

Efeito da aplicação de Azolla e Anabaena mais microrganismos de montanha ativados no desempenho agrônômico da acelga (*Beta vulgaris* L.)

Effect of the application of Azolla and Anabaena plus activated mountain microorganisms on the agronomic performance of chard (*Beta vulgaris* L.)

DOI: 10.34188/bjaerv6n2-065

Recebimento dos originais: 05/01/2023

Aceitação para publicação: 31/03/2023

Eiter Ney Rodríguez Cagua

Ingeniero Agrónomo por la Universidad Técnica de Babahoyo, Ecuador
Finca Oasis de Paz
Km 3 vía Troncal – Palmasola – Buenos Aires, Ecuador
Correo electrónico: akretyen@gmail.com

Victoria Rendón Ledesma

Magister en Educación Agropecuaria Mención Desarrollo Sostenible
Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias
Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador
Correo electrónico: vrendon@utb.edu.ec

Orlando Díaz Romero

Master en Ingeniería Agrícola por la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador
Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias
Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador
Correo electrónico: odiaz@utb.edu.ec

Mario Quispe Sandoval

Maestro en Ciencias Centro de Genética por el Colegio de Postgraduados Montecillo – México
Universidad Técnica de Babahoyo, Facultad de Ciencias Agropecuarias
Km 7,5 vía Babahoyo-Montalvo, Ecuador
Correo electrónico: mquispe@utb.edu.ec

RESUMO

O cultivo de acelga no Equador representa um importante potencial econômico para o desenvolvimento dos produtores de horticultura. Portanto, é necessário estudar metodologias para melhorar os rendimentos e, ao mesmo tempo, reduzir os custos de produção, aproveitando as capacidades da samambaia aquática Azolla, em combinação com as bactérias Anabaena, que permitem o acúmulo de nitrogênio atmosférico e, assim, reduzem a aplicação de fertilizantes sintéticos. O uso de microrganismos ativados da montanha (AMM) (EM) permite que as plantas assimilem melhor os minerais disponíveis na matéria orgânica, liberando-os por meio de sua decomposição e integração no solo. Ao aplicar a solução de Azolla mais Anabaena, fresca ou compostada, estamos adicionando uma quantidade considerável de matéria orgânica, que contém nutrientes disponíveis para as plantas. O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho produtivo das culturas de acelga após a fertilização com o complexo Azolla Anabaena mais Microrganismos Ativados de Montanha (MAM) em Ricaurte, Los Ríos. As atividades do estudo foram realizadas na fazenda "Oasis de Paz", propriedade de Ney Rodríguez Cagua, localizada no distrito de "Palmasola" da paróquia de Ricaurte, cantão de Urdaneta, província de Los Ríos. O projeto experimental foi em blocos completos aleatórios com 8 tratamentos e 3 réplicas, e o teste de Tukey foi aplicado com 5% de significância. Foram avaliadas as seguintes

variáveis: altura da planta, peso da planta, número de folhas por planta, comprimento da folha, comprimento do pecíolo, dias para a colheita, rendimento por hectare e análise econômica. Foram obtidos resultados em que a aplicação dos tratamentos Azolla mais Anabaena mais MMA aproximou os rendimentos do Controle Comercial, que foi o tratamento com os melhores resultados, já que as doses recomendadas de Azolla compostada 2.000 kg/ha + MMA 600 l/ha não mostraram diferença significativa na emissão de folhas, e qualquer um dos dois tratamentos poderia ser usado em situações em que o horticultor precisa substituir o sistema de fertilização. Após a realização da análise econômica, obteve-se que o Tratamento 8 ou Testemunha Comercial apresenta benefícios econômicos de US\$ 3.132,33 em comparação com os US\$ 2.654,74 relatados pelo Tratamento 1, chegando a uma diferença de US\$ 477,59.

Palavras-chave: Acelga, Azolla, Anabaena, Microorganismos eficientes, Nitrogênio, Fertilização.

