L + 263 Kg
Efluente porcino + MP para FP	10.867 L	18.110 L	22.000 L + 174,3 Kg	22.000 L + 396,1 Kg

Referencias: FR= fertilización de reposición; FP= fertilización de producción; MYV= Mezcla Yerbatera de Yara (YaraLiva™, Yara Argentina S.A., CABA, Buenos Aires, Argentina); MP= Mezcla Proterra de Profertil (Proterra, Profertil S.A. Terminal San Nicolás, Buenos Aires, Argentina).

Si el objetivo es no solo aumentar los rendimientos y obtener mejores resultados tanto económicos como productivos sino también una sostenibilidad productiva a lo largo del tiempo tanto del suelo como de las plantas, de esta manera se puede determinar que la utilización correcta y la combinación de fuentes de nutrientes sería determinante para lograr buenos resultados.

Como se ve reflejado por los valores obtenidos, si se emplearan fuentes inorgánicas sería muy difícil de justificar por las cantidades a aplicar y el costo que representan. Muchas veces esto lleva a la decisión de fertilizar lotes con dosis por debajo de las requeridas (*i.e.* subóptimas) o en el peor de los casos a la no fertilización del lote. Entonces se puede argüir que una muy buena opción sería combinar distintas fuentes orgánicas e inorgánicas para cubrir los requerimientos del cultivo y reponer los nutrientes extraídos con la cosecha.

En base a la tabla anterior (Tabla 10) se puede apreciar cómo, gracias a la aplicación de efluentes tendríamos un menor uso de fuentes inorgánicas de fertilizantes lo que conlleva un menor costo en la producción, tanto así que podemos ver que para una fertilización de producción con un rendimiento objetivo de 10 Tn/Ha se logra ahorrar la aplicación de 413,5 Kg de la Mezcla Yara Yerbatera (680,5 – 267 Kg) y de 413,8 Kg para un rendimiento objetivo de 15 Tn/ha (1020,8 – 607 Kg). En el caso de usar la Mezcla Proterra de Profertil, se podría ahorrar aún más por la mayor composición en los 3 macronutrientes (*i.e.* NPK), a razón de 506,2 Kg de la Mezcla Proterra de Profertil (680,5 – 174,3 Kg) que para una fertilización de producción con un rendimiento objetivo de 10 Tn/Ha y de 624,7 Kg para un rendimiento



objetivo de 15 Tn/ha (1020,8 – 396,1 Kg), siempre y cuando ambos fertilizantes inorgánicos se combinen con el abono a base de efluente porcino.

Por otra parte, muchas veces las formulaciones físicas no contemplan el aporte de microelementos razón por la cual cobra importancia el aporte de materia orgánica o de abonos orgánicos (que si lo tienen además de otros macroelementos), así como el manejo de la vegetación natural y/o la implantación de cubiertas verdes que pueden colaborar con la conservación del suelo y por lo tanto de su fertilidad. Incluso esta fertilidad podría ser enriquecida ya sea por la incorporación de la materia orgánica que dejan las cubiertas espontáneas o implantadas en el suelo o por fijación biológica del N en el caso de ser leguminosas. En muchas ocasiones cuando se advierten síntomas de deficiencias de microelementos una buena opción podría ser recurrir a los fertilizantes foliares (Llera y Medina, 2017).

Valorización económica del efluente.

Al momento de realizar el trabajo se consultó el precio del fertilizante inorgánico más utilizado en la zona para la producción yerbatera, denominado Mezcla Yara Yerbatera (15-4-18, 10Ca, 1Mg, Bo), que en ese momento era de 1288,6 USD/Tn incluido IVA (fecha de consulta 14/01/2023). Este fertilizante es el que se utilizó como referencia para darle un valor monetario al efluente porcino.

Otra fuente empleada en la zona y que presenta un gran potencial a ser utilizada en producción de Yerba Mate es la Mezcla Proterra de Profertil S.A. (23-5-20) y el precio de ese momento fue de 1185 USD/Tn incluido IVA (fecha de consulta 14/01/2023).

Ambos precios fueron consultados en la empresa Multiagro S.A., situada en Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Departamento de Santo Tomé, Corrientes.

