

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

Modalidad Tesina

Título:

"Resuesta del cultivo de Yerba Mate (*Ilexparaguariensis*) a la aplicación de bioestimulantes".

Alumno:

- PEREZ MARDER, Heliana Evelyn

Asesor:

- Ing. Agr. (Mgter.) BURGOS, Ángela María

Tribunal Evaluador:

- Ing. Agr. (Dr.)STHARINGER, Nicolás
- Biot. (Dr.)MIGNOLI, Francesco
- Ing. Agr. (Dr.)SANSBERRO, Pedro

Año 2020

INDICE

- 1)** Resumen -----Pág. 2
- 2)** Introducción -----Pág. 3
- 3)** Antecedentes -----Pág. 5
- 4)** Objetivos -----Pág. 9
- 5)** Materiales y métodos -----Pág. 9
- 6)** Resultados y Discusión -----Pág. 19
- 7)** Conclusión -----Pág. 26
- 8)** Anexo -----Pág. 27
- 9)** Bibliografía -----Pág. 28

Resumen

Para que cualquier cultivo produzca en cantidad de manera sostenible debe fertilizarse, el reemplazo parcial de productos químicos por sustitutos de base natural que no generen residuos pueden contribuir a un sistema de producción más amigable con el medio ambiente. El objetivo de este trabajo ha sido determinar el efecto de productos bioestimulantes sobre la productividad y la composición química foliar en el cultivo de yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil., Aquifoliaceae). A tal fin se llevó a cabo un experimento en la Provincia de Corrientes, Argentina en la que los tratamientos se distribuyeron en bloques completos alazar con 3 repeticiones cada uno. Los 5 tratamientos (T) quedaron definidos por la combinación de un fertilizante de base Cainguás® (C) con los bioestimulantes Agrauxine Biosmart® (AB), Agrauxine 4504® (A) y Yogen3® (Y) en dos momentos de aplicación, septiembre 2018 (s) y enero 2019 (e): T1: (C)s+(C)e, T2: (C-A)s+ (C-AB)e, T3: (C-A)s+(C-A)e; T4: (C-AB)s+(C-AB)e y T5: (C-Y)s+(C-Y)e. Los datos fueron analizados estadísticamente (ANOVA) y la separación de medias por test de Tukey($p>0,05$). Todos los tratamientos que incluían bioestimulantes superaron estadísticamente el rendimiento del testigo (T1: 7294 kg/ha), permitiendo elevar el mismo hasta un máximo de 75% con el T2 y T3 con los que se alcanzó 12690 y 12789 kg/ha respectivamente, 54% para con T4 y 40% con T5. En cuanto a la composición química foliar, solo los contenidos porcentuales del K y del Ca fueron modificados y se diferenciaron estadísticamente del testigo por efectos de los tratamientos T4 y T2 respectivamente. La aplicación de estos bioestimulantes constituye una alternativa más ecológica y amigable con el ambiente para lograr beneficios en este cultivo.

Introducción

La yerba mate (*Ilex paraguariensis*A. St. Hil., Aquifoliaceae) es una especie diclino dioica, arbórea o más raramente arbustiva, cuyo hábitat natural es el sotobosque (Niklas, 1987; Andres y Saura, 1945; Eibl *et al.*, 2000) del sur de Brasil, nordeste de Argentina, este de Paraguay y de algunos departamentos de Uruguay (Giberti, 1997; Coelho *et al.*, 2002). En Argentina se encuentra distribuida únicamente en la Provincia de Misiones y nordeste de la Provincia de Corrientes, zona que corresponde a la región Biogeográfica Paranaense.

El 96% de la superficie productiva corresponde a la provincia de Misiones y el 4% restante a la provincia de Corrientes. En esta zona, hay más de 18.000 productores registrados, de los cuales aproximadamente 10.000 declararon movimiento productivo en los últimos 3 años. En conjunto producen algo más de 700.000 toneladas de hoja verde por año (Capellari, 2017). Con la producción concentrada en estas dos provincias, Argentina ha logrado ubicarse como el mayor exportador mundial, el país con mayor superficie cosechada y el segundo productor a nivel mundial de yerba mate según datos publicados en el mes de junio por la Secretaría de Agroindustria (2019). En el periodo comprendido entre Enero- Diciembre 2019 la producción nacional fue de 837.256.020 kg de hoja verde (525.455.994 kg de hoja verde entre los meses de Enero-Junio), de los cuales 277.322.014 kg fue dirigido al mercado nacional y 39.834.063 kg se destinó a la exportación siendo Siria, Chile, Líbano, Estados Unidos y España los cinco países con mayores valores de importación. En la actualidad, hasta lo que va del periodo Enero-Junio 2020 según el Instituto Nacional de la Yerba Mate (INYM, 2019) fueron procesados 472.296.932 kg de hoja verde, de los cuales se totalizan 134.482.775 kg para mercado interno (135.153.331 kg para el período Enero-Junio de 2019) y el volumen de yerba mate elaborada a salida de molino alcanzó los 24.289.254 kg (21.044.410 kg Junio 2019). De acuerdo al Registro Aero fotogramétrico de Plantaciones (INYM, 2017), la cuenca yerbatera de Misiones y Corrientes suma 166.882 hectáreas que se encuentran distribuidas en casi 33.856 parcelas.

Las hojas de más de 60 especies de *Ilex* son utilizadas en la preparación de bebidas, la más conocida es el “Mate” elaborada con hojas y tallos de *Ilex paraguariensis*, de profunda raigambre y tradición histórica, social y cultural en Sudamérica (Stein *et al.*, 2014). La yerba fue consumida por los guaraníes, los europeos la estudiaron, los colonos la cultivaron y es hoy una tradición y un símbolo de amistad y de comunión entre los hombres que nos identifica y nos distingue en el mundo. Es por ello que es un cultivo muy importante a nivel regional y por ello debemos promover prácticas para generar mayores rendimientos, que sean menos nocivas para el ambiente, sostenibles en el tiempo y sustentables para toda la comunidad biológica que se encuentra envuelta en este ecosistema.

Teniendo en cuenta su fisiología, la yerba mate presenta un crecimiento rítmico en el cual se establecen cuatro estados fenológicos, dos de ellos correspondientes al estado vegetativo (latencia y brotación) y los dos restantes al estado reproductivo (floración y fructificación) (Sosa *et al.*, 2011). En las condiciones agroclimáticas del NE argentino, la yerba mate presenta tres períodos de brotación que corresponden a la primavera (Sep-Oct), el verano (Dic- Ene) y el otoño (Abr-May) si bien no todas las plantas brotan al mismo ritmo (Sansberro *et al.*, 2000). La superposición del crecimiento vegetativo con el reproductivo se estimula una vez al año, en primavera.

En respuesta a este ritmo de brotación y de las cosechas realizadas, las plantas demandan y extraen nutrientes y agua, que deben estar disponibles para que alcancen los máximos potenciales de rendimiento cuanti-cualitativos de manera sostenible. Es por ello que debemos conocer cuáles son las prácticas de fertilización más frecuentes, sustentables y que reflejen un resultado positivo en el rendimiento.

Como lo puso de manifiesto Burtnik (2003), se desconocen varios aspectos de la fertilización en yerba mate que aún deben ser evaluados y validados.

En este sentido, la presente tesis plantea el interés de evaluar los efectos de la aplicación foliar de bioestimulantes en la productividad de yerbales establecidos en la Provincia de Corrientes.

Antecedentes

Para que cualquier cultivo produzca con calidad y en cantidad de manera sostenible, la fertilización debe guardar relación con la extracción que hacen las plantas en lo que se refiere a la cantidad y proporción entre nutrientes; de lo contrario, transcurrido un el tiempo, se producirán desbalances que, indefectiblemente, afectarán al sistema, reduciendo su rentabilidad.