ABSTRACT

The chard crop in Ecuador represents a referential economic potential for the development of horticultural producers. Therefore, it is necessary to study methodologies to improve yields while reducing production costs; taking advantage of the capabilities of the aquatic fern Azolla, in combination with the bacterium Anabaena, allow the accumulation of atmospheric nitrogen and thus reduce the application of synthetic fertilizers. The use of activated mountain microorganisms (AMM) (EM) allows the plants to better assimilate the minerals available in the organic matter by releasing them through their decomposition and integration into the soil. By applying the solution of Azolla plus Anabaena, either fresh or composted, we are adding a considerable amount of organic matter, which contains nutrients available to plants. The objective of the present study was to evaluate the productive yield of the chard crop after fertilization with the complex Azolla Anabaena plus Activated Mountain Microorganisms (AMM), in Ricaurte, Los Ríos. The study activities were carried out at the "Oasis de Paz" farm, property of Ney Rodríguez Cagua, located in the "Palmasola" precinct of the Ricaurte parish, Urdaneta canton, Los Ríos province. The experimental design was randomized complete blocks with 8 treatments and 3 replications, and the Tukey test was applied at 5% significance. The following variables were evaluated: plant height, plant weight, number of leaves per plant, leaf length, petiole length, days to harvest, yield per hectare and economic analysis. Results were obtained in which the application of the Azolla plus Anabaena plus MMA treatments, approximated the yields to the Commercial Control, which was the treatment with the best results, since the recommended doses of composted Azolla 2 000 kg/ha + MMA 600 l/ha, did not show significant differences in leaf emission, and either of the two treatments could be used in situations where the horticulturist needs to substitute the fertilization system. After carrying out the economic analysis, it was found that Treatment 8 or Commercial Control showed economic benefits of \$3 132.33 USD compared to \$2 654.74 USD reported by Treatment 1, reaching a difference of \$477.59 USD.

Keywords: Chard, Azolla, Anabaena, Efficient Microorganisms, Nitrogen, Fertilization.

1 INTRODUCCIÓN

En nuestro país, el cultivo de productos hortícolas no tradicionales, como la Acelga (*Beta vulgaris* L.), era exclusivo de la región interandina. En la actualidad, las exigencias del mercado y las preferencias de los consumidores, la están volviendo una posibilidad atractiva. (Acosta, 2019).

De la misma manera, Acosta (2019) menciona también que en la actualidad por la preferencia de los consumidores y por las exigencias del mercado se han vuelto rentables, razón por

la cual es cultivada en las provincias de Manabí y Santa Elena con fines de abastecimiento comercial a supermercados de las ciudades de Manta, Portoviejo y Guayaquil, empleando un sin número de variedades por su color y forma acorde a las preferencias de los consumidores.

La actividad hortícola en el país, según Chávez (2019) Es muy variada, tanto por sus particulares sistemas de producción primaria, como por la formación estructural de las cadenas agroalimentarias en el país. Las hortalizas ofrecen una alternativa muy clara para los agricultores medianos y pequeños por su gran cantidad de productos distintos, lo cual permite una mayor seguridad en la comercialización para aprovechar los diferentes nichos de mercado en forma paralela. Siendo la acelga una alternativa altamente rentable en la actualidad ya que su manejo se lo puede realizar en pequeños espacios de terreno.

Sevillano *et al.* (2017) manifiestan que el género *Azolla* constituye un grupo homogéneo, claramente separado de *Salvinia* Adans., el otro género con el que forma la familia *Salviniáceas*. El esporofito consiste en un tallo flotante que consta de un eje principal con nudos de los que parten ramas laterales y verdaderas raíces. Las raíces están sumergidas en el agua y poseen una cofia terminal y numerosos pelos radicales, cuyo desarrollo parece estar controlado indirectamente por el microsimbionte, ya que su contribución al peso fresco es mayor en plantas que carecen de la cianofícea. Las hojas son pequeñas, alternas e imbricadas, y desarrollan dos lóbulos, uno ventral y otro dorsal. El ventral es fino, con poca clorofila y parcialmente sumergido, mientras que el lóbulo dorsal, mucho mayor, es grueso, con abundante clorofila y siempre aéreo, con la propiedad de repeler el agua.

