

INOCULANTES BACTERIANOS DEL GÉNERO *AZOTOBACTER* EN LA ASOCIACIÓN DEL PASTO *ANDROPOGON GAYANUS* CON *CLITORIA TERNATEA* Y KUDZU (*PUERARIA PHASEOLOIDES*)

Pincay-Ganchozo, R. A.¹; Luna-Murillo, R. A.¹; Espinoza-Coronel, A. L.²; Medina Villacís, M. L.³

¹Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Dirección Av. Los Almendros y Pujilí. Cotopaxi-Ecuador.

²Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia. Coordinación de Vinculación. Dir. Parroquia San Cristóbal Km 3.5 vía Valencia sector el Pital uno. Los Ríos-Ecuador.

³Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias. Extensión La María. Dir. Km 7 vía Quevedo – El Empalme Los Ríos - Ecuador.

roger.pincay5332@utc.edu.ec

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en la asociación del pasto *Andropogon gayanus* con *Clitoria ternatea* y *Pueraria phaseoloides*. El experimento se llevó a cabo en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo - El Empalme, Ecuador. Para la evaluación del experimento en las diferentes edades de rebrote (45 y 60 días) se utilizó un muestreo destructivo y se evaluaron las siguientes variables: longitud de raíces (cm), peso de raíces y biomasa fresca aérea (g/planta). Se determinó la composición bromatológica de las leguminosas empleando el método propuesto por la AOAC (1990). También se evaluó la composición microbiológica de la rizósfera. En el pasto *Andropogon gayanus* se encontró la mayor longitud y biomasa de raíz con la aplicación del inoculante *A. beijerinckii*. En *Clitoria ternatea* a los 45 DDS recae el mayor porcentaje de proteína en relación a *Pueraria phaseoloides* que se obtuvo a los 60 DDS. Lo que fue la población microbiológica de la rizósfera se evidenció que con el inoculante *A. vinelandii* se obtuvo la mayor población de bacterias y hongos.

Palabras clave: gramínea, leguminosas, microorganismos, bromatología

INTRODUCCIÓN

La superficie de uso agropecuario en Ecuador es 12.355.146 ha, donde 677.911 ha corresponde a pastos naturales y un alrededor de 2.447.634 ha a pastos cultivados, reflejando un total de 3.125.545 ha. Es decir que el 25, 29 % del uso de suelo agropecuario está ocupado por pastos (INEC, 2017). Entre las gramíneas forrajeras de mayor propagación para la alimentación ganadera, particularmente en los trópicos se encuentra el pasto *Andropogon gayanus*, pastura que se adapta a diferentes tipos de suelo. Actualmente, existe disminución en su productividad y valor nutritivo, no satisface las exigencias del ganado bovino, principales causas desconocimiento del manejo de la gramínea, falta de asociación con fabáceas.

Una de las estrategias para aumentar la producción de esta especie es la asociación con leguminosas (Benítez *et al.*, 2017 y Rojas *et al.*, 2005). Por otra parte, existen la aplicación de biofertilizantes en las plantas, estos que estimulan el crecimiento y rendimiento de los cultivos, como es el caso de las bacterias promotoras del crecimiento vegetal (BPCV), que promueven el

crecimiento de las plantas de forma directa e indirecta, como es la solubilización de nutrientes en formas más disponible para las plantas, producción de bioestimulantes del crecimiento y suprimen la proliferación de fitopatógenos, las BPCV son biotecnologías que no contribuyen a la creciente contaminación del medio ambiente que generan las tecnologías agroquímicas (Rueda-Puentes *et al.*, 2015). Según, Sánchez y Pérez (2019) los microorganismos promotores del crecimiento vegetal son una alternativa para mejorar la producción de los cultivos forrajeros. En Ecuador, no se encuentra documentado el crecimiento y rendimiento del pasto *Andropogon gayanus* en asociación con leguminosas tropicales y aplicación de biofertilizantes. En este orden de ideas, generar conocimiento e información del aumento productivo de las especies forrajeras mediante la aplicación de tecnologías amigables con el medio ambiente, es importante para que el productor pecuario incremente su producción de forma sostenible.

Teniendo en cuenta lo anterior, en la presente investigación se planteó como objetivo evaluar el efecto de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en la

asociación del pasto *Andropogon gayanus* con *Clitoria ternatea* y kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El experimento se llevó a cabo en la finca experimental “La María”, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), ubicada en el km 7 de la Vía Quevedo - El Empalme, situada geográficamente a 01º 06’ de latitud Sur y 79º 29’ de longitud Oeste. A una altura de 73 metros sobre el nivel del mar. La localidad presenta un clima tropical húmedo, con precipitación media 2.229,60 mm/año. Temperatura promedio de 24,83° C; humedad relativa 86 % (INAMHI, 2018).

Manejo y variables a evaluar

En el presente estudio se evaluó las asociaciones de *Andropogon gayanus* + *Pueraria phaseoloides* y *Andropogon gayanus* + *Clitoria ternatea* con la aplicación de tres inoculantes bacterianos que fueron: *Azotobacter beijerinckii*, *Azotobacter chroococum* y *Azotobacter Vinelandii*, también se llevó a cabo el protocolo sin inoculante para las dos asociaciones. Como primer paso para dar inicio a la investigación se llenaron macetas de 45 kg al 100 % de su capacidad con suelo del sitio experimental. Posteriormente, se procedió a realizar el respectivo muestreo del suelo aplicando el método descrito por Schweizer (2011); donde se extrajeron submuestras en forma de zigzag a 0.20 m de profundidad, cada submuestra tenía 1,00 kg de suelo, las cuales fueron enviadas al laboratorio de análisis químico agropecuario “AGROLAB” con la finalidad de conocer la cantidad de macros y microelementos del suelo (tabla 1). Las unidades experimentales fueron las macetas, donde a estas se les fijo fechas de cosechas que fueron a los 45 y 60 días después de la siembra (DDS).

