



Evaluación del efecto de dos cepas de *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y producción en dos variedades de fresa (*Fragaria x ananassa*)

Chicaiza Bermejo, Klever Geovany

Departamento de Ciencias de la Vida y de la Agricultura

Carrera de Ingeniería Agropecuaria

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del título de Ingeniero Agropecuario

Ing. Falconí Saá, César Eduardo PhD.

04 de agosto del 2023



La fruticultura en los últimos años se ha considerado como una fuente de ingreso para pequeños y medianos productores en los países de Ecuador y Colombia.



El incremento del cultivo de fresa *Fragaria ssp.*, se debe a sus propiedades nutricionales y botánicas como el sabor, olor y aroma, lo que permitió el aumento del consumo a nivel local

Las rizobacterias han sido consideradas como promotoras del crecimiento vegetal, que generan estímulos para el crecimiento y el mejoramiento de la salud de las plantas.



(Sánchez & Ramírez, 2017; Hashem et al., 2019; Yáñez-Mendizábal & Falconí, 2021)



Justificación

El uso de fertilizantes químicos en la última década se va vuelto frecuente y necesario en el sector agrícola, utilizándolos como promotores de crecimiento en las plantas sin embargo estos generan un impacto negativo y a su vez causando una disminución en la fertilidad del suelo (Mahapatra et al., 2022).

La rizobacteria *Bacillus* utilizada en labores de tierras agrícolas provoca la disminución de amoníaco permitiendo una mejor aireación del suelo (Mahapatra et al., 2022). (Yáñez-Medizábal & Falconí, 2021) mencionan que *Bacillus subtilis* CtpxS2-1 induce el crecimiento radical y promueve la resistencia inducida.

El estudio está enfocado en el efecto de dos cepas de *Bacillus subtilis*, las mismas que serán utilizadas en dos variedades de plantas de fresa como opción para promover el crecimiento e incrementar la producción, esto nos permitirá evaluar la interacción cepa/variedad en algunos procesos fisiológicos y el ciclo vital de las plantas.



Objetivos

General

- Evaluar el efecto de dos cepas de *Bacillus subtilis* sobre el crecimiento y producción en dos variedades de fresa (*Fragaria x ananassa*).

Específicos

- Evaluar cada 15 días y durante tres meses, la altura, el contenido de clorofila de las plantas de fresa, variedades Albión y Monterrey, bajo la acción de dos cepas de *Bacillus subtilis*.
- Estimar cada 15 días por cuatro meses, la dinámica poblacional de las dos cepas de *Bacillus subtilis* presentes en la rizósfera del cultivo de las variedades de fresa Albión y Monterrey.
- Evaluar a partir de tercer mes el número de estolones y número de flores de plantas de fresa, variedades Albión y Monterrey, cultivadas bajo la acción de dos cepas de *Bacillus subtilis*.



Hipótesis

- **H0:**La acción de al menos una de las dos cepas de *Bacillus subtilis*, no aumenta de forma estadísticamente significativa, la altura de las variedades Albión y Monterrey de plantas de fresa (*Fragaria x ananassa*).
- **H1:**La acción de al menos una de las dos cepas de *Bacillus subtilis*, aumenta de forma estadísticamente significativa, la altura de las variedades Albión y Monterrey de plantas de fresa (*Fragaria x ananassa*).



Fresa (Fragaria x ananassa)

La fresa constituye una opción alimenticia que favorece a la salud humana por sus antioxidantes, antiinflamatorias y sus efectos anticancerígenos.



La fresa es un fruto que tiene un sabor muy agradable y es uno de los más consumidos e industrializados en todo el mundo.

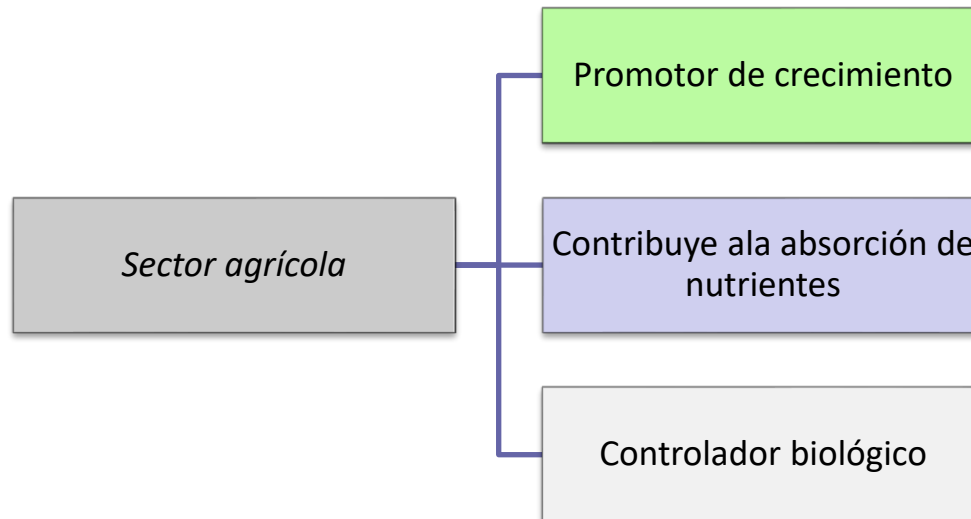
Es muy conocido por sus cualidades botánicas y sus propiedades organolépticas que destacan su aroma, olor y sabor.