Tratamos de obtener el precio del efluente de dos maneras, la primera fue basándose en los kilogramos de fertilizante inorgánico Mezcla Yara Yerbatera que reemplazaría el aporte del efluente. Si obtuvimos que la aplicación del efluente reemplaza a 413,65 Kg de la Mezcla Yara Yerbatera y el valor de la tonelada de fertilizante es de 1288,6 USD/Tn incluido IVA nos daría un valor del efluente de 533 USD que correspondería a los 22.000 L aplicados por hectárea.

La otra forma fue tomando el aporte de N de los mismos, la tonelada de Mezcla Yara Yerbatera me aporta 150 Kg de N a un valor de 1288,6 USD, por lo que el aporte de 1000 L de efluente que aporta 2,8 Kg de N es sería de 24,05 USD. Llevado este valor a los 22.000 L resulta un valor de 529,2 USD.

Como podemos observar ambos valores fueron similares, entonces se realizó un promedio, que arrojó un resultado de 531,1 USD para los 22.000 L del efluente porcino o de 24,1 USD/1000 L o un valor por litro de 0,024 USD.

En la Tabla 11 podemos ver el costo en dólares que tendría la aplicación para un determinado rendimiento y con distintas fuentes, incluidas la fuente orgánica (*i.e.* efluente porcino o purín



de porcinos), y 2 mezclas inorgánicas formuladas para Yerba Mate, siempre considerando sólo el requerimiento de N.

Así podemos observar cómo se reducen drásticamente los costos para lograr rendimientos de 10 o 15 Tn, respectivamente, cuando se incluye en el esquema de fertilización el efluente porcino que reemplazaría en parte al fertilizante inorgánico.

Tabla 11: Precio en dólares para cubrir los costos de fertilización de reposición o producción para distintos objetivos de rendimiento expresado en Tn de Hoja Verde (HV) por hectárea y utilizando una fuente orgánica, distintas fuentes inorgánicas o su combinación.

Rendimiento (Tn HV/ha)	3	5	10	15
Fuentes	Cantidades			
Efluente porcino para FR	-	-	-	-
Efluente porcino para FP	-	-	-	-
MYY (15-4-18) para FR	210,46 USD	350,75 USD	701,5 USD	1052,2 USD
MYY (15-4-18) para FP	263,13 USD	438,5 USD	876,9 USD	1315,4 USD
Efluente porcino + MYY para FR	-	-	168,8 USD	519,3 USD
Efluente porcino + MYY para FP	-	-	344 USD	782,1 USD
MP (23-5-20) para FR	126,20 USD	210,3 USD	420,6 USD	631,1 USD
MP (23-5-20) para FP	157,8 USD	263 USD	526 USD	788,8 USD
Efluente porcino + MP para FR	-	-	101,5 USD	311,6 USD
Efluente porcino + MP para FP	-	-	206,5 USD	469,3 USD

Referencias: FR= fertilización de reposición; FP= fertilización de producción; MYY= Mezcla Yerbatera de Yara (YaraLiva™, Yara Argentina S.A., CABA, Buenos Aires, Argentina); MP= Mezcla Proterra de Profertil (Proterra, Profertil S.A. Terminal San Nicolás, Buenos Aires, Argentina).

A continuación, se muestra una tabla (Tabla 12) a modo de resumen de la diferencia en costos que hay al momento de la fertilización cuando se incorpora el efluente porcino a la ecuación. Estos valores expresados en dólares no son para nada despreciables, ya que podemos llegar a disminuir los costos en un promedio de 417,75 USD por hectárea entre los distintos tratamientos teniendo en cuenta la situación económica actual de la Argentina, el alto costo de los fertilizantes y muchas veces con dificultad para adquirirlos el aporte del efluente representa una opción más que viable.



Tabla 12: Diferencia de costo entre los distintos tratamientos expresados en dólares de acuerdo al rendimiento, el esquema de fertilización, las fuentes y sus combinaciones.