Para la evaluación del experimento en las diferentes edades de rebrote se utilizó un muestreo destructivo y se evaluó la longitud de raíces (cm), peso de raíces y biomasa fresca aérea (g/planta), respectivamente en las tres especies forrajeras. Para determinar el crecimiento radicular se utilizó un flexómetro en todas las edades, desde la base del tallo hasta el tope de la raíz. En la variable peso de raíces se calculó considerando el peso de las unidades experimentales que fueron pesadas después de haber sido lavadas y extraído toda la tierra. El peso de la biomasa aérea se lo efectuó pesando el material vegetativo de cada una de las leguminosas y de la gramínea para cada una de las edades. Tanto a los 45 y 60 DDS se determinó el porcentaje de humedad, proteína, grasa, ceniza y fibra de las leguminosas empleando el método propuesto por la AOAC (1990). También se analizó la composición microbiológica en las diferentes

edades; consistiendo en la mezcla de muestras de la rizósfera de las diferentes asociaciones gramínea-leguminosa, con la finalidad de observar el crecimiento de poblaciones totales y de grupos funcionales mediante la aplicación de los inoculantes bacteriano. Los análisis microbiológicos se realizaron en el Centro de Investigaciones de Palma Aceitera-CIPAL, donde se utilizaron los métodos descritos por Sánchez-Yáñez *et al.* (2007), medios selectivos: para bacterias (agar nutritivo), hongos (agar rosa de bengala), actinomicetes (agar caseína), solubilizadores de fósforo (agar ramos callao), celulolíticos (agar extracto de suelo) y fijadores de nitrógeno de vida libre (agar watanabe).

Diseño experimental

El diseño fue completamente al azar, con arreglo factorial; factor A asociaciones (*Andropogon gayanus* + *Pueraria phaseoloides* y *Andropogon gayanus* + *Clitoria ternatea*), B edades de cosecha (45 y 60 DDS) y C (inoculación y no inoculación de *Azotobacter* spp en las dos asociaciones), la unión de los tres factores (A, B y C) consistió en los tratamientos. Se realizaron tres replicas por tratamiento.

Análisis de los datos

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y comparación de medias por Test de Tukey al nivel de significancia 0,05. La información se procesó en el software para análisis estadísticos de aplicación general Infostat (Di Rienzo *et al.*, 2018).

Tabla 1. Análisis de suelo

Parámetros	Valor	Interpretación
pH	6,12	Ligeramente ácido
C. E. ds/m	0,20	No salino
M.O %	4,95	Medio
NH 4 ppm	30,10	Bajo
P ppm	35,9	Alto
S ppm	12,25	Medio
K meq/100 g	2,33	Alto
Ca meq /100 g	23,00	Alto
Mg meq/100 g	3,70	Medio
Cu ppm	17,70	Alto
Boro ppm	0,28	Medio
Fe ppm	366,00	Alto
Zn ppm	16,80	Alto
Mn ppm	26,30	Alto
Ca/Mg	6,22	Alto
Mg/K	1,59	Bajo
Ca+Mg/K	11,46	Optimo

Fuente: Laboratorio de análisis químico agropecuario-AGROLAB (2018)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la asociación del sistema radicular de las leguminosas con la aplicación de inoculantes bacterianos del género *Azotobacter*. En la **figura 1** se observa que las asociaciones durante los 45 y 60 DDS con y sin la aplicación de biofertilizantes no hay diferencia significativa ($p > 0,05$). No obstante, las leguminosas obtuvieron una respuesta opuesta por los inoculantes en cada una de las edades; donde *Pueraria phaseoloides* con la inoculación de *A. beijerinckii* y *A. chroococum* obtuvo el mayor crecimiento de raíz respectivamente para los 45 y 60 DDS. Mientras que, *Clitoria ternatea* obtuvo los mayores crecimientos radiculares con el inoculante *A. chroococum* y sin inoculante, respectivamente para los 45

y 60 DDS. Resultados que se encuentran ampliamente relacionado con lo reportado por Gonzales y Fuentes (2017), donde indicaron que las especies bacterianas del género *Azotobacter* son de vida libre lo cual no forman una simbiosis o también se asocian temporalmente con las raíces de las plantas; lo que genera que las plantas no mantengan una respuesta homogénea durante sus distintas fases fenotípica. En este sentido, el precursor triptófano juega un rol significativo en la capacidad de una colonización rápida y producción de mayor ácido indolil-3-acético (AIA) (Canchignia *et al.*, 2015); el AIA producido por BPCV tiene impacto significativo en la interacción planta-microorganismo, contribuyendo en la promoción del crecimiento radicular y foliar de la planta (Vega-Celedón *et al.*, 2016).