(Garcés, 2021).



Bacillus subtilis

Es una rizobacteria Gram positiva, están conformadas por una gran variedad de bacterias benéficas que habitan en la rizósfera.



(Collaguazo & Tenorio, 2018; Falconí & Yáñez-Medizábal, 2022)



Ubicación geográfica del lugar de investigación

Figura 1. Ubicación geográfica del laboratorio de fitopatología



Provincia: Pichincha
Cantón: Rumiñahui
Sector: San Fernando
Latitud: 0°23'27.98" S
Longitud: 78°,24'44" O

Las condiciones ambientales del invernadero de Fitopatología presentan una temperatura media anual de 20,04 °C y humedad relativa de 60%, en el laboratorio la temperatura media anual es de 16,3 °C

Nota: Laboratorio de fitopatología de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I. Tomado de Loor, (2022)

Ubicación geográfica del lugar de investigación

Figura 2. Ubicación geográfica Granja Aliyan



Provincia: Pichincha
Cantón: Quito
Parroquia: Checa
Altitud: 3118 msnm.

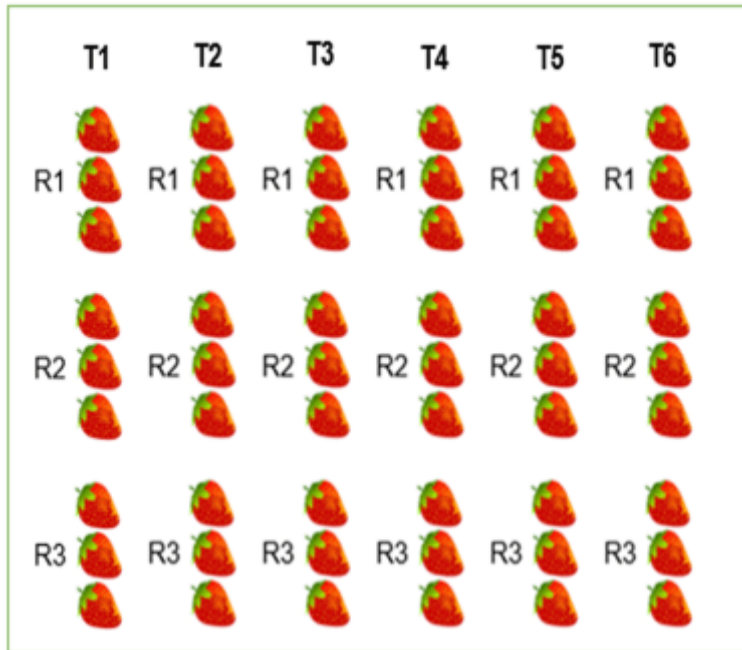
Las condiciones ambientales del invernadero de la Graja “Aliyan” son temperatura media 18,04 °C y humedad relativa de 70%

Nota: Esta figura muestra la ubicación de la Granja Aliyan. (Google Maps, 2022)



Diseño experimental

Figura 7. Croquis del Diseño experimental



Se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial 2x3 con 3 observaciones con 18 unidades experimentales y cada unidad experimental estuvo conformada por tres plantas de fresa.

Tabla 2. Tratamientos del estudio

Tratamiento	Características
T1	Nueve plantas de fresa Var. Albión inoculadas con cepa CtpxS2-1
T2	Nueve plantas de fresa Var. Albión inoculadas con cepa CtpxS3-5
T3	Nueve plantas de fresa Var. Albión-Ninguna Cepa
T4	Nueve plantas de fresa Var. Monterrey inoculadas con cepa CtpxS2-1
T5	Nueve plantas de fresa Var. Monterrey inoculadas con cepa CtpxS3-5
T6	Nueve plantas de fresa Var. Monterrey -Ninguna Cepa

Nota: Descripción de los tratamientos utilizados en la investigación.
Autoría propia