Fuentes	Rendimiento	
	10 Tn HV/ha	15 Tn HV/ha
MYY(15-4-18) para FR	701,5 USD	1052,2 USD
Ef + MYY para FR	168,8 USD	519,3 USD
Diferencia	532 USD	467,1 USD
MYY (15-4-18) para FP	876,9 USD	1315,4 USD
Ef + MYY para FP	344 USD	782,1 USD
Diferencia	532 USD	533,3 USD
Mezcla Profertil (23-5-20) FR	420,6 USD	631,1 USD
Ef + Profertil p/ FR	101,5 USD	311,6 USD
Diferencia	319,1 USD	319,5 USD
Mezcla Profertil (23-5-20) FP	526 USD	788,8 USD
Ef + Profertil P/ FP	206,5 USD	469,3 USD
Diferencia	319,5 USD	319,5 USD
Promedio total = 417,75 USD		

Referencias: FR= fertilización de reposición; FP= fertilización de producción; MYY= Mezcla Yerbatera de Yara (YaraLiva TM, Yara Argentina S.A., CABA, Buenos Aires, Argentina); MP= Mezcla Proterra de Profertil (Proterra, Profertil S.A. Terminal San Nicolás, Buenos Aires, Argentina).



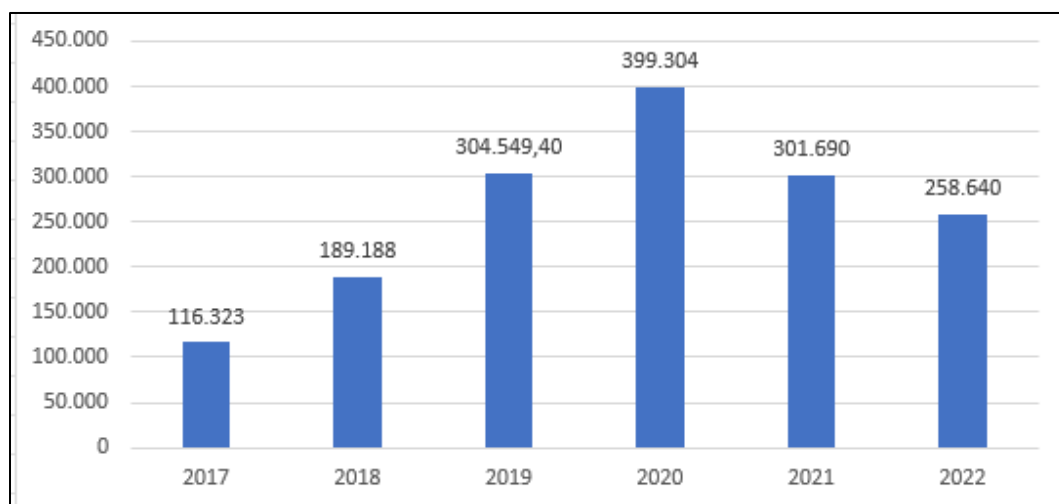
Fuentes	Rendimiento	
	10 Tn HV/ha	15 Tn HV/ha
<i>MYY(15-4-18) para FR</i>	701,5 USD	1052,2 USD
<i>Ef + MYY para FR</i>	168,8 USD	519,3 USD
Diferencia	532 USD	467,1 USD
<i>MYY (15-4-18) para FP</i>	876,9 USD	1315,4 USD
<i>Ef + MYY para FP</i>	344 USD	782,1 USD
Diferencia	532 USD	533,3 USD
<i>Mezcla Profertil (23-5-20) FR</i>	420,6 USD	631,1 USD
<i>Ef + Profertil p/ FR</i>	101,5 USD	311,6 USD
Diferencia	319,1 USD	319,5 USD
<i>Mezcla Profertil (23-5-20) FP</i>	526 USD	788,8 USD
<i>Ef + Profertil P/ FP</i>	206,5 USD	469,3 USD
Diferencia	319,5 USD	319,5 USD

Historial de rendimientos de Yerba Mate por campaña.

Al momento de realizarse el trabajo el establecimiento contaba con un total de 46,7 ha de Yerba Mate implantadas.

En la Figura 10, se presentan los rendimientos de Yerbales del Establecimiento “Granja Santa Marta”, expresados en Kg de Hoja Verde por campaña desde 2017 a la 2022 (datos proporcionados gentilmente por el Ing. Agr. Francisco Decoppet).

Figura 10: Rendimientos de Yerbales del Establecimiento “Granja Santa Marta”, expresados en Kg de Hoja Verde por campaña desde 2017 a la 2022.