Según lo mencionado por Armijos (2017), encontramos que *Azolla* está forjando un nuevo paradigma del ambiente agropecuario, social, ambiental y económico del Ecuador. La biotecnología relacionada con *Azolla* en el entorno geográfico del ecosistema Guayas incorpora los arrozales, la agricultura, el medio ambiente y la economía, al novedoso quehacer de Conocimiento Tropical. Finalmente, estos bienes y servicios surgen de conceptos de Conocimiento Tropical, un filón exclusivo de salud, riqueza, prosperidad, desarrollo, sostenibilidad y soberanía de la nación.

Méndez *et al.* (2017), mencionan que las macrófitas acuáticas han sido consideradas por varios autores como una plaga debido a su rápido crecimiento que en ocasiones llegan a invadir lagunas y ocasionan varios problemas. Sin embargo, si se maneja adecuadamente su poder de proliferación, su capacidad de absorción de nutrientes y la bioacumulación de otros compuestos del agua las convierten en una herramienta útil en el tratamiento de aguas residuales. En el mundo y en particular en Asia, los granjeros producen y cosechan plantas acuáticas para diferentes propósitos, los que incluyen, abonos verdes y fuente de alimento animal.

Ube (2014) expresa que *Anabaena* es un simbiote extracelular que habita en cavidades formadas en las hojas del helecho, del que obtiene protección física y química, a la vez que un aporte de nutrientes minerales y compuestos energéticos.

Las cianobacterias son procariontes fotosintéticos oxigénicos que representan uno de los reinos de las bacterias poseyendo una relación lejana con las bacterias gram positivas (Guamán *et al.* 2016)

La asociación *Azolla* – *Anabaena*, es la única simbiosis conocida entre una pteridofita y una cianofícea y está ampliamente distribuida en aguas dulces tropicales y templadas en todo el mundo. Todas las especies de *Azolla* investigadas contienen una alga azul – verdosa identificada como *Anabaena azollae* y raramente se ha encontrado el helecho en condiciones naturales libre del microsimbionte (Lira 2018).

Existen varias especies de *Anabaena* han sido halladas viviendo en asociaciones simbióticas mutualistas con algas y plantas fanerógamas. Estas habitan dentro del cuerpo de su hospedero y le proveen de nitrógeno a cambio de protección contra los depredadores (Lira 2018).

La interrelación de microorganismos benéficos presentes en los campos saludables, por lo general donde no se ha efectuado la afectación negativa ocasionada por la intervención del hombre), se consideran EM (Effective Microorganisms o Microorganismos Eficaces) (Torota, 2018).

Los microorganismos de montaña activados (MMA), son denominados a los EM, que han sido capturados de su ambiente natural y sometidos a cultivo de forma artificial, en medios naturales, sin manipulación genética, siendo compatibles entre sí, potencializando su efecto individual al actuar en asociación (Peralta, 2019).

Los EM (Microorganismos Eficaces), son una combinación de Bacterias Fotosintéticas o Fototróficas, Bacterias Ácido Lácticas y Levaduras que juntas, trabajando en simbiosis y en equipo se adaptan a cada ámbito y mejoran, optimizan y equilibran el ecosistema en el que están (Pazmiño, 2016).

Con los productos EM, los problemas comunes a los que se enfrentan los seres humanos - crisis alimentarias, degradación del medio ambiente, atención sanitaria, etc.- pueden resolverse; el cultivo de cultivos con productos EM puede ayudar a que tanto los productores como los consumidores estén sanos y enriquecerá el ecosistema. EM ayudará a la granja de manera sostenible, proteger el medio ambiente y mantener la salud de las personas; ayudará a la agricultura, la ganadería, el medio ambiente y la sociedad a transformarse en cíclicos y sostenibles, y nos permitirá vivir en una sociedad basada en la convivencia y la convivencia (Moroch y Leiva, 2019).