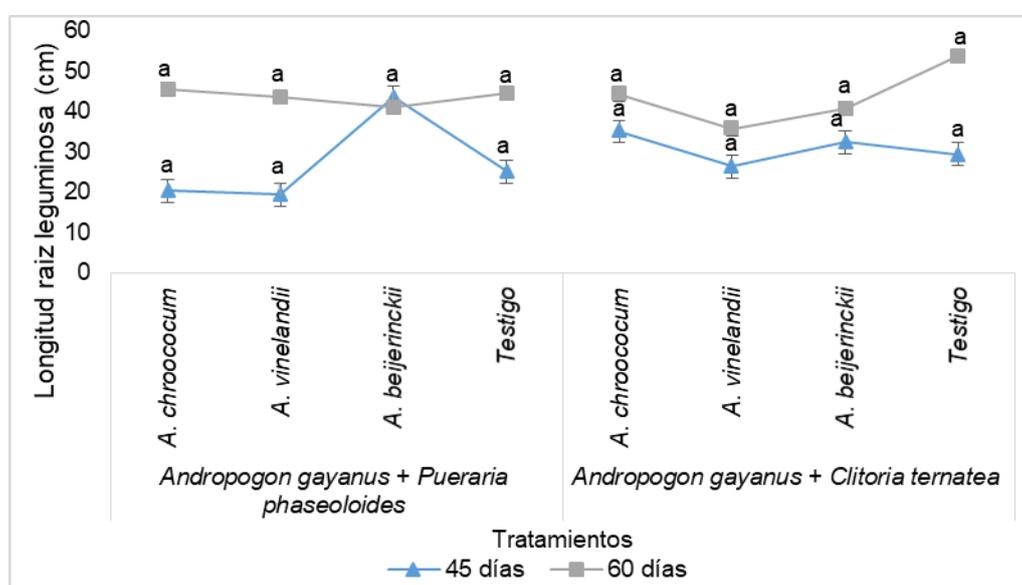


Figura 1. Longitud raíz (cm) de *Pueraria phaseoloides* y *Clitoria ternatea* en la asociación con el pasto *Andropogon gayanus* e inoculantes *Azotobacter* spp, medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p > 0,05$)

En el estudio realizado sobre el crecimiento radicular del pasto *Andropogon gayanus*. En la **figura 2**, se evidencia que no hay diferencias estadísticas ($p > 0,05$) entre la asociación del pasto *A. gayanus* con *P. phaseoloides* y *C. ternatea*. Sin embargo, los mayores promedios se obtuvieron en el intercalo *Andropogon gayanus + Clitoria ternatea*, generados por el inoculante *A. beijerinckii*, reflejando valores de 53,50 y 50,33 cm respectivamente para los 45 y 60 DDS. También se observó que el inoculante *A. beijerinckii*, sobre el intercalo *Andropogon gayanus + Pueraria phaseoloides* promovió el mayor crecimiento de raíz durante los 45 y 60 DDS reflejando valores de 37,17 y 39,50 cm respectivamente. Estudios

realizados por Abril *et al.* (2017) sobre el crecimiento del pasto *Megathyrsus maximus* Jacq con la aplicación de bacterias del género *Bacillus* y *Azotobacter*, encontraron que las cepas *Bacillus* spp favorece el crecimiento de las raíces y altura de planta. Estos resultados demuestran la selectividad de los microorganismos hacia varias especies vegetales. En este sentido, los exudados emitidos por las raíces de las plantas, son utilizados por los microorganismos como fuente nutritiva influyendo indirectamente en las interacciones entre los microorganismos colonizadores a través de la acción selectiva que ejercen sobre especies o grupos particulares (Soroa-Bell *et al.*, 2009).

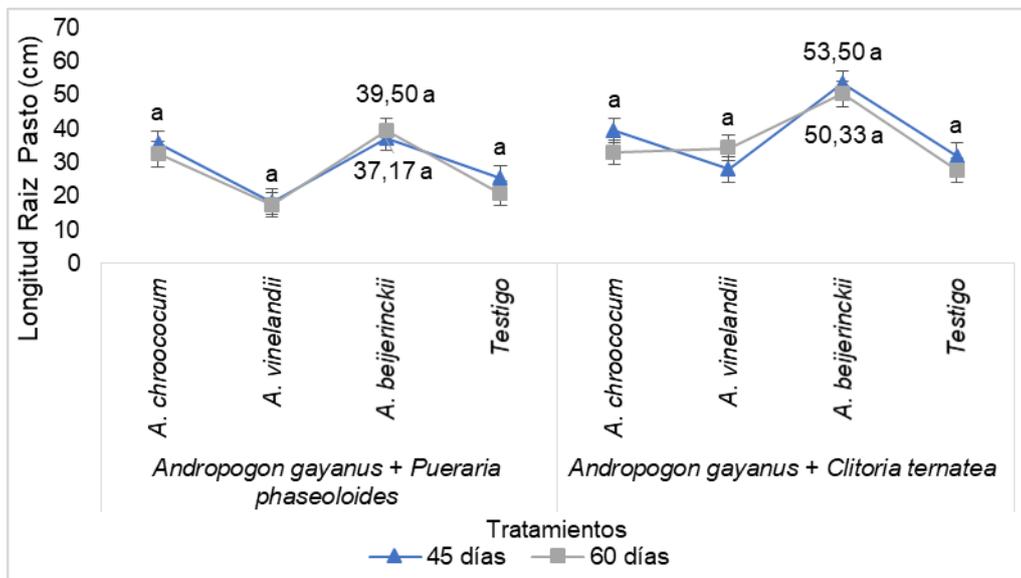


Figura 2. Longitud raíz (cm) del pasto *Andropogon gayanus* con la asociación de *Pueraria phaseoloides* y *Clitoria ternatea* e inoculantes *Azotobacter* spp, medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p > 0,05$).