Estudios realizados en el INTA EEA Cerro Azul, concluyeron que por cada 3.000 kg de hoja verde cosechadas de yerba mate se extraen del suelo: 24,5 kg de N, 7,5 kg de P (expresado como P_2O_5), 23 kg de K (expresado como K_2O), 7,5 kg de Calcio (expresado como CaO) y 7 kg de Magnesio (expresado como MgO). Tanto el Calcio como el Magnesio no solo son importantes como nutrientes *per-se*, sino que también son bases importantes en el complejo de intercambio catiónico que contribuyen para mantener el pH del suelo en rangos de valores en que todos los demás elementos se encuentren más disponibles para la planta.

Un manejo sustentable del sistema agrícola, exige reposiciones anuales de estos nutrientes, para poder mantener y aumentar anualmente la producción de nuestros yerbales.

Las formas de fertilización química más difundidas en los yerbales son aplicaciones al voleo, en bandas o en surcos de formulaciones granuladas (Llera y Medina, 2017).

Actualmente estamos en una controversia, por un lado la aplicación de prácticas que generen un incremento en los rendimientos de los cultivos reduciendo las condiciones de estrés abiótico y biótico, y por otro lado, las regulaciones que a futuro entrarán en vigencia y que restringen el uso de fertilizantes minerales y productos químicos fitosanitarios hasta límites que dificultan el cumplimiento de las cuestiones reglamentadas por SENASA, BPA y BPM (Pimentel 1997; Van Velthuizen, 2007; Balconi *et al.*, 2012).

La utilización de productos químicos fitosanitarios es de especial preocupación, ya que se acumulan en las plantas y en el suelo, pudiendo poner en riesgo la salud de los seres humanos y del ambiente. Por lo tanto, el reemplazo parcial de estos productos químicos por sustitutos de base natural que no generen residuos, puede contribuir a un sistema de producción más amigable con el medio ambiente.

En este sentido, la definición y el concepto de bioestimulantes vegetales siguen evolucionando, por lo que como primera medida es importante destacar los siguientes conceptos:

Un bioestimulante vegetal es cualquier sustancia o microorganismo que se aplica a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o los rasgos de calidad del cultivo, independientemente de su contenido de nutrientes. Por extensión, los

bioestimulantes vegetales también designan productos comerciales que contienen mezclas de dichas sustancias y/o microorganismos.

Un biofertilizante es cualquier inoculante bacteriano o fúngico que se aplica a las plantas con el objetivo de aumentar la disponibilidad de nutrientes y su utilización por las plantas, independientemente del contenido de nutrientes del propio inoculante. Los biofertilizantes también pueden definirse como bioestimulantes microbianos que mejoran la eficiencia nutricional de las plantas.

A pesar de los esfuerzos recientes para aclarar el estado reglamentario, no existe una definición legal de bioestimulantes de plantas en ningún lugar del mundo, incluso en la Unión Europea y en los Estados Unidos. Esta situación impide una categorización detallada de las sustancias y microorganismos cubiertos por el concepto.

Rastreando la primera definición de la palabra bioestimulantes se identifica un trabajo en *Poa pratensis* de Zhang y Schmidt (1997), quienes definieron los bioestimulantes como "materiales que, en cantidades diminutas, promueven el crecimiento de las plantas"; lo cual denotaba un contenido bastante ambiguo.

La definición propuesta por du Jardin (2012) resulta un poco más concisa, dado que define a "un bioestimulante vegetal como cualquier sustancia o microorganismo que se aplica a las plantas con el objetivo de mejorar la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o los rasgos de calidad del cultivo, independientemente de su contenido de nutrientes".

Definiciones más recientes establecen que los bioestimulantes son en definitiva, extractos obtenidos de materias primas orgánicas que contienen compuestos bioactivos. Los componentes más comunes son elementos minerales, sustancias húmicas, vitaminas, aminoácidos, quitina, quitosano y polí y oligosacáridos (Berlyn y Russo 1990; Hamza y Suggars 2001; Kauffman *et al.*; 2007).

Los bioestimulantes se diferencian de los fertilizantes porque actúan sobre el metabolismo de las plantas y sus concentraciones de nutrientes son insignificantes. El enfoque actual apunta a incluir bioestimulantes como subcategorías de sustancias beneficiosas, cada una con su propia especificación y definición. Las subcategorías iniciales propuestas por la Coalición de Bioestimulantes son: antioxidantes, materiales de aminoácidos, biomoléculas, extractos enzimáticos, materiales de ácido fulvico, materiales de ácido húmico, inoculantes microbianos, enmiendas microbianas del suelo, hongos micorrízicos, PGPR, fitohormonas y materiales provenientes de extractos de algas.

Los bioestimulantes han ido ganando interés en la agricultura sostenible porque su aplicación activa varios procesos fisiológicos que mejoran la eficiencia del uso de nutrientes, estimulando el desarrollo de las plantas y permitiendo la reducción del consumo de fertilizantes (Kunicki *et al.*, 2010). Muchos bioestimulantes también pueden contrarrestar el efecto del estrés biótico y abiótico (Glinska *et al.*, 2007), mejorando la calidad y el rendimiento de los

cultivos al estimular numerosos y variados procesos fisiológicos (Ziosi *et al.*, 2013). Además, pueden actuar directamente sobre el metabolismo de las plantas o mejorando las condiciones del suelo (Nardi *et al.*, 2009). Otros autores mencionan que a menudo aumentan el contenido de clorofila, crucial para el curso adecuado de la fotosíntesis (Abbas y Akladious, 2013 y Abdalla, 2013). Estos productos generalmente se aplican como complemento de los tratamientos de fertilización estándar, para mejorar la eficiencia del uso de nutrientes y la calidad de los productos de cosecha (Heckman, 1994).

Pueden aplicarse en el suelo o en las hojas (Kunicki *et al.*, 2010) y ejercen su acción solo si penetran en el tejido vegetal. Este aspecto debe tenerse en cuenta en los estudios de comparación porque diferentes especies pueden tener una permeabilidad foliar diferente a los bioestimulantes. La capacidad de absorción depende de las condiciones del campo, donde las plantas están expuestas a diferentes condiciones climáticas y otros factores extrínsecos (Kolomaznik *et al.*, 2012; Pecha *et al.*, 2012). La cutícula de la hoja puede representar una barrera para la adsorción de bioestimulantes, y la estructura química de los compuestos bioactivos puede ser un obstáculo para su penetración en la parte interna de la hoja. De hecho, el efecto de un bioestimulante puede ser diferente de una especie a otra e incluso de un cultivo a otro y depende también de factores ambientales, de la dosis y el momento de aplicación (Kunicki *et al.*, 2010).

Los mecanismos particulares activados por los diferentes bioestimulantes para cada especie o cultivo son difíciles de identificar y aún están bajo investigación (Ertani *et al.*, 2011, 2013; Guinan *et al.*, 2013).

La identificación de las propiedades sinérgicas/complementarias de los bioestimulantes puede ser fundamental para desarrollar formulaciones específicas dirigidas a mejorar la respuesta de las plantas al estrés abiótico, pero resta comprender los modos de acción de los mismos y sus interacciones con los factores de estrés ambientales y con los genotipos de plantas.

De la revisión bibliográfica se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La naturaleza de los bioestimulantes es diversa. Están involucradas sustancias y microorganismos. Las sustancias pueden ser compuestos individuales (por ejemplo, betaína de glicina) o grupos de compuestos de origen natural cuya composición y componentes bioactivos no están completamente caracterizados (por ejemplo, extractos de algas marinas).
- Las funciones fisiológicas son diversas. Las funciones fisiológicas y los mecanismos celulares subyacentes pueden denominarse "modos de acción" de los bioestimulantes colectivamente. Las funciones agrícolas pueden finalmente traducirse en beneficios económicos y ambientales: protección de la maquinaria fotosintética contra el fotodaño o la iniciación de raíces laterales, mayor rendimiento de los cultivos, ahorro de fertilizantes, mayor calidad y rentabilidad de los productos agrícolas, servicios ecosistémicos mejorados, etc.