2 METODOLOGÍA

El trabajo experimental se realizó en la finca “Oasis de Paz”, propiedad de Ney Rodríguez Cagua, ubicada en el recinto “Palmasola” de la parroquia Ricaurte, cantón Urdaneta, provincia de Los Ríos. Se ubica en el km 3 de la vía Troncal – Palmasola – Buenos Aires, a 25 msnm en las coordenadas geográficas UTM: 9 827 867 de latitud sur y 677 112 de longitud occidental. La zona presenta un clima tropical húmedo según la clasificación de Köppen, con una temperatura media anual de 25.3 ° C, precipitación anual 1871.3 mm, humedad relativa de 86 %, heliofanía promedio diaria de 2,5 horas. Se estudiaron dos factores; a) Comportamiento agronómico del cultivo de Acelga; b) Dosis de aplicación del complejo Azolla Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados en cultivo de Acelga; se evaluaron los siguientes tratamientos como se indica en la siguiente Tabla 1:

Tabla 1. Tratamientos estudiados en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta Vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA), en Ricaurte Provincia de los Ríos, Ricaurte, 2020

Tratamientos		Frecuencia Días Después de la Siembra
Nº	Dosis	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ microorganismos de montaña activados 600 L/ha.	1/3 A la siembra, 1/3 20 Días Después de la Siembra y 1/3 40 Días Después de la Siembra
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 L/ha.	1/3 A la siembra, 1/3 20 Días Después de la Siembra y 1/3 40 Días Después de la Siembra
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + Microorganismos de montaña activados 600 L/ha.	1/3 A la siembra, 1/3 20 Días Después de la Siembra y 1/3 40 Días Después de la Siembra
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + microorganismos de montaña Activados 600 L/ha.	1/3 A la siembra, 1/3 20 Días Después de la Siembra y 1/3 40 Días Después de la Siembra
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	1/3 A la siembra, 1/3 20 Días Después de la Siembra y 1/3 40 Días Después de la Siembra
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	1/3 A la siembra, 1/3 20 Días Después de la Siembra y 1/3 40 Días Después de la Siembra
T7	Microorganismos de montañaactivados 600 L/ha	1/3 A la siembra, 1/3 20 Días Después de la Siembra y 1/3 40 Días Después de la Siembra
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha (Testigo comercial) ²	1/3 (N), 100% (P) y 100% (K) a la siembra. 1/3 (N) 20 Días Después de la Siembra 1/3 (N) 40 Días Después de la Siembra

² Se considera Testigo Comercial, con la finalidad de observar el alcance de la fertilización mediante el uso de Azolla y Anabaena más microorganismos de montaña activados, respecto a éste.

Para el desarrollo y evaluación estadística del ensayo se aplicó el diseño experimental “Bloques completos al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones. Para la evaluación y comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 5% de posibilidades. Se efectuó la preparación del terreno, iniciando con una limpieza con moto guadaña, luego se procedió a levantar camellones cada 0,50 cm utilizando azadón con el suelo humedecido.

La siembra se realizó de forma directa sobre camellones levantados cada 50 cm. con distanciamiento entre plantas de 25 cm; colocando tres semillas por sitio, luego se fueron realizando raleos hasta que se dejó una planta por sitio.

El control de malezas se realizó manualmente, con machete y binadora, con lo que se logró realizar control de las poblaciones de arvenses. Durante los primeros 30 Días después de la siembra, se desarrollaron una vez por semana, luego cada diez días.

Dentro del control fitosanitario se realizó una aplicación de Caldo Bordelés (10 gramos de sulfato de cobre y 20 gramos de hidróxido de calcio en un litro de agua) como fungicida preventivo, a la siembra, para evitar la aparición de hongos patógenos que puedan afectar a las plántulas, existieron pequeños ataques de defoliadores, donde no se realizaron aplicaciones de insecticidas, ya que con las aplicaciones de microorganismos de montaña activados no se incrementaron las poblaciones hasta alcanzar umbrales de daño severo en las plantas.

El sistema de riego utilizado, fue el de riego localizado, con cintas de irrigación con goteros insertados cada 20 cm. Durante la primera siembra se realizó tres aplicaciones por semana, durante tres períodos semanales, luego se suspendió a partir del inicio de la época lluviosa.