En la variable peso raíz leguminosa en la **figura 3** se evidencia que a medida que aumenta la edad incrementa la proporción de raíz para todos los tratamientos. Otros autores, encontraron resultados diferentes en la misma edad, pero con diferentes asociaciones por ejemplo Álvarez *et al.* (2016a) en *Brachiaria decumbens* + *Pueraria phaseoloides* y Álvarez *et al.* (2016b) en *Megathyrsus maximus* + *Pueraria phaseoloides*, donde reportaron que con el aumento de la edad disminuía el peso raíz de la leguminosa. Luna *et al.* (2015) encontraron la misma

respuesta agronómica al evaluar en monocultivo a kudzu y *Clitoria ternatea*, pero en diferentes estados de madurez, que fueron 80, 110 y 140 días respectivamente. Estos autores también refieren que la disminución del peso radical a medida que aumenta la edad es inducida por la translocación de fotosintatos a la parte aérea, manejo agronómico, época del año, asociación con leguminosas y condiciones edafoclimáticas, factores que se encuentra estrechamente relacionado con este fenómeno.

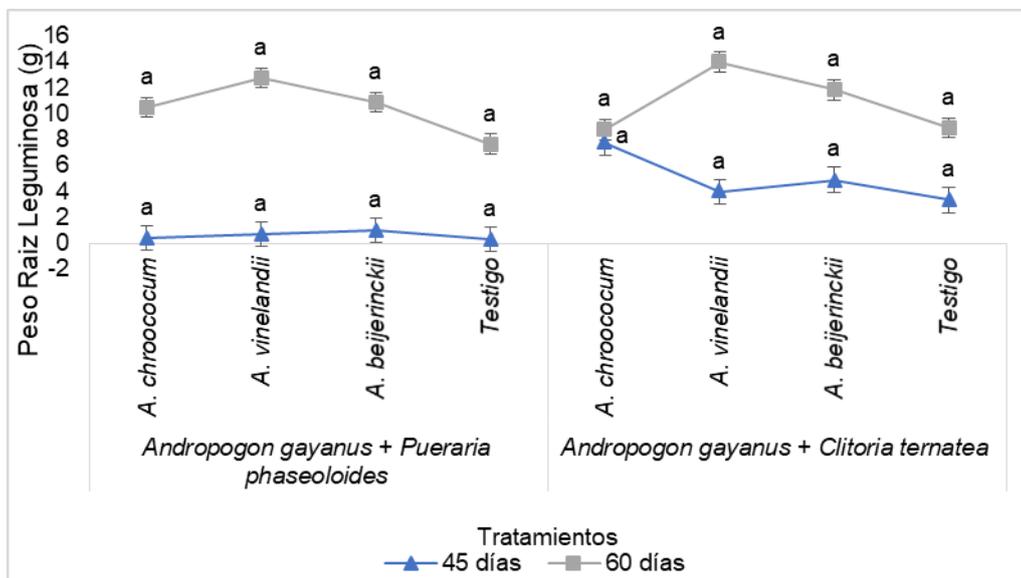


Figura 3. Peso raíz (g/planta) de *Pueraria phaseoloides* y *Clitoria ternatea* en la asociación con el pasto *Andropogon gayanus* e inoculantes *Azotobacter* spp, medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p > 0,05$).

En la **figura 4** se muestra el peso radical del pasto *Andropogon gayanus*, asociado con las leguminosas forrajeras e inoculado con BPCV. Donde se observa que el pasto *A. gayanus* asociado con *Clitoria ternatea* e inoculado con *A. beijerinckii* obtuvo los mayores pesos de

raíz tanto a los 45 y 60 DDS con valores de 60,23 y 72,17 g respectivamente. Estos resultados reflejan la relación entre especie vegetal, condiciones edafoclimáticas y biofertilizante. En la literatura se encuentra reportado que las BPCV generan cambios en la fotosíntesis y

translocación de fotosintatos de un órgano a otro, sin embargo, el aumento del sistema radicular de gramíneas tropicales inducidos por rizobacterias, dependerá de las características del suelo; como el pH, la humedad del suelo, y la composición microbiológica nativa de la rizósfera (Domingues *et al.*, 2020). Aun se siguen realizando estudios de los mecanismos que ejercen las

BPCV en la estimulación del crecimiento sobre las pasturas, lo cual determinara si la aplicación de estos biofertilizantes puede ser o no exitosa. Las investigaciones de BPCV en su interacción por especie vegetal y condiciones edafoclimáticas es significativo para utilizar cepas que sean eficaz según el genotipo-ambiente (Rodríguez-Hernández *et al.*, 2020).