Establecimiento del estudio

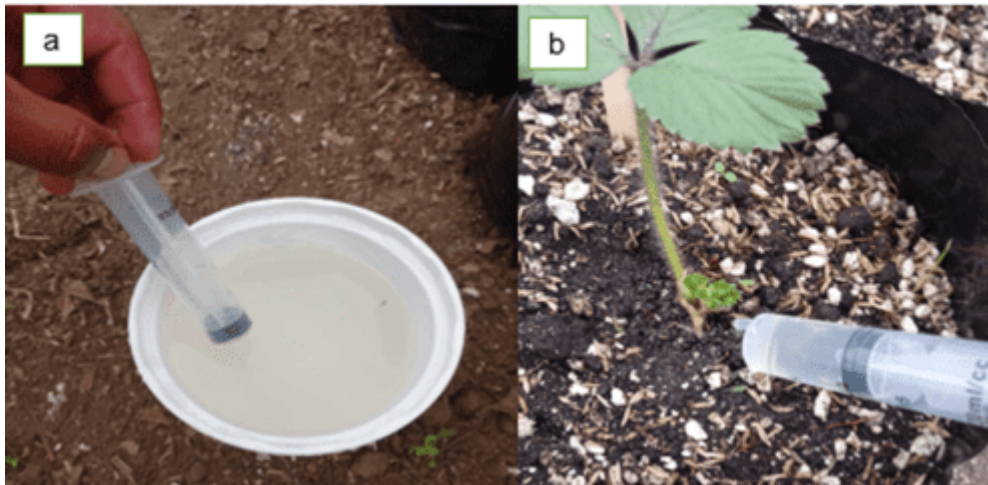
Preparación de la mezcla



Siembra de plántulas

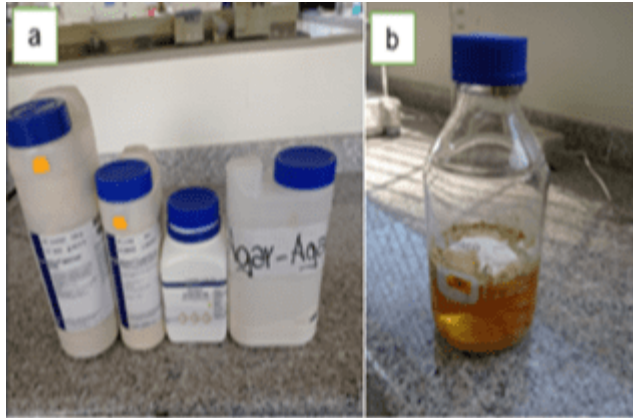


Preparación e inoculación de cepas de *Bacillus subtilis*



Dinámica poblacional

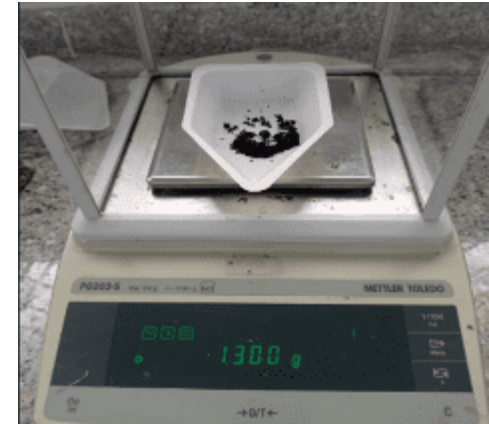
Preparación medio de cultivo



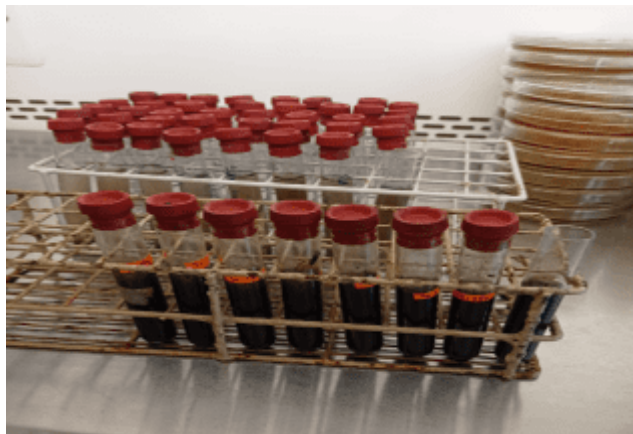
Esterilización de materiales



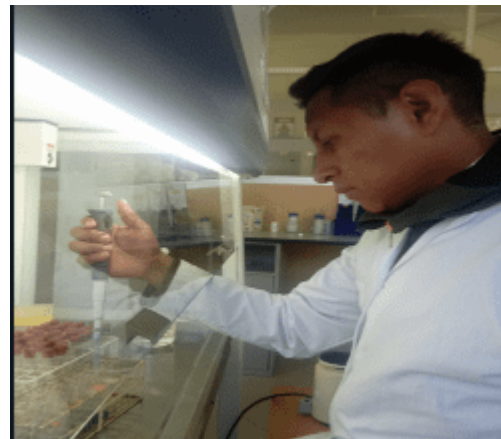
Pesado de la muestra



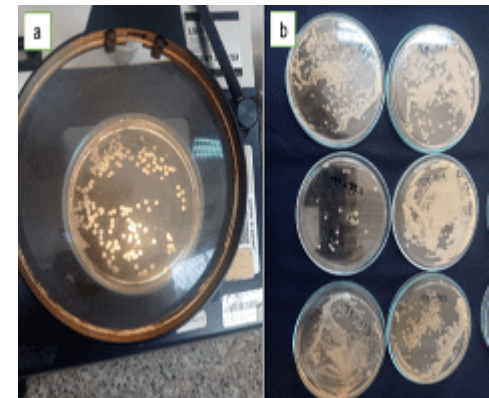
Banco de diluciones



Siembra de bacterias



Conteo de UFC



Variables a medir

Altura de la planta



Contenido de clorofila



Número de hojas y flores



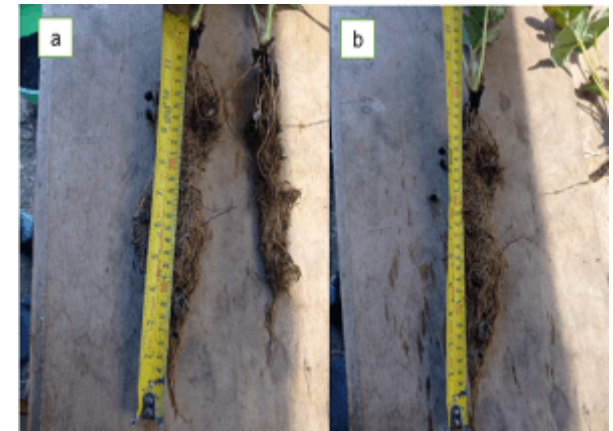
Número de estolones



Número y peso de frutos



Longitud de raíz



Altura de planta

Tabla 3. Altura de plantas (cm) de *Fragaria x ananassa* var. Albi3n y var. Monterrey por efecto de la inoculaci3n con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

Tratamiento	Día 15		Día 30		Día 45		Día 60		Día 75		Día 90	
	Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.	
T1: Albi3n x CtpxS2-1	11.39	± 2.35 ^A	16.78	± 2.82 ^A	20.45	± 1.79 ^A	23.52	± 1.22 ^A	23.75	± 1.23 ^A	24.24	± 1.35 ^A
T2: Albi3n x CtpxS3-5	10.34	± 1.80 ^{AB}	15.29	± 2.10 ^{AB}	23.9	± 1.97 ^{AB}	22.53	± 2.87 ^A	22.57	± 3.06 ^{AB}	22.92	± 3.13 ^A
T3: Albi3n-Control	8.94	± 1.80 ^{BC}	13.59	± 1.61 ^{BC}	19.14	± 2.09 ^{BC}	20.88	± 2.24 ^B	21.36	± 2.20 ^{ABC}	21.72	± 2.34 ^{AB}