También se realizó la división de los datos de rendimiento por hectárea en dos poblaciones; en una se incluyó la totalidad de la superficie del establecimiento implantada con Yerba Mate



y en la otra se discriminó a aquellos Yerbales que ya están en plena producción con edades iguales o superiores a 5 años (Tabla 13).

Tabla 13: Rendimiento promedio de la superficie total del Establecimiento “Granja Santa Marta” y promedio considerando sólo los lotes de 5 años o más años en plena producción en kilogramos por hectárea de cada campaña.

Año	Rendimiento promedio de la superficie total del Establecimiento “Granja Santa Marta” (Kg/ha).	Rendimiento promedio considerando sólo los lotes de 5 años o más años en plena producción (Kg/ha).
2017	2.564	2.564
2018	4.028	4.028
2019	7.749,3	7.865,9
2020	9.221	10.604,5
2021	6.464	7.430,8
2022	7.047	7.432

Comparación de rendimientos.

Al no poseer un lote testigo en el Establecimiento, es decir un lote no tratado con la aplicación de efluentes porcinos se decidió utilizar como punto de comparación el rendimiento promedio a nivel nacional de la Yerba Mate con los datos provistos por el INYM (2022) (Tabla 14).

Tabla 14: Rendimientos promedios de Yerba Mate del Establecimiento “Granja Santa Marta” (datos proporcionados gentilmente por el Ing. Agr. Francisco Decoppet), nacional provistos por INYM (2022) en kilogramos por hectárea y su variación porcentual comparativa de cada campaña (2017 – 2022).

Año	Promedio/ha establecimiento	Promedio/ha nacional	Variación porcentual
	Kg/ha		
2017	2.564	4.174	-62,8%
2018	4.028	4.810	-19,4%
2019	7.865	4.860	+61,8%
2020	10.604	4.696	+44,3%
2021	7.430	4.969	+66,9%
2022	7.432	3.962	+53,3%

Como puede observarse en la Tabla 14, una vez que se comenzó a trabajar con la aplicación de efluentes porcinos en los lotes, el rendimiento fue aumentando progresivamente pasando de estar por debajo del promedio nacional en 2017 hasta llegar a un pico de 10.604 kg/ha en el año 2020. Luego en los siguientes años 2021 y 2022 el promedio de rendimiento disminuyó muy probablemente debido al impacto de la sequía.



Un aspecto a destacar es que este aumento del rendimiento del Establecimiento no sólo se explicaría por la aplicación de efluentes porcinos, sino también a que se realizaron mejoras en el manejo de la cosecha (*i.e.* método de cosecha). La nutrición y el manejo de la planta durante la cosecha son los pilares fundamentales para lograr una producción rentable y sostenible a lo largo del tiempo (Llera y Medina, 2017; Mayol, 2017).

Se ilustran con fotografías como lucían uno de los lotes del Yerbal en el año 2017 (Figura 11) y otra toma del mismo lote en el año 2022 (Figura 12). Se destaca la frondosidad del canopeo y la cobertura del suelo del Yerbal en el año 2022

Figura 11: Aspecto de un Yerbal del Establecimiento “Granja Santa Marta” en el año 2017.



Figura 12: Aspecto de un Yermal del Establecimiento “Granja Santa Marta” en el año 2022.



La fertilización es uno de los pilares primordiales para lograr buenos rendimientos que perduren a lo largo del tiempo, pero no es el único factor importante a la hora del manejo de la planta de yerba mate. También es muy importante el manejo de la cosecha.

Razón por la cual a partir del año 2017 se hicieron cambios en el sistema de cosecha del establecimiento, pasando al sistema de recolección de ramas maduras. En este tipo de cosecha de ramas maduras es necesario realizar una limpieza de la planta cada 2 o 3 años aproximadamente en función del estado de las mismas, eliminando ramas entrecruzadas y mal ubicadas. A continuación, se presenta una imagen de plantas que ya fueron cosechadas (Figura 13), donde se puede apreciar el área foliar remanente que se conserva en las plantas que es de 30% del área foliar total. Esta es una decisión de manejo de la cosecha que se respeta y que se mantiene dentro del protocolo de cosecha desde 2017, como uno de los criterios para lograr una cosecha racional y sustentable.



Figura 13: Aspecto de una planta después de ser cosechadas sus ramas maduras. Apréciase en el canopeo el área foliar remanente que se decidió conservar en los individuos.