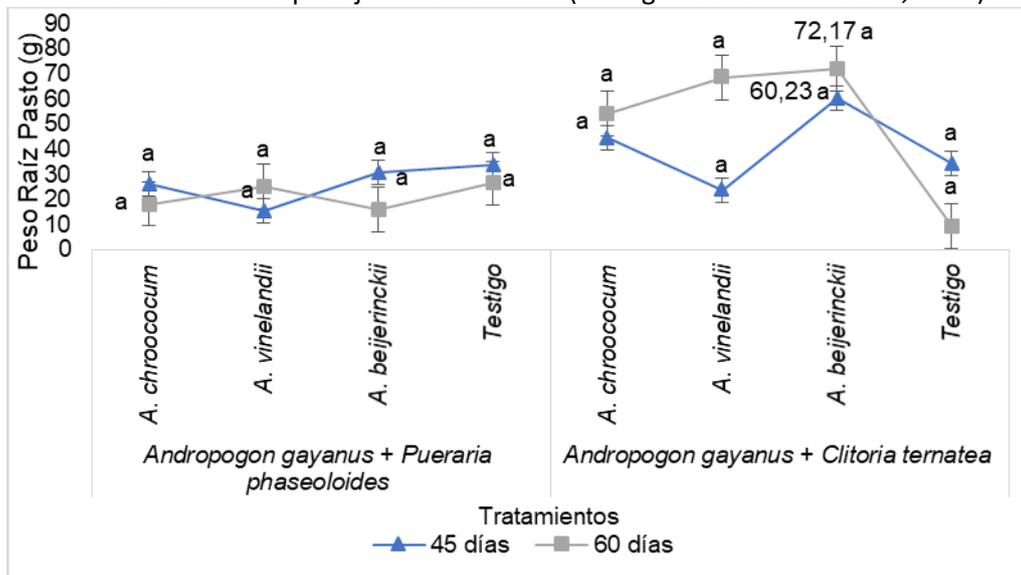


Figura 4. Peso raíz (g/planta) del pasto *Andropogon gayanus* con la asociación de *Pueraria phaseoloides* y *Clitoria ternatea* e inoculantes *Azotobacter* spp, medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p > 0,05$).

El peso de forraje aumentó en *Pueraria phaseoloides* al incrementar su edad, respectivamente a los 60 DDS con el inoculante *A. chroococum* recae el mayor peso forrajero. En relación a *C. ternatea* que a medida que aumento la edad disminuyo el peso de forraje, respectivamente con los inoculantes *A. vinelandii*, y *A. beijerinckii*. No obstante, con este último se obtuvo el mayor peso tanto a los 45 y 60 DDS (figura 5). En forma general se distingue que los 45 y 60 DDS sin y con la inoculación de los biofertilizantes *C. ternatea* fue superior

en el rendimiento de forraje respecto a *P. phaseoloides*. En este sentido, Luna *et al.* (2015) hallaron un fenómeno similar sobre las mismas condiciones climáticas en las que se llevó a cabo el presente estudio, donde *Clitoria ternatea* reflejo los mejores resultados en base a materia seca respecto *Pueraria phaseoloides*. Cabe deducir que *C. ternatea* en las condiciones edafoclimáticas donde se llevó a cabo el presente estudio potencializa el proceso fisiológico más que *Pueraria phaseoloides* (kudzu) con o sin la aplicación de biofertilizantes.

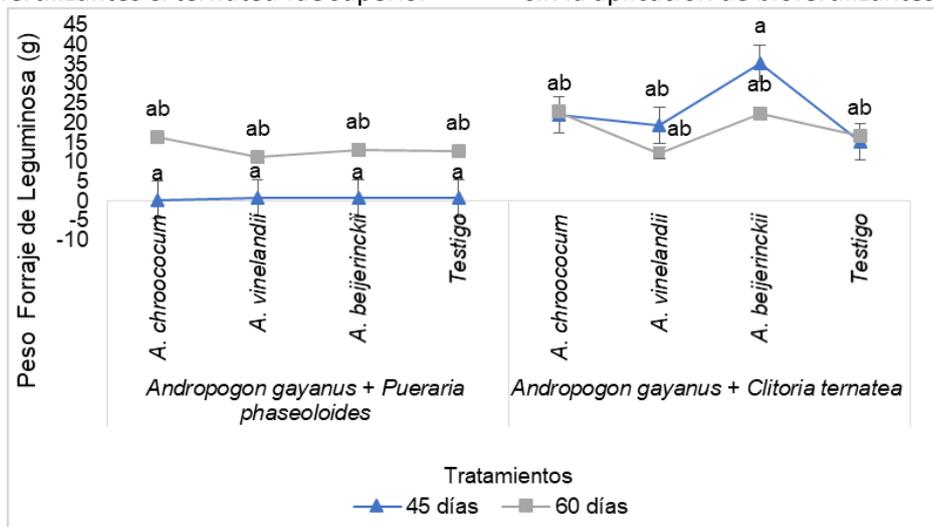


Figura 5. Biomasa aérea (g/planta) de *Pueraria phaseoloides* y *Clitoria ternatea* en la asociación con el pasto *Andropogon gayanus* e inoculantes *Azotobacter* spp, medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p > 0,05$)

En el peso de forraje del pasto *A. gayanus*, no se encontró diferencias significativas entre las asociaciones gramínea-leguminosa. Sin embargo, el pasto *Andropogon* obtuvo la mayor biomasa forrajera al ser asociado con *P. phaseoloides* e inoculado y no inoculado con cepas de *Azotobacter*, a medida que aumento la edad del pasto incremento la biomasa del forraje por cada inoculante bacteriano, recayendo la mayor biomasa con el inoculante *A. beijerinckii* a los 60 DDS respectivamente. Estos resultados están ampliamente relacionado con los encontrado en el peso radicular del pasto (figura 6), donde se encontró que el pasto asociado con *P. phaseoloides* obtuvo los valores más bajo en las características morfo-botánicas de las raíces; debido a

que los fotosintatos que se almacenaron en el sistema de raíz se translocaron hacia la parte aérea de la planta, lo cual indujo la mayor proliferación de hojas y contenido celular de este órgano así incrementando la biomasa del forraje y disminuyendo el peso del sistema radicular en cada una de las edades, respecto a la asociación del pasto con *C. ternatea* que obtuvo esta respuesta en sentido opuesto (Azcón-Bieto y Talón 2008). Al respecto, en las condiciones de clima y suelo donde se llevó a cabo el presente trabajo; el pasto *A. gayanus* es más compatible asociado con *P. phaseoloides* e inoculado con especies bacterianas del género *Azotobacter* (Toledo et al., 1989).