T4: Monterrey x CtpxS2-1	8.13	± 2.55 ^{BC}	12.53	± 2.86 ^C	16.20	± 2.17 ^C	19.65	± 1.95 ^B	19.92	± 1.96 ^{BC}	20.08	± 1.94 ^B
T5: Monterrey x CtpxS3-5	9.20	± 2.26 ^{BC}	12.28	± 2.73 ^{CD}	15.65	± 2.73 ^C	18.90	± 3.02 ^B	19.35	± 2.97 ^C	19.56	± 2.98 ^B
T6: Monterrey-Control	7.95	± 2.67 ^C	9.96	± 3.46 ^D	12.84	± 3.82 ^D	15.25	± 4.60 ^C	15.92	± 4.56 ^D	16.44	± 4.49 ^C

Nota. Media ± desviaci3n estandar, medias con letras diferentes, difieren estadisticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$). Autoría propia



Altura de plantas

Tabla 4. Análisis de contrastes para la altura de las plantas de *Fragaria x ananassa* var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

		15 DDT		30 DDT		45 DDT		60 DDT		75 DDT		90 DDT		
		gl	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	
Contrastes														
Controles vs Tratamientos var. (Albión-Monterrey) x cepas CtpxS2-1, CtpxS3-5	C1	1	0.0414	**	0.0015	**	0.0003	**	0.0002	**	0.0009	**	0.0016	**
Albión-Cepas CtpxS2-1, CtpxS3-5 vs Monterrey-cepas CtpxS2-1, CtpxS3-5	C2	1	0.0040	**	0.0001	**	0.0001	**	0.0001	**	0.0003	**	0.0001	**
cepa CtpxS2-1 x var. (Albión, Monterrey) vs cepa CtpxS3-5 x var. (Albión, Monterrey)	C3	1	0.9556	*	0.3062	*	0.24.63	*	0.3369	*	0.3383	*	0.3172	*

Nota. Valores con $p > 0.05$ no son estadísticamente significativos, * no significativo, **significativo. Autoría propia.