- Los efectos científicamente demostrados de todos los bioestimulantes convergen en al menos una o varias de las siguientes funciones agrícolas: mejoran la eficiencia nutricional, la tolerancia al estrés abiótico y/o los rasgos de calidad de los cultivos (valor nutricional, el contenido de proteína del grano, la vida útil, etc.)

Finalmente, en las últimas actualizaciones se estimó que el mercado de bioestimulantes representó USD 2.600 millones en 2019 y se prevé que alcance los USD 4.900 millones para 2025, a una tasa compuesta anual del 11,24% durante el período de pronóstico. El mercado está impulsado principalmente por la fuerte demanda en cultivos de alto valor en todo el mundo y la creciente necesidad de contrarrestar las condiciones climáticas cambiantes (MarketsandMarkets, 2019).

Objetivos

- Determinar el efecto de productos bioestimulantes sobre la productividad y la composición química foliar en el cultivo de yerba mate (*Ilexparaguariensis*).

Materiales y Métodos

-Sitio de experimentación.

El lugar de realización del estudio se encuentra ubicado en la localidad de Colonia Liebig ($27^{\circ}53'25.31''S$ $55^{\circ}53'49.34''O$), en el departamento de Ituzaingó, provincia de Corrientes.

El campo pertenece a la empresa del Sr. Daniel Capellari, cuya base administrativa se encuentra en la localidad de Apóstoles, en la provincia de Misiones. La empresa cuenta con 850 hectáreas, de las cuales 62,25 ha son de Yerba Mate, estas a su vez se subdividen en distintos campos, lotes y parcelas respectivamente.

Uno de los campos de la empresa es el “Cuatro Bocas”, el que se divide en 2 lotes denominados “Fondo” (Figura N°1) que consta de 8 ha el cual a su vez se subdivide en 5 parcelas y el lote “Casa” (Figura N°2) que consta de 0,5 ha sobre la Ruta Provincial N° 71 y en el que se realizó particularmente la experimentación que se contempla en esta tesina.

En esta parcela, se han implantado plantines de yerba en el año 2013 con una densidad de 1.777 plantas/ha (1,5 m x 3,75 m). La primera cosecha fue realizada manualmente en el año 2018 generando un rendimiento de 6.108 kg/ha, es decir 3,4 kg/planta de hoja verde en promedio.

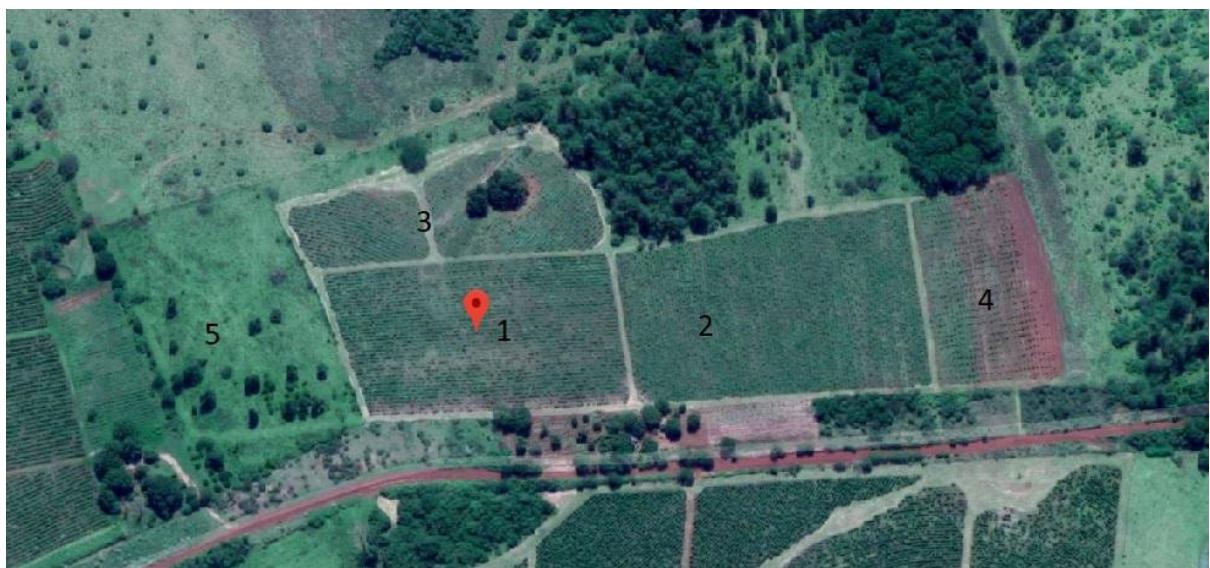


Figura N°1: Campo Cuatro Bocas, Lote Fondo ($27^{\circ}53'43.7''S$ $55^{\circ}54'11.8''O$).



Figura N°2: Campo Cuatro Bocas, Lote Casa ($27^{\circ}53'25.31''S$ $55^{\circ}53'49.34''O$) donde se realizó el presente experimento

Diseño del experimento:

A fin de cumplir con los objetivos de la tesina, se evaluaron cinco tratamientos basados en la combinación de un fertilizante de base con tres bioestimulantes específicos aplicados en diferentes momentos.

Se tomó como tratamiento testigo la aplicación de un fertilizante base (Cainguás) fraccionado en dos momentos correspondientes a los meses de Septiembre 2018 y Enero 2019 respectivamente.

Este tratamiento testigo se combinó con tres tipos diferentes de bioestimulantes (Agrauxine 4504, Agrauxine Biosmart y Yogen) en cada uno de los 2 momentos en que se realizaron las aplicaciones, quedando establecidos los cinco tratamientos que se detallan en la Tabla N°1.

Tabla N°1: Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Septiembre 2018	Enero 2019
T1 (Testigo)	119g/planta de Fertilizante Base (Cainguás)	51 g/planta de Fertilizante Base (Cainguás)
T2	119g/planta de Fertilizante Base (Cainguás) + 3 L/ha de Agrauxine 4504	51 g/planta de Fertilizante Base (Cainguás) + 3 L/ha de Agrauxine Biosmart
T3	119g/planta de Fertilizante Base (Cainguás) + 3 L/ha de Agrauxine 4504	51 g/planta de Fertilizante Base (Cainguás) + 3 L/ha de Agrauxine 4504
T4	119g/planta de Fertilizante Base(Cainguás) + 3 L/ha de Agrauxine Biosmart	51 g/planta de Fertilizante Base(Cainguás) + 3 L/ha de Agrauxine Biosmart
T5	119g/planta de Fertilizante Base (Cainguás) + 500g/100 L de agua de YOGEN® N°3	51 g/planta Fertilizante Base (Cainguás) + 500 g/100 L de agua de YOGEN® N°3

Los momentos de las aplicaciones de cada uno de estos cinco tratamientos se realizaron en dos oportunidades (septiembre 2018 y enero 2019) teniendo en cuenta la fisiología de la planta de yerba mate y sus periodos de brotación.

La revisión bibliográfica relativa al tema deja en claro que la yerba mate tiene definido tres periodos de brotación, septiembre-octubre, diciembre-enero y abril-mayo (Sansberro *et al.*, 2000). Por otro lado, la mayor absorción de nutrientes por el cultivo de yerba mate se da entre los meses de septiembre y noviembre y entre febrero y marzo, por ser meses de brotación de hojas. Para que haya buena disponibilidad y aprovechamiento de los nutrientes por la planta, es conveniente anticipar a la época de brotación la aplicación de fertilizantes. La recomendación es a partir del mes de agosto la fertilización orgánica y principios de septiembre la fertilización química (Sosa, 2018).