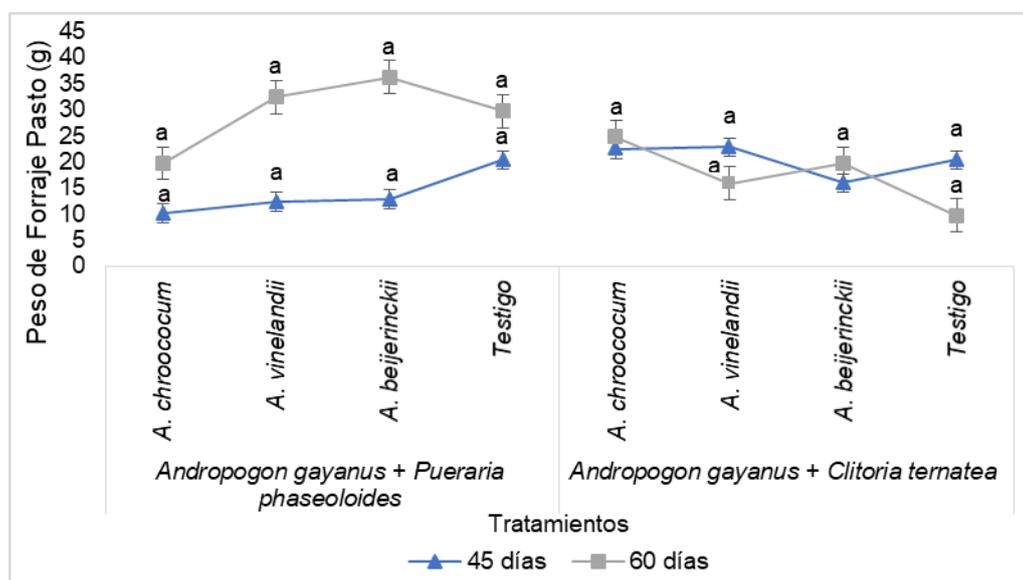


Figura 6. Biomasa aérea (g/planta) del pasto *Andropogon gayanus* con la asociación de *Pueraria phaseoloides* y *Clitoria ternatea* e inoculantes *Azotobacter* spp, medias con una letra común no son significativamente diferentes (Tukey $p > 0,05$)

El mayor contenido proteico tanto a los 45 y 60 DDS (Tabla 2 y 3), se obtuvo con los inoculantes *A. beijerinckii* y *A. vinelandii*, respectivamente sobre *C. ternatea*. En relación a la ceniza, sobre los 45 días se observó que en ambas leguminosas sin inoculantes recaen los niveles más alto, valores de 10,32 y 8,07 %, respectivamente para *P. phaseoloides* y *Clitoria ternatea*, aunque esta tendencia se mantuvo en *C. ternatea* hasta los 60 DDS. Mientras que, los mejores porcentajes de fibra se obtuvieron a los 45 DDS con el inoculante *A. vinelandii*; tanto para *P. phaseoloides* y *Clitoria ternatea* reflejando valores de 45,50 y 34,00 % respectivamente. La composición bromatológica de las leguminosas es afectada de manera diferenciada por cada especie del género *Azotobacter*,

siendo las especies; *beijerinckii* y *vinelandii* las que se destacan en aumentar el contenido celular. En forma general se encontró que *C. ternatea* con la inoculación de *Azotobacter* spp disminuye el contenido proteico al aumentar la edad, excepto con el inoculante *vinelandii* que con el aumento de la edad incremento el contenido de proteína. Sin embargo, su porcentaje de proteína es mayor respecto a kudzu con o sin inoculación de las especies de *Azotobacter*. De igual manera, Luna et al. (2015) evidenciaron el mayor contenido de proteína bruta en *C. ternatea* respecto a *Pueraria phaseoloides*. Para Romero et al. (2013) la composición química de *Clitoria ternatea* no se ve afectada hasta los 75 días de rebrote.

Tabla 2. Composición química de *P. phaseoloides* y *Clitoria ternatea* a los 45 DDS con la asociación del pasto *Andropogon gayanus* e inoculantes *Azotobacter* spp

Leguminosa	Inoculante	MS (%)	Proteína (%)	Ext. Etéreo (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)
<i>Pueraria</i>	<i>chroococum</i>	55,12	4,37	7,83	8,90	45,00
	<i>vinelandii</i>	68,37	5,62	6,95	8,88	44,50
	<i>beijerinckii</i>	65,41	3,75	8,83	8,99	45,50
	testigo	62,40	3,75	6,64	10,32	42,90
<i>Clitoria</i>	<i>chroococum</i>	41,76	11,90	6,05	6,65	26,90
	<i>vinelandii</i>	45,01	8,80	6,45	7,58	34,00
	<i>beijerinckii</i>	35,06	16,30	8,75	7,64	32,70
	testigo	25,97	11,60	3,97	8,07	26,40

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario-AGROLAB (2018)

Tabla 3. Composición química de *P. phaseoloides* y *Clitoria ternatea* a los 60 DDS con la asociación del pasto *Andropogon gayanus* e inoculantes *Azotobacter* spp