La aplicación de fertilización fue realizada siguiendo los parámetros planteados en los tratamientos. La cosecha se realizó cuando las hojas principales mostraron un adecuado grado de madurez en los que sean óptimas para el consumo en las diferentes recetas, en general se obtuvieron los primeros cortes a partir de los sesenta y cinco Días Después de la Siembra, hasta los setenta y cinco Días Después de la Siembra. Fue realizada de forma manual, efectuando cortes con cuchillo, en el punto de inserción del peciolo en el tallo, sin lastimar el resto de la planta.

La altura de planta se obtuvo midiendo la altura de diez plantas al azar, al momento de la cosecha, tomando desde la superficie del suelo hasta el ápice de las hojas más sobresalientes, expresado en cm.

El peso de las plantas se determinó al momento de la cosecha para establecer el comportamiento de este aspecto en relación a su descripción genética y la semejanza con sus pares producidas en condiciones diferentes a las del ensayo. Se expresó el resultado en gramos.

La longitud de las hojas se contabilizó al momento de la toma de datos, considerando la totalidad de hojas en las plantas evaluadas, obteniendo como resultado un valor referencial de las posibles hojas a cosechar anualmente.

La longitud de los peciolo fue tomada en las terceras hojas de las plantas evaluadas, siendo considerada desde el punto de corte hasta el inicio de la hoja, expresando resultado en cm.

La cosecha se realizó cuando las plantas mostraron su grado óptimo de madurez en un 60 % del total del cultivo, la misma que se determinó por la estructura, consistencia y color de las hojas y peciolo, donde se obtuvieron los primeros cortes a partir de los sesenta y cinco Días Después de la Siembra, hasta los setenta y cinco Días Después de la Siembra.

Fue analizado el rendimiento de acuerdo al peso de las plantas, para conocer la cantidad de biomasa obtenida, midiendo los pesos de diez plantas en cada unidad experimental, expresando el resultado en kilogramos por hectárea.

En el análisis económico se consideró principalmente el costo de los tratamientos, todas las actividades realizadas y rendimiento de hojas obtenidas, agrupadas en atados de diez hojas por unidad; al precio de mercado mayorista.

3 RESULTADOS

La Tabla 2, permite observar los promedios de altura de plantas al momento de cosecha, en cada uno de los tratamientos. El análisis de varianza detectó diferencia altamente significativa en los tratamientos, con un coeficiente de Variación de 3,65%.

La aplicación de Nitrógeno, Fósforo y Potasio en 140, 70 y 50 Kg/ha respectivamente (T8), alcanzó una altura promedio de 65,33 cm, siendo estadísticamente igual a los tratamientos T1; T2; T3, y T4, sin mostrar diferencia estadística significativa entre sí, en tanto que el tratamiento de microorganismos de montaña activados en dosis de 600 l/ha, presentó una altura mínima de 54,16 cm.

Tabla 2. Altura de la planta en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

N°	Tratamientos		Altura de planta	
	Dosis		Medias	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.		64,16	a b
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.		64,09	a b
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.		63,75	a b
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.		62,44	a b
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha		57,93	b c
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha		59,88	a b c
T7	MMA 600 L/ha		54,16	c
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha		65,33	a
Promedio general			61,47	
Significancia estadística			**	
Coeficiente de variación (%)			3.65%	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) NS = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

La variable Peso de la planta, mostró diferencia altamente significativa en el análisis de varianza, cuyo coeficiente de variación fue 2,81%, como se observa en la Tabla 3. El tratamiento con mayor promedio de altura es el Testigo Comercial, alcanzando 920.31 gramos, los tratamientos de Azolla fresca 3 500 kg/ha + MMA 600 l/h con un peso promedio de 873.47 gramos; seguido del tratamiento de Azolla compostada 2 000 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 l/ha alcanzan promedios que podrían considerarse aceptables, sin embargo, los resultados obtenidos, fruto del presente trabajo, indican que el Tratamiento 8 es el mejor. El mínimo promedio alcanzado lo refleja el tratamiento microorganismos de montaña activados 600 k/ha, con un peso promedio de 308.53 gramos.