Las dosis de los fertilizantes se calcularon siguiendo los estudios realizados en el INTA EEA Cerro Azul citados por Llera y Medina (2017), que concluyeron que por cada 3.000 kg de hoja verde cosechadas se extraen del suelo: 24,5 kg de N, 7,5 kg de P (expresado como P₂O₅), 23 kg de K (expresado como K₂O), 7,5 kg de Ca (expresado como CaO) y 7 kg de Mg (expresado como MgO). La fertilización de reposición está relacionada con la cantidad de hoja verde (H.V.) cosechada anualmente. Teniendo en cuenta esto, las dosis de los fertilizantes fueron calculadas en base al rendimiento de la primera cosecha, es decir 6.108 kg/ha, por lo cual este valor es el rendimiento objetivo.

Caracterización de las fuentes químicas utilizadas y dosis calculadas para cada tratamiento:

1) Fertilizante Base (Cainguás) ®: es un fertilizante granulado, cuya composición centesimal según figura en marbete es: 21 % N, 23 % P₂O₅, 10% K₂O, 16 % CaO, 7,5% MgO y Micronutrientes 8 %.

Teniendo en cuenta que para 3000 kg de hoja verde se requieren 24,5 kg de N entonces para una cosecha de 6.108 kg/ha de hoja verde requerimos 50 kg de N/ha, siendo así y considerando que 100 kg del fertilizante empleado posee 21 kg de N, requerimos 240 kg/ha del fertilizante para alcanzar un rendimiento objetivo de 6108 kg/ha.

Contemplando que se presentan 1.777 plantas/ha, serían necesarios aplicar 0,135 kg (135 gramos) de fertilizante por planta. Siguiendo las recomendaciones de INTA Cerro Azul (Llera y Medina, 2017) la dosis calculada se incrementó en un 25 %, teniendo en consideración las pérdidas por las elevadas precipitaciones que llevan a la lixiviación de nutrientes finalmente se determinó una dosis de aproximadamente 170 g/planta que fueron distribuidos a vuelo de copa. Esta cantidad definida se aplicó en dos momentos

diferentes el 70% (119 g/planta) del mismo el 16 de septiembre de 2018 y el 30% restante (51 g/planta) el 28 de enero de 2019.

2) Fertilizante Orgánico Agrauxine Biosmart®: es un producto comercializado, obtenido por fermentación de un sustrato seleccionado con la cepa de levadura *Saccharomyces cerevisiae* (*Ascomycota*). Además contiene macroelementos, microelementos y aminoácidos. Las características del producto se pueden encontrar en https://www.summit-agro.cl/files/261/821053608_ficha_tecnica_biosmart_chile_2020.pdf

Este producto se aplicó con una mochila de espalda a una dosis de 3 L/ha según la especificación del marbete asimilándola a especies frutales leñosas debido a que no se encuentra detallado una determinada dosis para el cultivo de yerba mate. A este fin, se calculó el caldo total que se debía aplicar por planta para cubrir de manera uniforme y pareja a todas las hojas de cada una de ellas. Esto se cumplió a una razón de 10 seg/planta de pulverización con un gasto del caudal de la mochila de 0,075 L/planta y considerando las 1777 plantas, se llegó a un caudal total de 133,3 L/ha para pulverizar y cubrir de manera uniforme a todas las plantas de la hectárea.

3) Yogen®Nº3: es un fertilizante foliar que se presenta como polvo soluble en agua con N, P, K, microelementos (Zn, Co, Mn, B y Mo) y regulador del crecimiento (ANA), indicado para la nutrición mineral de una amplia variedad de cultivos. Contiene 25% de Nitrógeno total, 6,5 % de Fósforo, 6,7% de Potasio, 0,053% de Zinc, 0,02% de Cobalto, 0,077% de Manganese, 0,022% de Boro, trazas de Molibdeno y regulador de crecimiento ANA.

Siguiendo la recomendación de concentración de uso especificada en el marbete para otros cultivos leñosos (500g/100 L de agua), la dosis consistió en 666,5 g/ha que corresponde a la concentración para un caldo de 133,3 L/ha.

Las características del producto se pueden encontrar en <http://www.andoycia.com.ar/images/008fichastecnicas/yogen3.pdfy>

4) Agrauxine 4504: es un producto específico para brotación el cual se encuentra en fase de prueba por la empresa AGRAUXINE y los datos de sus componentes y el porcentaje de los mismos se encuentran reservados por el momento. En este caso en particular se aplicó con mochila a una dosis de 3 L/ha siguiendo las mismas consideraciones que para la aplicación del fertilizante Agrauxine Biosmart.

La distribución de los tratamientos en el espacio de experimentación fue siguiendo el diseño estadístico en Bloques Completos al azar (Tabla N° 2), Contamos con 3 bloques, los 5 tratamientos poseen 3(tres) repeticiones. Cada repetición consta de 10 plantas, consecuentemente por tratamiento se contabilizaron un total de 30 plantas.

Tabla N°2: Distribución de Tratamientos en el lote experimental.

	BLOQUE1			BLOQUE 2		BLOQUE 3	
1	bb	bbbbbbbbbb	bb	bbbbbbbbbb	bb	Bbbbbbbbb	bb
2	bb	T1R1	bb	T4R2	bb	T2R3	bb
3	bb	bbbbbbbbbb	bb	bbbbbbbbbb	bb	Bbbbbbbbb	bb
4	bb	T2R1	bb	T1R2	bb	T1R3	bb
5	bb	bbbbbbbbbb	bb	bbbbbbbbbb	bb	Bbbbbbbbb	bb
6	bb	T3R1	bb	T3R2	bb	T3R3	bb
7	bb	bbbbbbbbbb	bb	bbbbbbbbbb	bb	Bbbbbbbbb	bb
8	bb	T4R1	bb	T5R2	bb	T4R3	bb
9	bb	bbbbbbbbbb	bb	bbbbbbbbbb	bb	Bbbbbbbbb	bb
10	bb	T5R1	bb	T2R2	bb	T5R3	bb
11	bb	bbbbbbbbbb	bb	bbbbbbbbbb	bb	Bbbbbbbbb	bb
	2 PLS	10 PLANTAS	2 PLS	10 PLANTAS	2 PLS	10 PLANTAS	2 PLS

Para la distribución de los tratamientos, se dejó, en un mismo lineo, 2 (dos) plantas entre tratamientos, y además entre los líneos donde se encontraban los tratamientos se dejó un lineo sin aplicar. En los líneos periféricos del lote no se realizaron aplicaciones. Todos los tratamientos fueron marcados con cables de colores los cuales indicaban el inicio y el final de cada uno de ellos, correspondiéndole un color distinto a cada uno (Figura N°3 y 4).



Figura N° 3: Marcación de tratamientos. Figura N°4: Marcación de tratamientos.

VARIABLES MEDIDAS:

-Composición química del suelo:

El día 16 de septiembre del año 2018 se inició el estudio tomando muestras de suelo del lote (Fig. N°5 y 6) siguiendo la metodología recomendada por Pausse (2006). Estas muestras se tomaron a una profundidad de 0 - 10 cm y de 10 - 20 cm en el lote de estudio y también se tomó una muestra de 0 - 10 cm de profundidad en otro lote donde se ubicaba un yerbal viejo.

Se tomó una muestra compuesta de cada parcela conformadas por 10 submuestras obtenidas conforme un diseño zig-zag, la misma fue tomada a 1 metro de las plantas y luego fueron colocadas en bolsas plásticas con sus respectivas rotulaciones y se las acondicionó para su posterior análisis en el laboratorio.

El análisis se realizó en el Laboratorio Provincial de Calidad Agropecuaria a cargo de la Dirección de Producción Vegetal del Ministerio de Producción de la ciudad de Corrientes y la metodología utilizada según la descripción dada por laboratorio para Fosforo fue Bray I, para el Calcio, Magnesio y Potasio se utilizó Acetato de Amonio a pH 7, para la Materia Orgánica se utilizó el método de Walkey y Black, para el pH Agua destilada – suelo 2,5 -1, para el Nitrógeno el método de Semi Micro Kjeldahl y para el Hierro, Cobre, Manganeso y Cinc a través del Método de Absorción Atómica.