En la tabla 4 existe significancia en las plantas Testigos vs los tratamientos (Variedades x cepas de *B. Subtilis*) ($F=11.02$; $p=0.0016$) de la misma forma en las plantas var. Albión x CtpxS2-1, CtpxS3-5 vs Monterrey x CtpxS2-1, CtpxS3-5 ($F=17,03$; $p=0,0001$) desde el día 30 al 90, de esta manera se demostró el crecimiento de las plantas en la interacción variedades de *Fragaria x ananassa* y cepas de *Bacillus subtilis*.



Contenido de Clorofila

Tabla 5. Índice del contenido de clorofila (SPAD) en plantas de *Fragaria x ananassa* var. Albi3n y var. Monterrey por efecto de la inoculaci3n con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

Tratamiento	Día 15		Día 30		Día 45		Día 60		Día 75		Día 90	
	Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.		Media ± D.E.	
T1: Albi3n x CtpxS2-1	15.73	± 2.24 ^A	20.93	± 3.05 ^{AB}	27.33	± 4.25 ^{AB}	30.87	± 2.48 ^B	35.29	± 2.46 ^A	27.90	± 9.96 ^{AB}
T2: Albi3n x CtpxS3-5	17.08	± 3.32 ^A	14.88	± 1.6 ^A	29.04	± 2.02 ^A	34.07	± 3.11 ^A	36.70	± 3.38 ^A	30.75	± 3.01 ^A
T3: Albi3n-Control	15.90	± 1.28 ^B	22.97	± 4.18 ^A	25.49	± 1.66 ^B	29.30	± 1.80 ^B	30.17	± 1.60 ^B	26.57	± 2.62 ^{AB}
T4: Monterrey x CtpxS2-1	13.33	± 1.72 ^B	18.91	± 2.26 ^{BC}	26.07	± 2.15 ^B	30.55	± 2.16 ^B	32.03	± 2.83 ^B	25.68	± 1.79 ^B
T5: Monterrey x CtpxS3-5	13.30	± 2.51 ^B	18.72	± 3.09 ^{BC}	25.20	± 3.02 ^B	29.33	± 3.18 ^B	29.46	± 2.12 ^C	23.66	± 8.66 ^{BC}
T6: Monterrey-Control	12.25	± 3.16 ^{AB}	16.44	± 3.68 ^C	21.29	± 2.56 ^C	23.36	± 2.46 ^C	23.46	± 2.12 ^C	18.81	± 1.96 ^C

Nota. Media ± desviaci3n estandar, medias con letras diferentes, difieren estadisticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$). Autoría propia.

En la tabla 5 se aprecia el incremento del índice de clorofila a medida que aumenta los días, con una media de 30,75 SPAD en las plantas var. Albi3n x cepa CtpxS3-5 y en las plantas var. Monterrey x CtpxS3-5 23,66 SPAD, evidenciando diferencia significativa entre variedades inoculadas con la misma cepa.



Contenido de clorofila

Tabla 6. Análisis de contrastes para el índice del contenido de clorofila de las plantas *Fragaria x ananassa* var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

		15 DDT		30 DDT		45 DDT		60 DDT		75 DDT		90 DDT		
		gl	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	ns/s	p valor	ns/s
Contrastes														
T vs Tratamientos var. (Albión- Monterrey) x cepas CtpxS2-1, CtpxS3-5	C1	1	0.2546	*	0.2463	*	0.0001	**	0.0001	**	0.0001	**	0.0082	**
Albión x cepas CtpxS2-1, CtpxS3-5 vs Monterrey x cepas CtpxS2-1, CtpxS3-5	C2	1	0.0002	**	0.0022	**	0.0049	**	0.0031	**	0.0001	**	0.0131	**
cepa CtpxS2-1 x Var. (Albión, Monterrey) vs cepa CtpxS3-5 x Var. (Albión, Monterrey)	C3	1	0.4056	*	0.3508	*	0.3605	*	0.2306	*	0.0001	**	0.8200	*

Nota. Valores con $p > 0.05$ no son estadísticamente significativos, * no significativo **significativo. Autoría propia



Longitud de raíz

Tabla 7. Longitud de raíz (cm) de las plantas de *Fragaria x ananassa* var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

Tratamiento	Día 135		
	Media \pm D.E.		
T1: Albión x CtpxS2-1	28.28	\pm	2.25 ^A
T2: Albión x CtpxS3-5	27.31	\pm	2.30 ^{AB}
T3: Albión-Control	24.70	\pm	1.80 ^C
T4: Monterrey x CtpxS2-1	25.77	\pm	1.32 ^{BC}
T5: Monterrey x CtpxS3-5	25.06	\pm	3.18 ^{BC}
T6: Monterrey-Control	21.24	\pm	3.16 ^D

Nota. Media \pm desviación estándar, medias con letras diferentes, difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$).