Leguminosa	Inoculante	MS (%)	Proteína (%)	Ext. Etéreo (%)	Ceniza (%)	Fibra (%)
<i>Pueraria</i>	<i>chroococum</i>	46,94	7,02	3,62	7,56	41,40
	<i>vinelandii</i>	64,51	10,58	3,91	8,19	34,30
	<i>beijerinckii</i>	50,91	5,42	3,31	14,07	43,30
	testigo	55,00	8,70	2,03	8,00	28,40
<i>Clitoria</i>	<i>chroococum</i>	52,76	6,87	9,21	5,49	32,50
	<i>vinelandii</i>	51,55	10,62	7,41	6,17	16,60
	<i>beijerinckii</i>	45,44	6,87	7,93	7,49	21,80
	testigo	48,02	8,75	8,10	9,14	23,60

Fuente: Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario-AGROLAB (2018)

La mayor unidad de formadores de colonias (UFC) tanto en poblaciones totales y grupos funcionales se reflejó a los 60 DDS, particularmente con la aplicación de *A. vinelandii* se obtuvo la mayor población de bacterias y hongos (tabla 4). También cabe recalcar que mediante la aplicación del inoculante *A. chroococum* recae la mayor UFC en solubilizadores de fósforo y fijadores de nitrógeno de vida libre, respectivamente a los 45 y 60 DDS. En este sentido, las bacterias benéficas del suelo juegan un papel importante para las plantas, ya que al asociarse con ellas les permiten por una parte aumentar su crecimiento y desarrollo y por otra las protegen contra otros organismos del suelo que causan enfermedades (Hernández-Montiel y Escalona-Aguilar, 2003). Para Zúñiga *et al.* (2008) las poblaciones de actinomicetes y

Azotobacter spp están influenciadas por el pH y por el tipo de fertilización inorgánica.

CONCLUSIONES

En el pasto *Andropogon gayanus* se encontró la mayor longitud raíz, biomasa raíz y aérea con la aplicación del inoculante *A. beijerinckii*. Sin embargo, en la asociación *Andropogon gayanus* + *Pueraria phaseoloides* se obtuvo la mayor biomasa aérea del pasto. En *Clitoria ternatea* a los 45 DDS recae el mayor porcentaje de proteína en relación a *Pueraria phaseoloides* que se obtuvo a los 60 DDS. Lo que fue la población microbiológica de la rizósfera se evidencio que con el inoculante *A. vinelandii* se obtuvo la mayor población de bacterias y hongos.

Tabla 4. Composición microbiológica de la rizósfera en las diferentes edades mediante la aplicación de los inoculantes *Azotobacter*

Inoculante	Edad	Poblaciones Totales			Grupos Funcionales		
		Bacterias (UFC/gss)	Hongos (UFC/gss)	Actinomicetes (UFC/gss)	Sol. de fósforo (UFC/gss)	Celulolíticos (UFC /gss)	F. de N de vida libre (UFC/gss)
<i>A. chroococum</i>	45	2,7 x 10 ⁵	3,5 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁴	6,2 x 10 ²	4,4 x 10 ³	3,5 x 10 ²
	60	2,0 x 10 ⁴	4,6 x 10 ³	1,1 x 10 ⁷	1,2 x 10 ⁴	3,9 x 10 ⁵	1,5 x 10 ⁴
<i>A. vinelandii</i>	45	1,6 x 10 ⁵	3,1 x 10 ⁵	1,8 x 10 ⁴	8,1 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁴	2,2 x 10 ²
	60	7,5 x 10 ⁶	6,8 x 10 ⁶	2,8 x 10 ⁵	0,00	6,4 x 10 ³	5,8 x 10 ²
<i>A. beijerinckii</i>	45	6,7 x 10 ⁴	1,4 x 10 ⁵	2,6 x 10 ⁴	2,3 x 10 ²	1,8 x 10 ³	1,2 x 10 ²
	60	2,4 x 10 ⁵	1,9 x 10 ⁴	3,8 x 10 ⁵	1,4 x 10 ³	4,2 x 10 ⁵	2,1 x 10 ³
Testigo	45	7,3 x 10 ⁴	5,1 x 10 ⁴	9,8 x 10 ³	0,00	8,1 x 10 ²	9,1 x 10 ²
	60	6,2 x 10 ⁵	4,8 x 10 ⁴	7,5 x 10 ⁴	1,2 x 10 ²	6,3 x 10 ³	3,4 x 10 ³

Fuente: Centro de Investigaciones de Palma Aceitera -CIPAL (2018)

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por permitir utilizar el campo experimental y a los laboratorios AGROLAB y CIPAL por su colaboración.

BIBLIOGRAFÍA

Abril, J. L., Roncallo, B., y Bonilla, R. (2017). Efecto de la inoculación con bacterias del género *Bacillus* sobre el crecimiento de *Megathyrus maximus* Jacq, en condiciones de estrés hídrico. *Revista agronómica del noroeste argentino*. 37(1): 25-37.

Álvarez Perdomo, G. R., García Martínez, A. R., Cervantes Molina, X. P., Zamora Mayorga, D. J., Chabla Galarza, G. M., Chacón Marcheco, E., Garzón Matos, J. W., Ramírez de la Ribera, J. L., y Ramos, Y. (2016a). Comportamiento agronómico de la asociación del pasto *Brachiaria decumbens* con dos leguminosas. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 17(4):1-9.

Álvarez Perdomo, G.R., Vivas Moreira, R. L. G., Suárez Fernández, G. R., Cabezas Congo, R. R., Jacho Macías, T. E., Llerena Guevara, T. J., Valverde Moreira, H. E., Moreira Palacios, E. Y., García Martínez, A. R., Chacón Marcheco, E. y Verdecia Acosta, D. M. (2016b). Componentes del rendimiento y composición química de *Megathyrus maximus* en asociación con leguminosas. *Revista Electrónica de Veterinaria* 17(12): 1-12.