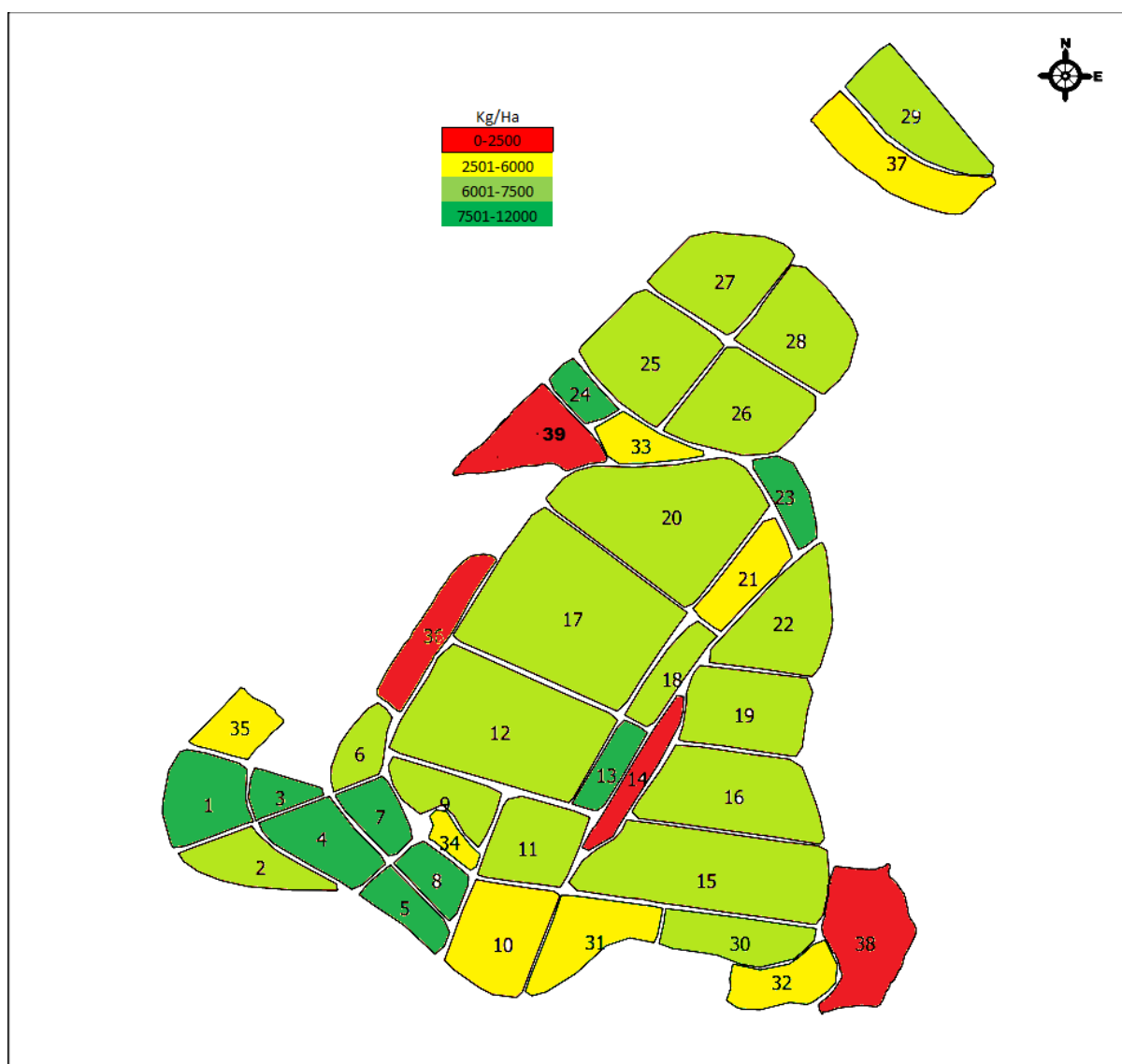


Croquis de rendimientos del establecimiento.

En el croquis del establecimiento mostrado anteriormente (Figura 2) se presenta en colores los datos de rendimiento promedio por lote (Figura 14) calculado a partir de los datos que se registraron desde el año 2017 hasta 2022. (datos proporcionados gentilmente por el Ing. Agr. Francisco Decoppet).