El análisis de suelo es una actividad poco común en las explotaciones yerbateras, sin embargo, es una herramienta sumamente importante para tomar decisiones a lo largo del ciclo productivo, tanto para definir dosis a fertilizar, momento oportuno para encalar, etc. Nos da una idea de cómo se encuentra el suelo con respecto al estado nutricional, cual es el pH de este, cuanta materia orgánica posee el mismo, etc.



Figura N°5: Toma de muestras de suelo



Figura N°6: Extracción de muestras con barreno.

-Longitud de rama bandera (cm):

En el mes de septiembre de 2018, antes de aplicar los tratamientos y en junio de 2019, después de haber aplicado los tratamientos se midió la longitud (cm) de las ramas banderas con cinta métrica, un total de 2 ramas banderas por planta (Fig.N°7). Estas ramas son las que se consideran determinantes del rendimiento

del yerbáceo y se distinguen por ser maduras, frondosas, vigorosas, con diámetro basal \geq 2 cm, color de corteza grisáceo y crecimiento ortotrópico (Medina y Burgos, 2017).



Figura N°7: Procedimiento de medición de longitud de ramas banderas y toma de muestras foliares.

- Materia seca foliar (%):

Las muestras foliares constaban de 2 hojas por planta, tomando la quinta hoja madura de una rama bandera de 1 año, es decir 20 hojas por repetición, obteniéndose así una muestra compuesta con el fin de determinar el porcentaje de Materia Seca. A tal fin, estas hojas fueron colocadas en bolsas de papel identificadas que luego fueron pesadas para obtener el Peso Fresco (g) (Fig. N°8) y posteriormente fueron llevadas a estufa a 65°C durante 72 horas para obtener Peso Seco (g) y así poder calcular luego %Materia Seca.

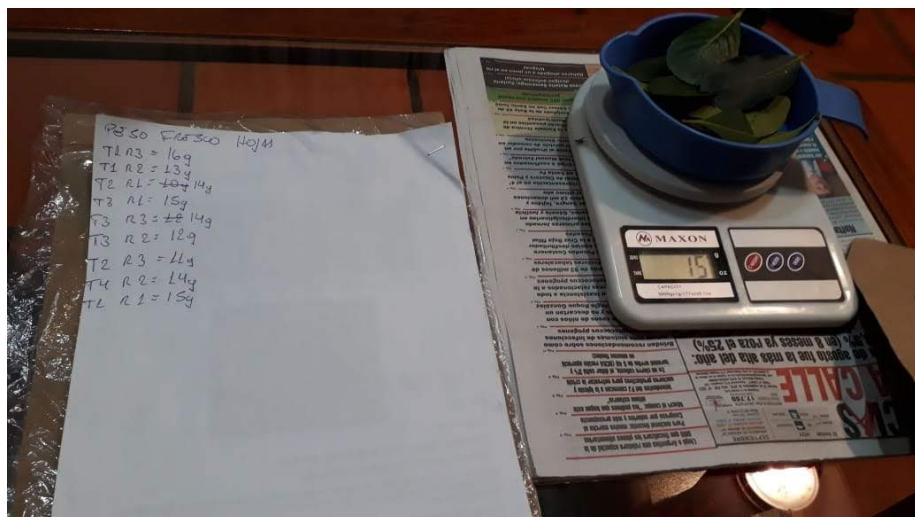


Figura N°8: Pesaje de muestras frescas para la posterior determinación del porcentaje de materia seca de las muestras foliares.

-Análisis Químico Foliar (%):

Al momento de realizar la cosecha, en el mes de junio de 2019; las muestras foliares se entregaron en el laboratorio de CETEPRO (Centro Tecnológico de Producción) para que realizaran un análisis químico de N, P, K, Ca y Mg (%).

Los métodos usados para las determinaciones de los minerales referenciadas por el mencionado laboratorio han sido: para Fósforo el método Bray I, para Calcio, Magnesio y Potasio el método de Acetato de amonio a pH 7, para Materia Orgánica el método de Walkley y Black, para pH el método de agua destilada-suelo en una relación de 2,5-1y para N total el método de semi micro Kjeldahal.

-Rendimiento (kg de hoja verde/planta)

Cada planta se cosechó manualmente y se pesó e individualmente (kg hoja verde/planta). El dato obtenido de la cosecha de cada planta fue multiplicado por el número de plantas en la hectárea (en este caso 1.777) para así obtener el rendimiento por hectárea (kg hoja verde/ha).

Como criterio de manejo racional del yerbáceo al realizar la cosecha, se consideró dejar un remanente del 25% de área foliar tanto en la cosecha 2018 (previa al ensayo) y en la cosecha 2019 (posterior al ensayo). Además, para uniformizar la cosecha se tuvo en cuenta realizar cortes parejos al finalizar el invierno por el mismo personal (Figura N°9, 10, 11).

La poda de producción o 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 factores.



Figura N°9: Raídos luego de la cosecha.



Figura N°10: Poda con remanente.



Figura N°11: Cosecha individual de las plantas con su correspondiente raído.

-Área foliar (cm^2):

Se registró el área foliar de la 5º(quinta) hoja madura de cada planta obtenida de una rama bandera de 1 año, a través de la fórmula de estimación por parámetros no destructivos de Skromeda *et al.*, 2017. La fórmula que se ajusta para este caso es la que presentó, en el análisis estadístico de dicho trabajo, la mejor r (correlación de Pearson) y R^2 (coeficiente de determinación) para todas las variables estudiadas en ese caso. Debido a esto la fórmula que se utilizó es la siguiente: $\text{Área Foliar} = a + b (L \times A)$

Donde: $a = 0.35632 \pm (0.018)$, $b = 0.62125 \pm (0.005)$, L= largo de la hoja y A= ancho de la hoja (Figura N°12).

En yerba mate, el producto de cosecha está compuesto por hojas y ramas finas, siendo el área foliar un parámetro de importancia para evaluar el cultivo. La producción de materia seca está estrechamente vinculada con el aprovechamiento de la radiación solar incidente, de la capacidad del canopeo para interceptarla y la eficiencia del cultivo para transformarla (Andrade y Sadras, 2002).



Figura N°12: Ejemplo de medición de largo y ancho de la quinta hoja madura tomadas del tratamiento T5R2.

-Análisis estadístico:

Se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) y posterior separación de medias por el Test de Tukey (0,05%), para lo que se utilizó el Software Infostat(Di Rienzo *et al.*, 2016).

Resultados y Discusión

1-Análisis químico del suelo

Los valores de contenido de minerales en el suelo arrojados en el informe del laboratorio se presentan en la Fig. N°13.

INFORME ANÁLISIS DE SUELO											
	SOLICITANTE: BURGOS, ANGELA.	METODOLOGÍA.									
	PROCEDENCIA: -	FOSFORO: BRAY I	CALCIO, MAGNESIO Y POTASIO: ACETATO DE AMONIO pH 7	MATERIA ORGÁNICA: WALKLEY Y BLACK	pH: AGUA DESTILADA – SUELO: 2.5–1	NITROGENO: SEMI MICRO KJELDAHL	HIERRO, COBRE, MANGANEZO Y CINC: ABSORCIÓN ATÓMICA				
FECHA RECEPCIÓN: 09/10/2018											
Nº ANALISIS: S78, S79 y S80.											
		pH	N	P	K	Ca	Mg	Na	MO	Ω	
		-	%	ppm	meq / 100 g				%	dS/m	
<i>S78. Lote original. Yerbal viejo.</i>		4,95	0,037	2,32	0,13	3,08	2,36	0,02	2,55	0,222	
<i>S79. 0-10 cm. Lote ensayo.</i>		4,87	0,123	3,12	0,14	4,12	1,48	0,15	3,57	0,194	
<i>S80. 10-20 cm. Lote ensayo.</i>		5,08	0,085	3,19	0,14	3,40	2,64	0,08	4,37	0,121	

Figura N° 13: Informe del Análisis de Suelo del lote en estudio “Casa” y del yerbal viejo en la localidad de Colonia Liebig.