Autoría propia

El valor más alto de la media de la longitud de raíz estuvo presente en el en las plantas var. Albión x cepa CtpxS2-1 con 28.28 cm, el valor más bajo presentaron las plantas var. Monterrey sin inoculación con 21,24 cm, existiendo diferencia significativa entre tratamientos (Tabla 7).



RESULTADOS

Figura 8. Crecimiento radicular de *Fragaria x ananassa* var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5



Los tratamientos inoculados con *Bacillus subtilis* cepas CtpxS2-1 y CtpxS3-5 en las variedades *Fragaria x ananassa* Albión y Monterrey, a simple vista demostraron una gran diferencia en la longitud y crecimiento radicular en comparación a las mismas variedades sin inoculación, las cuales presentaron menor longitud y número de raíces.



Número de hojas

Tabla 9. Número de hojas de las plantas de *Fragaria x ananassa* var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

Tratamiento	Número de hojas	
	Media \pm D.E.	
T1: Albión x CtpxS2-1	3.45	\pm 1.16 ^A
T2: Albión x CtpxS3-5	3,12	\pm 0.96 ^B
T3: Albión-Control	3.17	\pm 0.91 ^{AB}
T4: Monterrey x CtpxS2-1	3.27	\pm 1.04 ^{AB}
T5: Monterrey x CtpxS3-5	3.33	\pm 1.24 ^{AB}
T6: Monterrey-Control	2.88	\pm 0.99 ^C

El tratamiento que presentó el mayor número de hojas fueron las plantas var. Albión x cepa CtpxS2-1 con una media de 3,45 y no existió diferencias significativas entre los demás tratamientos debido a que presentaron valores similares en sus medias (Tabla 9).

Nota. Media \pm desviación estándar, medias con letras diferentes, difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$). Autoría propia



Número de estolones

Tabla 10. Número de estolones de las plantas de *Fragaria x ananassa* var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

Tratamiento	Número de estolones	
	Media ± D.E.	
T1: Albión x CtpxS2-1	0.95	± 1.19 ^{ABC}
T2: Albión x CtpxS3-5	1.40	± 0.99 ^{AB}
T3: Albión-Control	0.65	± 0.75 ^C
T4: Monterrey x CtpxS2-1	1.25	± 0.91 ^{AB}
T5: Monterrey x CtpxS3-5	1.50	± 0.76 ^A
T6: Monterrey-Control	0.80	± 0.83 ^{BC}

Nota. Media ± desviación estándar, medias con letras diferentes, difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$). Autoría propia

El tratamiento que presentó el mayor número de estolones fueron las plantas var. Monterrey x cepa CtpxS3-5 con una media de 1,50, de esta manera se demostró que no existe diferencias significativas entre los demás tratamientos con inoculaciones debido a que presentaron valores similares en sus medias, sin embargo, existió diferencia significativa entre las plantas var. Albión x cepa CtpxS2-1 y plantas var. Albión sin inoculación, así mismo entre las plantas var. Monterrey x cepa CtpxS3-5 y plantas var. Monterrey sin inoculación (Tabla 10).



Número de flores

Tabla 11. Número de flores de las plantas de *Fragaria* x ananassa var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

Tratamiento	Número de flores	
	Media \pm D.E.	
T1: Albión x <i>CtpxS2-1</i>	1.45	\pm 1.36 ^{ABC}
T2: Albión x <i>CtpxS3-5</i>	1.60	\pm 1.23 ^{AB}
T3: Albión-Control	0.80	\pm 0.77 ^C
T4: Monterrey x <i>CtpxS2-1</i>	1.80	\pm 1.06 ^A
T5: Monterrey x <i>CtpxS3-5</i>	1.50	\pm 1.05 ^{ABC}
T6: Monterrey-Control	0.90	\pm 0.72 ^{BC}

En la tabla 11 las plantas var. Monterrey x cepa CtpxS2-1 presentaron el mayor número de flores con una media de 1,80, demostrando que no existió diferencias significativas entre las plantas var. Albión x CtpxS2-1 y cepa CtpxS3-5 y las plantas var. Monterrey x cepa CtpxS3-5 debido a que presentaron valores similares en sus medias, sin embargo, si hubo diferencia significativa entre las plantas var. Albión x cepa CtpxS3-5 y las plantas var. Albión sin inoculación, así mismo entre las plantas var. Monterrey x cepa CtpxS2-1 y las plantas var. Monterrey sin inoculación.