Association of official Analytical Chemists. Official methods of analysis (AOAC). 15th ed. Arlington, Virginia, USA. 1990: 168

Azcón-Bieto, J. y Talón, M. (2008). Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2da ed. Interamericana-McGraw-Hill, Madrid.

Benítez, E., Chamba, H., Sánchez, E., Parra, S., Ochoa, D., Sánchez, J., y Guerrero, R. (2017). Caracterización de pastos naturalizados de la Región Sur Amazónica Ecuatoriana: potenciales para la alimentación animal. *Bosques Latitud Cero*. 7(2): 83-97.

Canchignia Martínez, H., Peñafiel Jaramillo, M., Belezaca Pinargote, C., Carranza Patiño, M., Prieto Benavides, O., y Gaibor Fernández, R. (2015). Respuesta de poblaciones microbianas que lideran el crecimiento en raíces y resistencia sistémica inducida. *Ciencia y Tecnología*. 8(2): 1-11.

Centro de Investigaciones de Palma Aceitera CIPAL (2018). Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador.

Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M. y Robledo C.W. InfoStat versión 2018. Centro de Transferencia InfoStat. FCA. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Domingues Duarte, C. F., Cecato, U., Trento Biserra, T., Mamédio, D., y Galbeiro, S. (2020). *Azospirillum* spp. en gramíneas y forrajeras. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. 11(1): 223-24.

González, H. y Fuentes, N. (2017). Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. *Rev. Cienc. Agr.* 34(1): 17-31.

Hernández-Montiel, L. G. y Escalona-Aguilar, M. (2003). Microorganismos que benefician a las plantas: las bacterias PGPR.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC). (2017). Visualizador de estadísticas Agropecuarias del Ecuador ESPAC.

Instituto Nacional de Metrología e Hidrología INAMHI. (2018). Datos meteorológicos del cantón La Maná. Cotopaxi, Ec. s.p.

Laboratorio de Análisis Químico Agropecuario AGROLAB. (2018). Santo Domingo de los Tsachilas, Ecuador.

- Luna Murillo, R., Chacón Marcheco, E., Ramírez de la Ribera, J., Espinoza Coronel, A., Guevara Santana, J., Cedeño Troya, D. M., y López Cedeño, K. M. (2015). Evaluación del Kudzu (*Pueraria phaseoloides*) y la *Clitoria ternatea* en diferentes estados de madurez. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 16(10).
- Rodríguez-Hernández, M. G., Gallegos-Robles, M. A., Rodríguez-Sifuentes, L., Fortis-Hernández, M., Luna-Ortega J. G., y González-Sala, U. (2020). Cepas nativas de *Bacillus* spp. como una alternativa sostenible en el rendimiento de forraje de maíz. *Terra Latinoamericana*. 38(2): 313-321.
- Rojas Hernández, S., Olivares Pérez, J., Jiménez Guillén, R., y Hernández Castro, E. (2005). Manejo de praderas asociadas de gramíneas y leguminosas para pastoreo en el trópico. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 6(5).
- Romero, N., Leonard, I., Ramírez, J., y Córdova, A. (2013). Rendimiento y calidad de la *Clitoria ternatea* en un suelo arcilloso del estado Falcón, Venezuela. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 14(10): 1-10.
- Rueda-Puente, E. O., Ortega-García, J., Barrón -Hoyos J. M., López- Elías, J., Murillo- Amador, B., Hernández – Montiel, L. G., Alvarado- Martínez, A. G., y Valdez-Domínguez, R. D. (2015). Los fertilizantes biológicos en la agricultura. *INVURNUS*. 10(1): 10-1.
- Sánchez López D. y Pérez Pazos J. (2019). Los microorganismos del suelo: alternativa para mejorar la productividad de los sistemas ganaderos. 36-58 pp. En: Gaona García L. y Castillo A. M. (Eds). Modelo productivo de carne bovina en la región caribe colombiana. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Mosquera, Colombia.
- Sánchez-Yáñez, J. M., Carrillo Amezcua, J. C., Márquez Benavides, L., Villegas Moreno, J., Dasgupta-Schuber, D. (2007). Breve Tratado de Microbiología de Agrícola: teoría y práctica. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Secretaria de Difusión Cultural y Extensión Universitaria Centro de Investigación. Desarrollo del Estado Michoacán. Secretaria de Desarrollo Agropecuario del Gobierno del Estado de Michoacán. 117 p.
- Schweizer Lassaga, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. San José. CR.: INTA/MAG, 2010. 18 p.
- Soroa-Bell, M. R., Hernández-Fernández, A., Soto-Carreño, F., y Terry-Alfonso, E. (2009). Identificación de algunas especies de microorganismos benéficos en la rizosfera de gerbera y su efecto en la productividad. *Revista Chapingo. Serie horticultura*.15(spe): 41-48.
- Toledo, J. M., Vera, R. R., Lascano, C. E., y Lenné, J. M. (Eds). (1989). *Andropogon gayanus* Kunth: Un pasto para los suelos ácidos del trópico. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 406 p.
- Vega-Celedón, P., Canchignia Martínez, H., González, M., y Seeger, M. (2016). Biosíntesis de ácido indol-3-acético y promoción del crecimiento de plantas por bacterias. *Cultivos Tropicales*. 37 (especial): 33-39.
- Zúñiga, Doris., Meneses, L. y Calvo Vélez, P. (2008). Estudio de las poblaciones microbianas de la rizósfera del cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) en zonas altoandinas. *Ecología Aplicada*. 7(1y2): 141-148.