Teniendo presente el pH del suelo del sitio en experimentación que apenas alcanza un valor máximo de 5,08 entre los 10-20 cm de profundidad (Fig. N° 13), y si bien la yerba mate es una planta acidófila es decir cumple todas sus funciones fisiológicas en suelos ácidos, es una prerrogativa saber que el pH debe mantenerse a un nivel de 5-5,5, para que los nutrientes aplicados vía fertilizantes se encuentren disponibles y que las plantas tengan la capacidad de asimilar. En correspondencia con la infografía (Fig. N°14) de Ibañez (2007), se puede decir que las disponibilidades de todos los nutrientes analizados se ven reducidos por debajo de un pH 5,5.

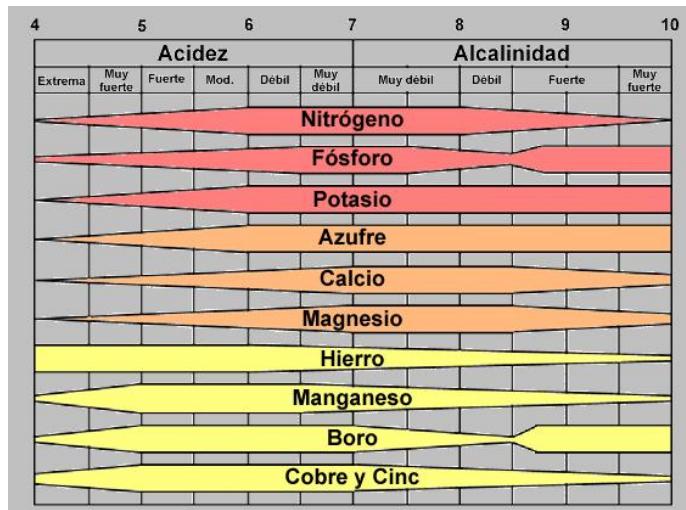


Figura N°14: Disponibilidad de Nutrientes en función del pH del suelo. Fuente: Ibañez, 2007.

Comparando los niveles de elementos químicos del suelo del sitio de experimentación con el promedio de la región yerbatera en relación con la productividad de los yerbales brindados por Sosa, 2017 (Fig. N°15), se puede decir que para el Nitrógeno (%) y el Fósforo (%) los valores fueron “malos”. Los valores “regulares” correspondieron al Potasio (%) y al Calcio (%) fueron “regulares”. Finalmente, los valores de Magnesio y de la materia orgánica (%) fueron “muy buenos”.

Vistos los resultados arrojados por el análisis de suelo se puede observar la utilidad de realizar una fertilización para poder alcanzar mayores rendimientos por hectárea.

Elementos	Intervalos	Niveles
N (Total %)	>0,26 0,21 – 0,26 0,16 – 0,20 0,10 – 0,15	MB B R M
P ₂ O ₅ (ppm)	>10,0 8,10 – 10,0 4,10 – 8,00 <4,00	MB B R M
K (meq/100g)	>0,30 0,21 – 0,30 0,12 – 0,20 0,04 – 0,11	MB B R M
Ca (meq/100g)	>6,30 4,21 - 6,30 2,21 – 4,20 1,05 – 2,20	MB B R M
Mg (meq/100g)	>1,35 1,10 – 1,35 0,66 – 1,09 0,10 – 0,65	MB B R M
Al (meq/100g)	<0,05 0,06 – 1,00 1,10 – 1,24 >1,24	MB B R M
M.O. (Fácilmente Oxidable %)	>3,50 2,71 – 3,50 2,10 – 2,70 1,00 – 2,09	MB B R M

Figura N°15: Niveles de elementos químicos del suelo en la región yerbatera en relación con la productividad de la plantación. Fuente: Sosa (2018).

-Materia Seca Foliar (%):

A fin de identificar los efectos de la aplicación de los tratamientos sobre la variable porcentaje de materia seca de hojas, se compararon estadísticamente las medias de los tratamientos obtenidas al cosechar en Junio de 2019 (TablaN°3).

Tabla N°3: Variable %Materia Seca obtenida del muestreo de Junio 2019.

TRATAMIENTO N°	% Materia Seca
T1	44,41 A
T2	43,81 A
T3	45,95 A
T4	44,72 A
T5	45,27 A
CV (%)	2,44

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

Como se puede observar en la Tabla N°3, no hubo diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de materia seca por efecto de los tratamientos.

-Análisis Químico Foliar (%):

A fin de cuantificar los efectos de la aplicación de los tratamientos sobre la composición porcentual de los nutrientes de las hojas de yerba mate, se compararon estadísticamente las medias obtenidas entre tratamientos (Tabla N°4).

Tabla N°4: Composición química foliar de las muestras de 20 hojas por cada tratamiento obtenidas en Junio 2019 constituidas por la quinta hoja madura de una rama bandera.

Muestreo JUNIO 2019					
TRATAMIENTOS	N(%)	P(%)	K(%)	Ca(%)	Mg(%)
T1 (testigo)	3,27	0,09	3,77	1,11	0,51
	AB	AB	A	C	A
T2	3,59	0,09	4,06	1,51	0,64
	B	AB	AB	D	A
T3	2,97	0,10	3,72	0,97	0,64
	A	B	A	BC	A
T4	3,33	0,09	4,53	0,72	0,59
	AB	AB	B	A	A
T5	2,87	0,08	4,05	0,85	0,47
	A	A	AB	AB	A
CV (%)	5,41	5,32	4,87	5,72	15,86

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

Según los resultados que se presentan en la Tabla N°4, se pudo observar que los tratamientos que incluían las aplicaciones de los bioestimulantes no superaron significativamente al T1 en relación al N, P y Mg (%).

Todos los tratamientos a excepción del T3 superaron la concentración de K (%) del tratamiento T1; pero solo el T4 pudo diferenciarse significativamente de este (Tabla N° 4).

La concentración de Ca (%) del T1 fue superada estadísticamente solo por el T2, que se diferenció de manera significativa respecto de todos los demás tratamientos (Tabla N°4).

Los valores promedio de la concentración de nutrientes en hojas de yerba mate del lote en estudio, en relación a los valores promedios generales y desvíos estándar presentados por Sosa (2018) para la región del noreste de Argentina, se presentan en la Tabla N°5.

Tabla N°5: Valores Promedios generales y desvíos estándar de la concentración de nutrientes en hojas de yerba mate para la región noreste de Argentina (Sosa, 1992) y comparación con valores indicados por Reissman et al (1985) y Radomski et al. (1992). Fuente: Sosa (2018)

Elementos	Sosa (1992)	Reissman et. al. (1985). *	Radomski et. al. (1992). **
	Macronutrientes (g 100 g ⁻¹)		
N	2,45±0,36***	2,20	2,62
P	0,15±0,04	0,12	0,12
K	1,91±0,66	1,86	1,29
Ca	0,44±0,15	0,43	0,67
Mg	0,53±0,15	0,33	0,55
Microelementos (mg kg ⁻¹)			
Zn	78±48	29	48
B	58±58	85	--
Fe	68±36	99	122
Mn	860±501	1810	1577
Al	335±112	--	741

* Valores obtenidos en Octubre; ** Valores en hojas viejas; ***Promedio±Desvio estandar.

Al comparar los valores de la concentración de nutrientes en hojas de yerba mate para la región noreste de Argentina (Tabla N°5) referenciados en Sosa (2018), con los de todas las muestras de hojas del experimento (Tabla N°4), se encontró que los valores de N, K y Ca (%) se encontraron por encima de los promedios. Los valores de Mg (%), salvo en las muestras del T5, se encontraron con contenidos superiores a los dados en la Tabla N° 5. Estos resultados ponen de manifiesto la respuesta positiva de la fertilización de base aplicada al compararse con los promedios de la zona.