Nota. Media \pm desviación estándar, medias con letras diferentes, difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$). Autoría propia



Número de frutos

Tabla 12. Número de frutos de las plantas de *Fragaria x ananassa* var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de *B. subtilis* CtpxS2-1 y CtpxS3-5

Tratamiento	Número de frutos	
	Media \pm D.E.	
T1: Albión x CtpxS2-1	1.50	\pm 1.27 ^{AB}
T2: Albión x CtpxS3-5	1.60	\pm 1.26 ^{AB}
T3: Albión-Control	0.80	\pm 0.79 ^B
T4: Monterrey x CtpxS2-1	1.90	\pm 0.99 ^A
T5: Monterrey x CtpxS3-5	1.50	\pm 1.08 ^{AB}
T6: Monterrey-Control	0.90	\pm 0.74 ^{AB}

Las plantas var. Monterrey x cepa *CtpxS2-1* presentaron el mayor número de frutos con una media de 1,90, además se demostró que no existe diferencias significativas entre las plantas Albión x *CtpxS2-1* y cepa *CtpxS3-5* y las plantas var. Monterrey x cepa *CtpxS3-5* debido a que presentaron valores similares en sus medias, sin embargo, si hubo diferencia significativa entre las plantas var. Albión x cepa *CtpxS3-5* y las plantas var. Albión sin inoculación, así mismo entre las plantas var. Monterrey x cepa *CtpxS2-1* y las plantas var. Monterrey sin inoculación (Tabla 12).

Nota. Media \pm desviación estándar, medias con letras diferentes, difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$).
Autoría propia



Peso de frutos

Tabla 13. *Peso del fruto (gr) de las plantas de Fragaria x ananassa var. Albión y var. Monterrey por efecto de la inoculación con las cepas de B. subtilis CtpxS2-1 y CtpxS3-5*

Tratamiento	Peso de fruto	
	Media \pm D.E.	
T1: Albión x <i>CtpxS2-1</i>	15.80	\pm 14.87 ^{AB}
T2: Albión x <i>CtpxS3-5</i>	19	\pm 14.45 ^A
T3: Albión-Control	6.40	\pm 6.77 ^B
T4: Monterrey x <i>CtpxS2-1</i>	19.70	\pm 12.68 ^A
T5: Monterrey x <i>CtpxS3-5</i>	12.90	\pm 11.28 ^{AB}
T6: Monterrey-Control	6.90	\pm 6.15 ^B

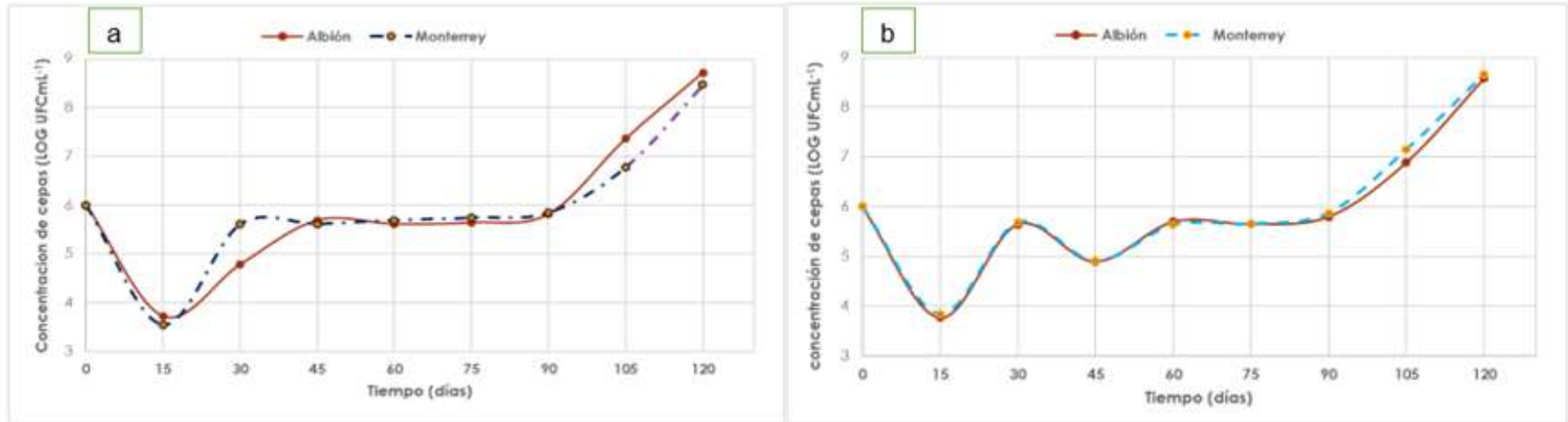
Nota. Media \pm desviación estándar, medias con letras diferentes, difieren estadísticamente. Duncan ($\alpha > 0.05$).
Autoría propia