Se le asignó un color de acuerdo a un rango de rendimientos expresado en kilogramos por hectárea.

Figura 14: Croquis del Establecimiento “Granja Santa Marta”, Gobernador Ingeniero Valentín Virasoro, Corrientes mostrando con distintos colores el rendimiento promedio por lote en Kg por hectárea, considerando desde el año 2017 hasta 2022.





A partir de este croquis, se pueden señalar varias conclusiones. La mayoría de los lotes están por encima del rendimiento promedio a nivel nacional (4.578,5 Kg/ha, considerando del año 2017 al 2022), sólo 12 de ellos están por debajo lo que representa un 31% del total de lotes con la particularidad de que la mayoría de esos lotes fueron plantados a partir del año 2018, son lotes que recién están entrando en producción. Estos lotes tuvieron años donde se realizaron podas de formación y que todavía no expresan todo su potencial de rendimiento (Figura 15). Con estas podas se busca formar a la planta para que a futuro tenga la mejor estructura posible y que alcance una mayor producción de Hoja Verde (Mayol, 2017).

Para visualizar mejor esto se exhibe un ejemplo. En el caso el lote 34 (Figura 14), el cual entre los años 2019-2022 tuvo un rendimiento promedio por hectárea de 2.848 Kg HV/ ha, en el año 2023 cuando ya entro en plena producción tuvo un rendimiento por hectárea de 13.814 Kg HV/ ha (Figura 16). De esta forma se pudo valorar, la gran respuesta que tienen los yerbales nuevos al manejo de fertilización con efluentes porcinos y de ahí la decisión de ir renovando completamente aquellos lotes que ya tengan bajos rendimientos para que puedan aprovechar al máximo el manejo nutricional realizado en el establecimiento.

Por otra parte, del conjunto de lotes que están por debajo del rendimiento promedio nacional, existen algunos que fueron seriamente afectados por la sequía y donde hubo muerte de plantas (Figura 17). En un futuro próximo se está planificando la reposición de fallas en lotes nuevos o de plantas muertas en lotes en producción, ocasionadas por la última sequía en la zona productora. También un aumento de densidad con inter-plantación (Llera *et al.*, 2017).

Figura 15: Aspecto de un Yerbal del Establecimiento “Granja Santa Marta” en sus primeros años de implantación y sometido a podas de formación





Figura 16: Estado de las plantas del lote 34 del Establecimiento “Granja Santa Marta” en agosto de 2023 antes de ser cosechado.



Figura 17: Aspecto de un Yermal del Establecimiento “Granja Santa Marta” afectado por la sequía acaecida desde 2020 hasta inicios del 2023.





Conclusiones.

Referido a los aspectos formativos, mediante el desarrollo de este Trabajo Final de Graduación, Modalidad Pasantía, se puso en práctica conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería Agronómica relacionados con el manejo de cultivo de Yerba Mate, además se tomaron decisiones agronómicas fundamentadas científicamente y técnicamente. Se adquirieron destrezas en el tratamiento de la bibliografía y habilidades para el cálculo de concentraciones, aportes nutricionales, rendimientos y de costos de aplicación de fertilizantes y su tabulación o representación gráfica.

Con respecto a los aspectos técnico-científicos, la fertilización de cultivos con residuos orgánicos debe considerarse una alternativa viable y complementaria al uso de fertilizantes inorgánicos.

La utilización de subproductos de la producción animal debe ser tomada como una estrategia de fertilización a largo plazo donde se preserva el medio ambiente y se conserva la fertilidad del suelo. Componen una alternativa viable para reutilizarlos dentro del sistema y evitar una fuente de contaminación, solucionando así el destino final de los mismos.

Conocer el tipo de abono que gestionamos (composición físico-química), así como su correcta utilización y manejo (aplicación al suelo en dosis agronómicas, época de aplicación y suelo receptor), determinarán principalmente el buen uso que se le proporcione a estos materiales, que sin duda hay que tener presente, dado su importante valor como abono orgánico.

Para una correcta aplicación de residuos orgánicos como abono agrícola es necesario considerar la composición del mismo, particularmente el contenido en macronutrientes y las necesidades del cultivo al que se va a aplicar.