Finalmente, los valores de P (%) de las muestras del experimento sometidas a los diferentes tratamientos (Tabla N°4) no alcanzaron a los valores promedio de las citas (Tabla N°5), denotando su falta de disponibilidad para el cultivo en estudio. Este comportamiento en relación al P estaría asociado al pH del suelo, que no supera 5,08 (Fig. N°13) y que reduce su disponibilidad (Fig. N°14).

-Longitud de ramas bandera (cm) en Septiembre 2018.

La Tabla N°6 muestra al análisis ANOVA correspondiente a las mediciones tomadas al inicio del estudio antes de aplicar los tratamientos (Septiembre 2018) relacionadas a la longitud de las ramas banderas.

Tabla N°6: Valores medios de longitud de ramas banderas (cm) de cada uno de los cinco tratamientos evaluados en el primer muestreo de septiembre en plantaciones de yerba mate.

TRATAMIENTO Nº	Longitud rama bandera (cm)
1	42,00 A
2	42,62 A
3	48,97 A
4	41,55 A
5	42,12 A
CV (%)	22,67

Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey($p>0,05$)

Los resultados de la Tabla N°6, denotan la uniformidad del lote bajo estudio y la situación de partida.

-Longitud de ramas bandera (cm), materia seca foliar (%), área foliar (cm²), rendimiento (kg/pl y kg/ha) en Junio2019.

La Tabla N°7 muestra al análisis ANOVA correspondiente a las mediciones (Junio 2019) tomadas después de haberse aplicado los diferentes tratamientos en el lote bajo estudio.

Tabla N°7: Valores medios de longitud (cm) de ramas banderas (RB), (%), área foliar (cm²), rendimiento por planta (kg/pl) y por hectárea (kg/ha) de cada uno de los cinco tratamientos evaluados en el segundo muestreo de Junio 2019 en las plantaciones de yerba mate.

TRAT. Nº	Long. RB(cm)	Área Foliar (cm ²)	Rend. (kg/pl)	Rend. (kg/ha)
1	177,67 A	16,42 B	4,11 A	7294,88 A
2	171,98 A	14,88 AB	7,14 C	12690,15 CB
3	159,32 A	13,80 A	7,20 C	12789,96 C
4	159,30 A	14,64 AB	6,32 BC	11231,88 BC
5	167,67 A	15,32 AB	5,76 B	10237,77 B
CV (%)	17,74	32,38	22,99	22,99

Medias con la misma letra en cada factor no difieren significativamente, según la prueba de Tukey ($p>0,05$)

En la Tabla N°7 se muestran los valores del ANOVA correspondientes al mes de Junio del año 2019, donde se observa cómo las plantas respondieron a través de las variables biométricas a los diferentes tratamientos.

En estos términos, la Longitud de las ramas banderas (cm) no mostró diferencias entre tratamientos. Llamativamente el AF (cm^2) del testigo alcanzó el mayor valor absoluto y superó de manera significativa al tratamiento T3 pero no se diferenció significativamente de los demás tratamientos que tampoco se diferenciaron entre ellos.

Las aplicaciones de los tratamientos que incluían bioestimulantes permitieron superar estadísticamente al tratamiento testigo en términos de rendimiento expresado en kg/pl y kg/ha. En este sentido los T2 y T3 que no se diferenciaron entre ellos, superaron al T1 y T5 de manera significativa. El tratamiento T4 superó al T1 (testigo) sin diferenciarse significativamente de los dos mejores tratamientos T2 y T3, que permitieron incrementos del rendimiento del 75%.

Se postula que los mayores rendimientos encontrados estarían respondiendo a un posible incremento en el número de hojas por rama bandera, dado que las mismas cuadruplicaron su longitud promedio entre septiembre y junio en todos los tratamientos (Tabla 6 y 7). Esto se sustenta en que el contenido de materia seca (%) fue uniforme y no difirió entre tratamientos, al tiempo que el AF individual llegó inclusive a ser estadísticamente menor que la del tratamiento testigo (T1) para el tratamiento T3 que finalmente alcanzó el mayor rendimiento (12.789,96 kg/ha).

Complementariamente se puede destacar que, en enero de 2019, cuando se aplicó la segunda dosis de los tratamientos, se observó un muy buen estado sanitario general de las plantas del lote bajo estudio(Fig. N°16).



Figura N°16: Enero 2019, plantas sanas creciendo vigorosamente.

Conclusión

Todos los tratamientos que incluían bioestimulantes superaron estadísticamente el rendimiento del tratamiento testigo (T1).

La aplicación de bioestimulantes junto a un fertilizante base permitió incrementar el rendimiento por hectárea hasta un 75%, es por ello que se puede considerar su uso como una alternativa más ecológica y amigable con el ambiente para lograr beneficios altamente positivos en el cultivo de yerba mate. Los Tratamientos N° 2 y 3 que corresponden a la aplicación del fertilizante de base Cainguás con **Agrauxine 4504** en Septiembre, completando en enero con Cainguás con **Agrauxine Biosmart (T2)** o **Agrauxine 4504 (T3)** permitieron alcanzar los máximos rendimientos del cultivo.

Solo los contenidos porcentuales del K y del Ca en hojas fueron modificados y se diferenciaron estadísticamente del testigo por efectos de los tratamientos T4 y T2 respectivamente.

Recomendaciones:

Para próximos trabajos de investigación y a fin de validar los resultados encontrados en este experimento, se sugiere repetirlo y cuantificar la variable número de hojas por rama bandera como componente numérico determinante del rendimiento del cultivo de yerba mate.

Anexo

Imágenes de los informes de Análisis Foliar correspondientes a los momentos de toma de muestras foliares de Junio 2019.

ANÁLISIS DE TEJIDO FOLIAR

SOLICITANTE: Ángela Burgos.

CULTIVO: Yerba Mate.

Fecha de Ingreso: 25/10/2019

MUESTRA	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
T1	3,259	0,083	3,81	1,03	0,57
	3,282	0,092	3,72	1,18	0,45
	3,260	0,092		1,13	0,50
T2	3,208	0,097	3,72	1,48	0,76
	3,745	0,087	4,46	1,55	0,51
	3,802	0,083		1,50	0,65
T3	2,995	0,098	3,72	1,01	0,76
	2,871	0,095	3,72	0,93	0,51
	3,049	0,099		0,96	0,65
T4	3,343	0,085	4,39	0,68	0,60
	3,149	0,091	4,76	0,76	0,61
	3,499	0,087		0,73	0,56
T5	2,915	0,076	4,17	0,97	0,40
	2,799	0,083	3,98	0,81	0,54
	2,889	0,084		0,84	0,46

Bibliografía

- Abbas, SM & SAAkladious. 2013. Application of carrot root extract induced salinity tolerance in cowpea (*Vigna sinensis* L.) seedlings. Pak J Bot. 45:795 – 806.
- Abdalla, MM. 2013. The potential of *Moringa oleifera* extract as a biostimulant in enhancing the growth, biochemical and hormonal contents in rocket (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa*) plants. Int J Plant Physiol Biochem. 5:42 - 49.
- Andrade, FH & VO Sadras (eds). 2002. Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja. E.E.A. INTA Balcarce-F.C.A. U.N.M.P. Argentina, 450 p.
- Andrés, JM & F Saura. 1945. Los cromosomas de la yerba mate y otras especies del género *Ilex*. Publ. Instituto de Genética de la Facultad de Agronomía y veterinaria de Buenos Aires 2:161-168.
- Balconi C, P Stevanato, M Motto , E Biancardi. 2012. Breeding for biotic stress resistance/tolerance in plants. In: Ashraf M, ÖztürkM, Ahman MSA, Aksoy A (eds) Crop production for agricultural improvement. Springer, Dordrecht, pp 57-114.
- Berlyn GP, RORusso. 1990. The use of organic biostimulants to promote root growth. Belowground Ecol. 2:12 – 13.
- Burtnik OJ. 2003. Manual del pequeño yerbatero correntino. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Agencia de Extensión Rural Santo Tomé, Corrientes, 51 pág.
- Coelho C, MT De Araujo & E Schenkel. 2002. Populational diversity on leaf morphology of mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil., Aquifoliaceae). Brazilian Archives of Biology and Technology 45: 47-51.
- Du Jardin P. 2012. The science of plant biostimulants-a bibliographic analysis, ad hoc study on biostimulants products. European Commission, Contract 30-CE0455515/00-96.
- Eibl B, R Fernandez, J Kozarik, A Lupi, F Montagnini, D. Nozzi. 2000. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. Agroforestry Systems 48:1-8.
- Ertani A, M Schiavon, A Altissimo, C Franceschi, S Nardi. 2011. Phenol-containing organic substances stimulate phenylpropanoid metabolism in *Zea mays*. J Plant Nutr Soil Sci. 174:496 - 503.
- Ertani A, S Nardi. 2013. Review: long-term research activity on the biostimulant properties of natural origin compounds. Acta Hortic. 1009:81 – 187.