Tabla 3. Peso de la planta en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Tratamientos		Peso de planta	
Nº	Dosis	Medias	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.	873,47	a b
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	771,90	c
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	826,74	b
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.	534,02	d
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	468,47	e
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	428,78	e
T7	MMA 600 L/ha	308,53	f
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha	920,31	a
Promedio general		641,53	
Significancia estadística		**	
Coeficiente de variación (%)		2,81%	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$) NS = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

El análisis de varianza en la variable: Número de hojas por planta, nos muestra que alcanzó diferencia altamente significativa, como se expresa en la Tabla 4, con un coeficiente de variación de 2,77 %. Los tratamientos T8 y T3; Testigo comercial y Azolla compostada 2 000 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 l/ha, no muestran diferencia significativa, teniendo los mayores promedios: 8,87 y 8,63 respectivamente. El mínimo promedio lo obtuvo el tratamiento T7: microorganismos de montaña activados 60 l/ha.

Tabla 4. Número de hojas por planta en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Tratamientos		Nº de hojas	
Nº	Dosis	Medias	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.	8,53	a b
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	8,37	a b
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	8,63	a
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.	7,93	b c
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	7,70	c d
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	7,57	c d
T7	MMA 600 L/ha	7,17	d
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha	8,87	a
Promedio general		8,10	
Significancia estadística		**	
Coeficiente de variación (%)		2,77%	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

NS = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

La longitud de hojas demuestra alta significancia estadística, de acuerdo al análisis de varianza de acuerdo a la Tabla 5, donde el coeficiente de variación es de 4,66%. Los tratamientos T1 y T3: Azolla fresca 3 500 kg/ha+ microorganismos de montaña activados 600 L/ha y Azolla compostada 2 000 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 L/ha, no muestran diferencia significativa a pesar de haber alcanzado los mayores promedios en 34.63 y 34.51 cm, respectivamente. El menor promedio lo encontramos en el tratamiento T7: microorganismos de montaña activados 600 l/ha.

Tabla 5. Longitud de hojas en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta Vulgaris L.*) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Tratamientos		Longitud de hojas	
Nº	Dosis	Medias	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.	34,63	a
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	30,71	a b c
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	34,51	a
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.	31,10	a b c
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	29,46	b c
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	27,9	c
T7	MMA 600 L/ha	27,73	c
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha	33,31	a b
Promedio general		31,17	
Significancia estadística		**	
Coeficiente de variación (%)		4.66%	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

NS = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

En la Tabla 6, permite la observación de los promedios de los tratamientos, cuyo análisis de varianza demuestra alta significancia estadística, con un promedio general de 30,8; coeficiente de variación 6,36 %. El promedio mayor es alcanzado por el tratamiento T3: Azolla compostada 2 000 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 L/ha, siendo este de 34.45 cm; el mínimo promedio lo obtuvo el tratamiento T6: Azolla compostada 2 000 kg/ha, con 27.05 cm.

Tabla 6. Longitud de peciolo en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Tratamientos		Longitud de peciolo	
Nº	Dosis	Medias	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.	32,09	a b c
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	31,50	a b c
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	34,45	a
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.	32,39	a b c
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	27,98	b c
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	27,05	c
T7	MMA 600 L/ha	28,15	b c
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha	32,79	a b
Promedio general		30,80	
Significancia estadística		**	
Coeficiente de variación (%)		6,36%	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05) NS = no significativo
* = significativo
** = altamente significativo

En la Tabla 7, de acuerdo al análisis de varianza aplicado al promedio de días a la cosecha, observamos alta significancia, con promedio general de 70.54 días a la cosecha, y coeficiente de variación del 6,36%. En el análisis de esta variable, se obtiene la mayor precocidad con el tratamiento T8: Testigo comercial con 61,36 días a la cosecha, siendo tardío el tratamiento T6 Azolla compostada 2 000 kg/ha, con 74,33 días a la cosecha.

Tabla 7. Días a la cosecha en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Tratamientos		Días a la cosecha	
Nº	Dosis	Medias	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.	70,00	c d
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	70,33	b c d
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	69,67	d
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.	71,00	a b c d
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	74,00	a b
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	74,33	a
T7	MMA 600 L/ha	73,67	a b c
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha	61,33	e
Promedio general		70,54	
Significancia estadística		**	
Coeficiente de variación (%)		6,36%	

Letras distintas indican diferencias significativas (p<=0,05)
NS = no significativo
* = significativo
** = altamente significativo

El rendimiento por hectárea, como indica la Tabla 8, el análisis de varianza expresa alta significancia estadística en los promedios, con un coeficiente de variación de 3,28% y promedio general de 12 922,14 kg/ha. El tratamiento T8, testigo comercial alcanza el promedio de peso total más alto alcanzando un promedio de 18 884,17 kg de peso fresco/ha, seguido por el tratamiento T1 compuesto por Azolla fresca 3 500 kg/ha+ microorganismos de montaña activados 600 L/ha, con 17 597,2 kg de peso fresco/ ha.

Tabla 8. Rendimiento por hectárea en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta vulgaris* L.) a la aplicación de Azolla y Anabaena más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Tratamientos		Rendimiento por hectárea	
Nº	Dosis	Medias	
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.	17597,2	b
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	15421,47	c
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	16461,77	b c
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.	10757,13	d
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	9495,8	e
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	8529,03	e
T7	MMA 600 L/ha	6230,53	f
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha	18884,17	a
Promedio general		12922,14	
Significancia estadística		**	
Coeficiente de variación (%)		3.28%	

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

NS = no significativo

* = significativo

** = altamente significativo

En la Tabla 9, se observa de forma clara los resultados económicos, donde el mejor beneficio se obtiene con el tratamiento N, P, K recomendado para el cultivo, sin embargo, puede ser muy rentable utilizando Azolla fresca en dosis de 3 500 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 l/ha y Azolla compostada en dosis de 2 000 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 l/ha, con rentabilidad de: \$ 3 132,33; \$ 2 654,74 y \$ 2 282,68 USD, respectivamente.

Tabla 9. Análisis económico, en el ensayo: Comportamiento agronómico de la Acelga (*Beta vulgaris* L.) a la aplicación de *Azolla* y *Anabaena* más Microorganismos de Montaña Activados (MMA).

Tratamientos		COSTOS DE PRODUCCIÓN (USD)							
Nº	Dosis	Rend.Kg/ha	Atados/ha	Valor de producción (USD)	Fijos	Costos de productos Trat.	Costos de jornales Trat.	TOTAL	Beneficio neto (USD)
T1	Azolla fresca 3 500 kg/ha+ MMA 600 L/ha.	17603	24530	6132,48	3037,74	350,00	90,00	3477,74	2654,74
T2	Azolla fresca 3 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	15438	21513	5378,34	3037,74	300,00	90,00	3427,74	1950,61
T3	Azolla compostada 2 000 kg/ha + MMA 600 L/ha.	16535	23042	5760,42	3037,74	350,00	90,00	3477,74	2282,68
T4	Azolla compostada 1 500 kg/ha + MMA 600 L/ha.	10680	14884	3720,89	3037,74	262,50	90,00	3390,24	330,65
T5	Azolla fresca 3 500 kg/ha	9369	13056	3264,10	3037,74	350,00	90,00	3477,74	-213,64
T6	Azolla compostada 2 000 kg/ha	8575	11950	2987,55	3037,74	350,00	90,00	3477,74	-490,19
T7	MMA 600 L/ha	6171	8599	2149,70	3037,74	150,00	30,00	3217,74	-1068,04
T8	140 (N), 70 (P), 50 (K) kg/ha	18606	25928	6482,07	3037,74	252,00	60,00	3349,74	3132,33

Atados/ha = Rend. Kg/ha / (89,7*8)*

Costo atado (Mayorista) = \$ 0,25 USD

Atados/ha = Rend. Kg/ha / (89,7*8)*

Urea: \$ 21,00 USD/saco

MICROORGANISMOS DE MONTAÑA

ACTIVADOS: \$ 0,25 usd

Costo jornal: \$ 10,00 USD

Costo Azolla fresca: \$ 0,10 USD/kg

Costo Azolla compostada \$ 0,175 USD/kg

8 -20 - 20: \$ 27,00 USD/saco

*(89,7*8) = Peso promedio hoja * hojas / atado

4 CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos en el presente trabajo experimental se puede concluir que:

- Las dosis recomendadas para el cultivo de acelga, permitieron alcanzar los mejores resultados en el ensayo, siendo el referente para obtener los rendimientos que se esperan en una producción comercial del material genético evaluado.
- En la longitud de hojas y longitud de peciolo el tratamiento T3, Azolla compostada en dosis de 2 000 kg/h + microorganismos de montaña activados 600 l/h, presentó una alta eficiencia superando al Tratamiento testigo, demostrando potencial en la fertilización biológica en la producción hortícola, en el presente caso, la producción de Acelga.
- Los tratamientos T8 y T3; Testigo comercial y Azolla compostada 2 000 kg/ha + microorganismos de montaña activados 600 l/ha, no muestran diferencia significativa en la emisión foliar.
- Respecto a los resultados del análisis económico realizado en el presente trabajo, se encuentra que el mejor resultado es el del tratamiento testigo comercial T8, donde se obtienen beneficios económicos por \$3 132,33 USD frente a los \$2 654,74 USD que reporta el Tratamiento 1, indicando una diferencia de \$477,59 USD.

REFERENCIAS

- Acosta, F. 2019. Respuesta del cultivo de acelga (*Beta vulgaris* var. Cicla I.) a la fertilización orgánica foliar. Experimental. Cantón Rocafuerte, Universidad de Guayaquil. 71 p.
- Chávez, C. 2019. Investigación de la acelga (*beta vulgaris*) y propuesta gastronómica en el cantón de Colta de la Provincia de Chimborazo. Tesis de Grado Administrador Gastronómico. Cantón Colta, Universidad Tecnológica Equinoccial. 150 p.
- Guamán, A., Empuño, A., Jaramillo, M., Burgos, F. 2016. Aplicación de la Cianobacteria *Anabaena* sp. CPB 4337 como bioindicador de toxicidad por metales pesados en el embalse ESPOL. 105 p.
- Lira, C. 2018. *Anabaena*: características, hábitat, reproducción y nutrición (en línea, sitio web). Disponible en <http://www.life.com/anabaena/>.
- Méndez, Y., Pérez, F., Reyes, J. 2017. La Azolla sp: un recurso no convencional valioso en la alimentación acuícola (en línea). Universidad de Granma Facultad de Medicina Veterinaria Centro de Estudios de Producción Animal.
- Morocho, M., Leiva, M. 2019. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas (en línea). Centro Agrícola 46(2). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093#B36.
- Pazmiño, J. 2016. Estudio del comportamiento agronómico de tres cultivares de Acelga (*Beta vulgaris*), con hidrolato de leguminosa en té de estiércol mediante sistema organopónico en la zona de Babahoyo (en línea). Babahoyo, Universidad Técnica de Babahoyo. 52 p. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3243>.
- Peralta, A. 2019. Comportamiento agronómico de la variedad de arroz Iniap 15 a la fertilización combinada con micro alga y líquenes en el cantón Yaguachi, Provincia del Guayas (en línea). Yaguachi, Universidad Técnica de Babahoyo. 66 p. Consultado 12 mar. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/218>.
- Sevillano, F., Subramaniam, P., Rodríguez, C. 2017. La asociación simbiótica fijadora de nitrógeno atmosférico azolla – *Anabaena* :233-252.
- Tотора, N. 2018. Producción de acelga (*Beta vulgaris* L.) con aplicación de microorganismos eficaces en CIP ILLPA - PUNO. Puno - Perú, Universidad Nacional del Altiplano de Ciencias Agrarias. .
- Ube, R. 2014. Adaptación y comportamiento agronómico de dos variedades de acelga (*Beta vulgaris*), sembradas mediante sistema hidropónico de raíz flotante, en la zona de Babahoyo (en línea). Babahoyo, s.e. 60 p. Consultado 19 feb. 2020. Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/683>.