Al evaluarse el aporte por parte del efluente, el cual posee un efecto positivo sobre la producción y los rendimientos de Yerba Mate y también con un efecto positivo desde el punto de vista del suelo, mejorando los valores de fertilidad con respecto a la muestra testigo. La aplicación de efluente es beneficioso por su bajo costo, su disponibilidad en la empresa y su aporte de nutrientes por lo que en los próximos años se buscará aumentar la dosis aplicada por hectárea ya que la aplicación de fuentes de nutrientes inorgánicos es cada vez más costosa, se considera al efluente porcino como un muy buen complemento y también porque no un reemplazo total de las fuentes inorgánicas. Siempre teniendo presente la sustentabilidad del sistema, puede verse a este tipo de práctica como un paso hacia una economía circular.

En conclusión, de acuerdo a la experiencia adquirida en esta pasantía y de los resultados observados de los datos analizados del establecimiento se recomienda contemplar cómo alternativa viable la aplicación de efluentes porcinos para la fertilización de Yerba Mate.



Bibliografía.

- Burgos, A. M. y R. D. Medina (ex aequo). 2017. Capítulo 1. Origen e Historia. Idas y vueltas de la Infusión Nacional. En: Capellari, Pablo (Ed. gral.), "Yerba Mate. Reseña Histórica y Estadística. Producción e Industrialización en el siglo XXI". Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, Corrientes, Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. p. 13-20.
- Burtnik, O. J. 2003. Manual del pequeño yerbatero correntino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Agencia de Extensión Rural Santo Tomé, Corrientes, 51 p.
- Centro Meteorológico del Instituto Agrotécnico Víctor Navajas Centeno. 2022. En: Clima y relieve, website del Municipio de Virasoro, Corrientes, Argentina. <http://www.virasoro.gob.ar/index.php/la-ciudad/clima-y-relieve> Fecha de consulta: 17/10/2022.
- Darwich, N. 2005. Manual de Fertilidad de Suelos y Uso de Fertilizantes. Segunda Edición. Talleres de Gráfica Arnedinho. Mar del Plata. 289 p.
- Gambaudo, S. y S. Sosa. 2015. Residuos pecuarios: problema u oportunidad?. 6º Jornada Nacional de Forrajes Conservados. Tecnologías para producir carne, leche y bioenergía en origen. INTA EEA Manfredi, pp. 129-132.
- Giberti, G. C. 2011. La "yerba mate" (*Ilex paraguariensis*, Aquifoliaceae) en tempranos escritos rioplatenses de Bonpland y su real distribución geográfica en Sudamérica austral. Bonplandia 20 (2): 203-212.
- Graetz, H. A. 1997. Suelos y fertilización. Traducido por Luna Orozco, F. Trillas, México. 80 p.
- Hamilton, D., Luce, W. & A. Heald. 2014. Production and characteristics of swine manure. Oklahoma State University, Division of Agricultural sciences and Natural Resources. Extension Facts F-1735.
- Holowaty, S. A. 2017. Capítulo 16. Industrialización. Procesos decisivos para un producto de calidad. En: Capellari, Pablo (Ed. gral.), "Yerba Mate. Reseña Histórica y Estadística. Producción e Industrialización en el siglo XXI". Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, Corrientes, Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. p. 13-20.
- INYM (Instituto Nacional de la Yerba Mate). 2022. Superficie cultivada por departamentos. <https://inym.org.ar/descargar/publicaciones/estadisticas/superficie-cultivada-por-departamento.html> . Fecha de consulta: 20/12/22.
- INYM (Instituto Nacional de la Yerba Mate). 2023. Informe del Sector Yerbatero. <https://inym.org.ar/descargar/publicaciones/estadisticas/2023.html> . Fecha de consulta: 14/5/23.
- Kurtz, D .B. (Dir.). 2020. Informe Final. Asistencia técnica para el sector de la producción de la Provincia de Corrientes. Cartografía de suelos y evaluación de tierras del NE de corrientes (Santo Tomé – Ituzaingó – General Alvear). MP-CFI-INTA. Informe y mapas digitales. 268 p.
- Llera, V. y R. D. Medina. 2017. Capítulo 10. Plantación y fertilización. Hacia el logro del establecimiento exitoso de las plantas para garantizar una producción sustentable y duradera. En: Capellari, Pablo (Ed. gral.), "Yerba Mate. Reseña Histórica y Estadística. Producción e Industrialización en el siglo XXI". Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, Corrientes, Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. p. 153-168.



- Llera, V., R. M. Mayol y R. D. Medina. 2017. Capítulo 15. Podas de rebaje y de renovación. Acciones para el rejuvenecimiento del yerbal y la recuperación de su productividad. En: Capellari, Pablo (Ed. gral.), "Yerba Mate. Reseña Histórica y Estadística. Producción e Industrialización en el siglo XXI". Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, Corrientes, Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. p. 267-276.
- Maisonnave, R., K. Lamelas y P. Millares. 2016. Buenas Prácticas de Manejo y Utilización de efluentes porcinos. Ministerio de Agroindustria de República Argentina. 53 p. <http://www.minagri.gob.ar>
- Mayol, R. M. 2017. Capítulo 14. Podas de Formación, Limpieza y Cosecha. El cuidado fundamental para la sustentabilidad de la planta. En: Capellari, Pablo (Ed. gral.), "Yerba Mate. Reseña Histórica y Estadística. Producción e Industrialización en el siglo XXI". Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, Corrientes, Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. p. 249-266.
- Murphy, G. M. 2008. Atlas Agroclimático de la Argentina. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 130p.
- Pegoraro, V. R., S. Chiacchiera, G. Fissore y C. Cazorla. 2017. Efluente porcino como fuente de nutrientes para el cultivo de trigo. Documento realizado por técnicos de INTA Marcos Juárez, Córdoba, 4 p.
- Red de Centrales de la Bolsa de Cereales 2022. <https://centrales.bolsacer.org.ar/#0> . Fecha de consulta: 24/11/22.
- Sansberro, P. A., L. A. Mroginski, y R. Bottini. 2000. Giberelinas y brotación de la Yerba Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). 5ta. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, organizado por UNNE – Campus Resistencia.
- SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria). 2022. Caracterización de existencias porcinas. Coordinación General de Sistemas de Gestión Sanitaria Dirección de Ejecución Sanitaria y Control de Gestión Dirección Nacional de Sanidad. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/110_1-caracterizacion_porcinos_marzo_2022.pdf Fecha de consulta: 20/12/22.
- Skromeda, M. M. 2019. Evaluación de la brotación en Yerba mate bajo distintos niveles nutricionales. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Producción Vegetal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. 132 p.
- Sosa, D. A. 1992. Evaluación de la productividad del cultivo de yerba mate en relación al estado nutricional suelo/planta. 1° Curso de capacitación en producción de yerba mate. INTA. EEA Cerro Azul, Misiones, 3-7 de agosto de 1992. pp. 61-64
- Sosa, D. A. 1994. Fertilización química. Abonos. Requerimientos nutricionales. En: 2° curso de capacitación en producción de Yerba Mate, INTA. EEA Cerro Azul: Misiones. del 6 al 9 de setiembre de 1994. pp. 68-85.
- Sosa, N., S. Gambaudo, M. Lui y G. Cencig. 2015. Evaluación de efluentes porcinos en la producción de maíz. Feriscerdo INTA Marcos Juárez, Córdoba realizado el 27 y 28/08/2015.
- Sosa, N., J. M. Orcellet y S. Gambaudo. 2016. Uso agronómico de residuos orgánicos de origen animal. Fertilizar 23: 14-18.



- Ubacht, N., M. R. Teira, y J. Boixadera. 2005. Labores de incorporación de abonos orgánicos al suelo. Distintos subproductos orgánicos, maquinaria para su distribución y planificación de la aplicación. Vida Rural, pp. 32-35.
- Vicari, M. P. 2012. Efluentes en producción porcina en Argentina: generación, impacto ambiental y posibles tratamientos. Trabajo Final de Graduación para optar al título de Ingeniería en Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina. 85 p.
- Yacovich, M. 2017. Capítulo 2. La actividad yerbatera en la provincia de corrientes. Números para saber dónde estamos. En: Capellari, Pablo (Ed. gral.), "Yerba Mate. Reseña Histórica y Estadística. Producción e Industrialización en el siglo XXI". Ministerio de Producción de la Provincia de Corrientes, Corrientes, Argentina. Consejo Federal de Inversiones, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. p. 21-36.