- Giberti C. 1997. Recursos fitogenéticos relacionados con el cultivo y explotación de la yerba mate (*Ilexparaguariensis* Sy. Hil., Aquifoliáceas) en el cono sur de América. *Acta Horticulturae* 500:137-144.
- Glinska S, M Bartczak, S Oleksiak, A Wolska, B Gabara, M Posmyk, K Jannas. 2007. Effects of anthocyanin-rich extract from red cabbage leaves on meristematic cells of *Allium cepa* L. roots treated with heavy metals. *Ecotox. Environ. Safe.* 68, 343-350.
- Guinan KJ, N Sujeeth, RB Copeland, PW Jones, NM O'Brien, HSS Sharma, PFJ Prouteau, JT O'Sullivan. 2013. Discrete roles for extracts of *Ascophyllum nodosum* in enhancing plant growth and tolerance to abiotic and biotic stresses. *Acta Hortic.* 1009:127 - 136.
- Heckman JR. 1994. Effect of an organic bio-stimulant on cabbage yield. *J Home Consum Hortic.* 1:11 – 113.
- Ibañez JJ. 2007. Biodisponibilidad de los Nutrientes por las Plantas, pH del Suelo y el Complejo de Cambio o Absorbente. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/09/65262>. Ultima consulta: 10/10/20
- INYM (Instituto Nacional de la Yerba Mate). 2017. Registros de yerbales y productores. Disponible en: <https://inym.org.ar/noticias/78357-registros-de-erbales-y-productores.html>. Última consulta: 19/10//2020.
- INYM (Instituto Nacional de la Yerba Mate). 2019. Estadísticas Junio 2019, Julio2020. Disponible en: <https://inym.org.ar/descargar/publicaciones/estadisticas/2019.html>. Ultima consulta: 19/10/2020.
- Kauffman GL, DP Kneivel, TL Watschke. 2007. Effects of a biostimulant on the heat tolerance associated with photosynthetic capacity, membrane thermostability, and polyphenol production of perennial ryegrass. *Crop Sci.* 47:261 - 267.
- KolomazníkK, J Pecha, V Fričová, D Janáčová, V Vašek . 2012. Diffusion of biostimulators into plant tissues. *Heat Mass Transf.* 48:1505 - 1512.
- Kunicki E, A Grabowska, A Sekara, R Wojciechowska. 2010. The effect of cultivar type, time of cultivation, and biostimulant treatment on the yield of spinach (*Spinacia oleracea* L.). *Folia Hortic.* 22:9 - 13.
- Llera V& RD Medina. 2017. Plantación y Fertilización. En: P. Capellari (Ed) Yerba mate, reseña histórica y estadística, producción e industrialización en el siglo XXI 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Consejo Federal de Inversiones, 310 pág.
- MarketsandMarkets, 2019. Bioestimulants Market Disponible en: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/biostimulant-market-1081.html?gclid=CJfh9TvorgCFCU5QgodkTMApw>. Ultima consulta: 19/10/2020.

- Medina RD& AM Burgos. 2017. Sistemática y morfología de la Yerba Mate de su identidad, sus aspectos externos y algunos más íntimos. En: Yerba mate, reseña histórica y estadística, producción e industrialización en el siglo XXI 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Consejo Federal de Inversiones, 310 p.
- Nardi S, P Carletti, D Pizzeghello, A Muscolo. 2009. Biological activities of humic substances. In: Senesi N, Xing B, Huang PM, editors. Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems. Vol 2. Hoboken, NJ: Wiley; p.305 - 340.
- Niklas CO. 1987. Estudios embriológicos y citológicos en la yerba mate *Ilex paraguariensis* (Aquifoliaceae). Bonplandia 6(1): 45-56.
- Pecha J, T Furst, K Kolomazník, V Friebrová, P Svoboda. 2012. Protein biostimulant foliar uptake modeling: the impact of climatic conditions. AIChE J. 58:2010 - 2019.
- Petrozza A;S Summerer, G Di Tommaso , A Piaggesi A. 2013. Evaluation of the effect of Radifarmw treatment on the morphophysiological characteristics of root systems via image analysis. Acta Hortic. 1009:149 - 153.
- Pimentel D. 1997. Techniques for reducing pesticide use: economicand environmental benefits. Wiley, Hoboken.
- Prause, J. 2006. Análisis de suelo. Técnica de muestreos de suelo, agua, plantas. Bases prácticas para la fertilización. Editorial Librería La Paz. Resistencia, Chaco.96 pág.
- Sansberro PA, LA Mroginski, R Bottini. 2000. Giberelinas y brotación de la Yerba Mate (*Ilexparaguariensis* St. Hil.) 5ta. Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas, organizado por UNNE-Campus Resistencia.
- Secretaría de Agroindustria. 2019. Cadena de Yerba Mate-Resumen. Disponible en: http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen_Cadena_2019_YERBA_MATE_JUNIO.pdf. Ultima consulta: 19/10/2020.
- Skromeda M; S Molina ; GM. Arndt; DV Ohashi, MG Balsamo, HJ Kuzdra, RM Mayol.2017. Medición y estimación del área foliar en plantas de yerba mate.Trabajo presentado en el VII Congresso Sulamerivcano de Erva- Mate. III Simpósio Internacional de Erva Mate e Saúde. I Feria de Tecnologia na Indústria Ervateira.
- Sosa, DA, S Barbaro, F Alvarenga, O De Coll, DV Ohashi, R Rybak; JP Agostini. 2011.Yerba mate. Manual de campo. INTA EEA Cerro Azul, Misiones, Argentina.
- Sosa, DA. 2018. Curso de Actualización Técnica en el Cultivo de Yerba Mate. INTA EEA Cerro Azul, del 18 al 21 de septiembre de 2018.

- Stein J, C Luna, F Espasandin, M Sartor, F Espinoza, JP Ortiz, P Sansberro, S Pessino. 2014. Construcción de un mapa genético preliminar de yerba mate (*Ilexparaguariensis*). CienciasAgronómicas 23:7-13.
- Van Velthuizen H. 2007. Mapping biophysical factors that influence agricultural production and rural vulnerability. Food and Agriculture Organization of the United Nations and the International Institute of Applied Systems Analysis, Rome, pp 1-84. <http://www.fao.org/docrep/010/a1075e/a1075e00.htm>.
- Zhang X. & RE Schmidt. 1997. The impact of growthregulatores in the alfa-tocopherol in water stresses *Poa pratensis* L.In Martin, PM and AE Bauman (Eds) International Turfgrass Society Research Journal 8: 1364-1371
- Ziosi V, R Zandoli, A Di Nardo. 2013. Biological activity of different botanical extracts as evaluated by means of an array of in vitro and in vivo bioassays. Acta Hortic. 1009:61 – 66.