En la tabla 13 las plantas var. Monterrey x cepa *CtpxS2-1* presentaron el mayor peso de frutos con una media de 19,70 lo que permitió demostrar que no existe diferencias significativas entre las plantas Albión x *CtpxS2-1* y cepa *CtpxS3-5* y las plantas var. Monterrey x cepa *CtpxS3-5* porque presentaron valores similares en sus medias, sin embargo, si hubo diferencia significativa entre las plantas var. Albión x cepa *CtpxS3-5* y las plantas var. Albión sin inoculación, así mismo entre las plantas var. Monterrey x cepa *CtpxS3-5* y las plantas var. Monterrey sin inoculación.



Dinámica poblacional

Figura 9. Dinámica poblacional cepas de *Bacillus subtilis* luego de 120 días



Nota. a) Dinámica poblacional de la cepa *CtpxS2-1* en variedades de *Fragaria x ananassa* (Albión y Monterrey) y b) Dinámica poblacional de la cepa *CtpxS3-5* en variedades de *Fragaria x ananassa* (Albión y Monterrey). Autoría propia.

El crecimiento poblacional de las cepas de *Bacillus subtilis* *CtpxS2-1* y *CtpxS3-5*, a los primeros 15 días mostró un descenso, pero a medida que transcurre el tiempo se evidenció el crecimiento en las dos cepas. La cepa *CtpxS2-1* inoculada en la variedad Albión y Monterrey comenzó su crecimiento a partir del día 30 con valores de $6,1 \times 10^4$ UFCmL⁻¹ y 4×10^5 UFCmL⁻¹ hasta llegar a los 120 días con una concentración de $5,2 \times 10^8$ UFCmL⁻¹ para la var. Albión y $2,9 \times 10^8$ UFCmL⁻¹ para var. Monterrey (Figura 9a); de la misma manera la cepa *CtpxS3-5* comenzó su crecimiento a partir del día 30 con valores de $4,4 \times 10^4$ UFCmL⁻¹ var. Albión y $4,8 \times 10^5$ UFCmL⁻¹ var. Monterrey hasta llegar a los 120 días donde su concentración fue de $3,8 \times 10^8$ UFCmL⁻¹ para var. Albión y $4,6 \times 10^8$ UFCmL⁻¹ para var. Monterrey (Figura 9b).

CONCLUSIONES

- Las variedades Albión y Monterrey en interacción con las dos cepas de *Bacillus subtilis* incrementaron la altura de planta desde el día 30 hasta el día 90 reportando un valor máximo en la media de 24,24 en la var. Albión y 20,08 en la var. Monterrey. Asimismo, el índice de clorofila aumentó progresivamente durante el transcurso del tiempo hasta los 90 días donde reflejó valores de medias de 30,75 en la var. Albión y 25,78 en la var. Monterrey; al contrario de las plantas que no crecieron bajo la acción de las dos cepas de *Bacillus subtilis*.
- Al transcurrir los cuatros meses, se evidenció un notable crecimiento de las dos cepas de *Bacillus subtilis* inoculadas en dos variedades fresa Albión y Monterrey donde reportaron valores de $5,2 \times 10^8$ UFCmL-1 en la cepa *CtpxS2-1* y $4,6 \times 10^8$ UFCmL-1 en la cepa *CtpxS3-5*, además de erradicar la presencia y acción de enfermedades fúngicas en las raíces de la planta.
- Todos los tratamientos inoculados con las dos cepas de *B. subtilis* presentaron buenos resultados; 3,27 hojas por planta var. Monterey y 3,45 hojas por planta var. Albión; en la var. Monterrey 1,80 flores por planta y 1,60 flores por planta para la var. Albión; estolones 1,40 por planta para var. Albión y 1,50 por planta para var. Monterrey, esto en comparación a los tratamientos que no se aplicó ninguna de las dos cepas de *B. subtilis*, lo cual demostró que la interacción cepa-variedad contribuyo a que las plantas crezcan y se desarrollen con normalidad.



- Se recomienda en futuras investigaciones utilizar diferentes dosis de fertilizantes inorgánicos comerciales aplicadas al suelo y que estas no afecten en la vida y actividad de las cepas de *Bacillus subtilis*.
- Se recomienda el uso de *Bacillus subtilis* en el cultivo de fresa aplicado al suelo con la finalidad de controlar y erradicar a los agentes patógenos que causan enfermedades a nivel radicular provocando la muerte de las plantas.
- Se recomienda que para un próximo estudio se añada una variable en la que permita medir y calcular el área foliar y número de raíz ya que en este estudio no se incluyó estas variables, pero sí tuvieron un efecto positivo al inocular las cepas de *Bacillus subtilis*.





Gracias por su atención



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA