

ANEJO I. Análisis estadístico conjunto de los factores muestreo y tratamiento.

En este apartado se muestra el análisis estadístico de los recuentos microbianos y las capacidades PGPR medidas en relación con el tratamiento y a la fecha del análisis. De esta manera, se evalúa la significancia de las interacciones entre los dos factores estudiados. Los datos se muestran en la tabla 19 y 20, expresados como valor medio de cada nivel de los dos factores y el porcentaje de la suma de cuadrados para ambos factores y su interacción

1.1. Finca Experimental 1

- Poblaciones generales TSA. En la tabla 19 se observa que, la evolución de las poblaciones microbianas no es significativa para el factor muestreo. El factor tratamiento si muestra una diferencia significativa en el número de microorganismos con un 95% de nivel de confianza. En cuanto a la interacción tratamiento por muestreo, el nivel de confianza aumenta al 99,9% ($p \leq 0,001$; tabla 19). De esta forma, se observa en la figura 12 como en el muestreo inicial, las parcelas testigo contaban con una mayor población microbiana, que se ha visto disminuida en el muestreo final. Sin embargo, para las parcelas tratadas se ve un aumento de la población en el muestreo final respecto al inicial.

- Poblaciones Fijadoras de Nitrógeno. El estudio de las poblaciones fijadoras de nitrógeno muestra significancia estadística en sus datos con un nivel de confianza del 99,9% para los factores muestreo y tratamiento y la interacción entre ambos ($p \leq 0,001$; tabla 19). En la figura 13 se observa como en el muestreo inicial, todas las parcelas (tratadas y testigo) parten de una situación similar. En el muestreo final, se observa como las parcelas testigo han pasado de 300000 microorganismos a 513333, mientras que, las tratadas de 393333 a 1533330 microorganismos fijadores de nitrógeno.

- Fijación de nitrógeno. El % de fijación de nitrógeno que se produce presenta significancia estadística en los datos con un nivel de confianza del 99% para los factores muestreo y tratamiento y la interacción entre ambos ($p \leq 0,01$; tabla 19). Se observa en la gráfica, como en el muestreo inicial, este % es negativo para ambas parcelas, tratadas y testigo. Es en el muestreo final, después del tratamiento, cuando las parcelas tratadas incrementan esta fijación de nitrógeno a un 0,4%.

- Mineralización P orgánico. Los factores muestreo y tratamiento no presentan significancia estadística en los datos. Sin embargo, su interacción tiene un efecto estadísticamente significativo del 95% de nivel de confianza ($p \leq 0,05$; tabla 21). Esto indica que, tal y como se ve en la figura 15, la mineralización disminuye en el muestreo final respecto al inicial en las parcelas testigo. Mientras que, en las parcelas tratadas, aumenta la mineralización de fósforo orgánico.

El tratamiento no ha influido significativamente ($p \leq 0,05$) sobre los parámetros: solubilización de fósforo inorgánico, movilización de potasio, producción de sideróforos y proteasa

Tabla 1. Evolución a nivel microbiológico de las capacidades PGP atribuidas al producto MICROPULL en la finca Experimental 1. Valores medios de 6 repeticiones

		TSA (UFC/g)	Poblaciones Fijadoras N (UFC/g)	Fijación de nitrógeno (%)	Solubilización P inorgánico (mm2)	Mineralización P orgánico (mm2)	Movilización de K (mm2)	Producción de sideróforos (mm2)	Producción de proteasas (mm2)
Muestreo (M)									
	Muestreo 1	253333	346667 b	-0,18 b	795	949	1623	1109	1347
	Muestreo 2	250000	1023330 a	0,15 a	958	1044	1684	920	1311
Tratamiento (T)									
	Testigo	216667 b	406667 b	-0,19 a	893	912	1720	963	1145
	Tratamiento	286667 a	963333 a	0,16 b	860	1081	1587	1066	1514
% suma de cuadrados									
M		0,003 n.s	45,19 ***	45,89 ***	11,1 n.s	11,1 n.s	0,56 n.s	7,01 n.s	0,28 n.s
T		15,9 *	30,58 ***	50,50 ***	0,47 n.s	0,47 n.s	2,6 n.s	2,08 n.s	29,29 n.s
M * T		60,66 ***	2,11 ***	3,21 ***	0,47 n.s	49,52*	2,6 n.s	3,83 n.s	0,28 n.s
Residual		23,38	3,02	0,38	87,94	39,40	94,23	87,06	70,14
<p>En la parte superior, se muestran las medias por mínimos cuadrados con un intervalo de confianza del 95% para los dos efectos principales: M: Muestreo, tomando los datos respectivos al muestreo 1 (antes de la aplicación del tratamiento) y muestreo 2 (después de la aplicación del tratamiento). T: Tratamiento, corresponde a los datos relativos al testigo y al tratado. En la parte inferior, se muestra el % de suma de cuadrados, indicando que factor (M, T o M*T) es significativo estadísticamente en cada parámetro. N.s: no significativo. *p<0,05. **p< 0,001 **p<0,0001</p>									

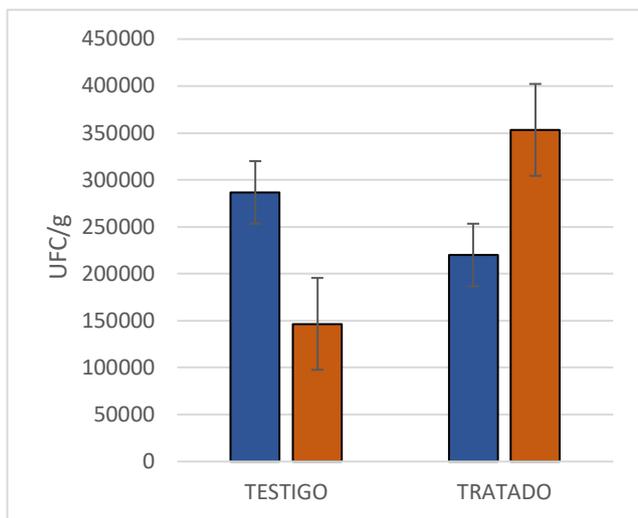


Figura 2. Poblaciones microbianas generales UFC (unidades formadoras de colonias) g⁻¹. Determinadas al inicio y al final del tratamiento con Micropull.

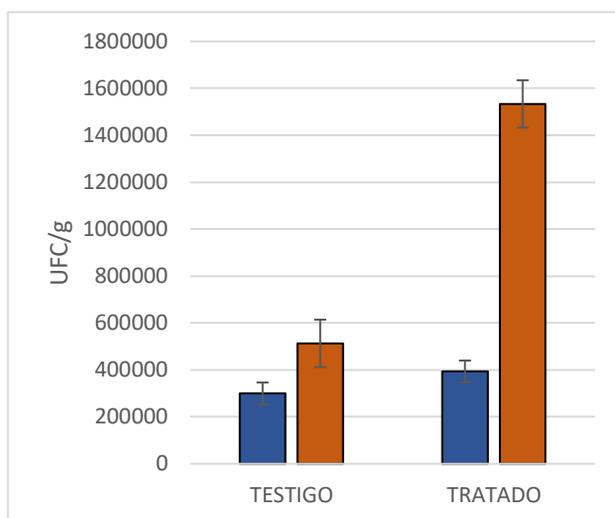


Figura 1. Poblaciones fijadoras de nitrógeno UFC (unidades formadoras de colonias) g⁻¹. Determinadas al inicio y al final del tratamiento con Micropull

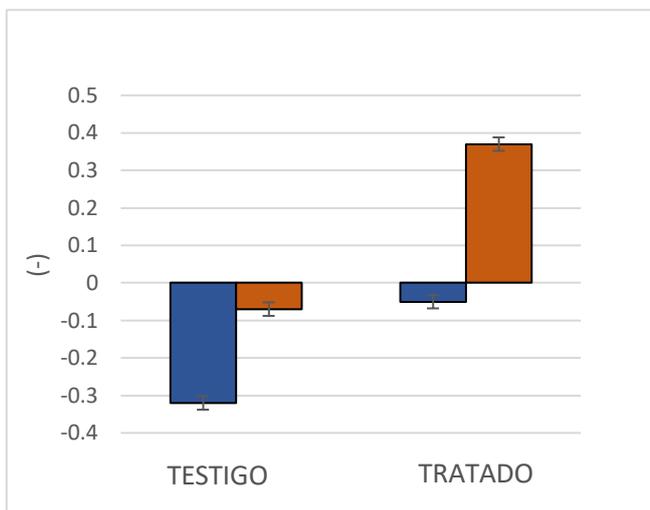


Figura 4. % Fijación de nitrógeno en Medio Jesen comercial a las 48 h, determinadas al inicio y al final del tratamiento con Micropull.

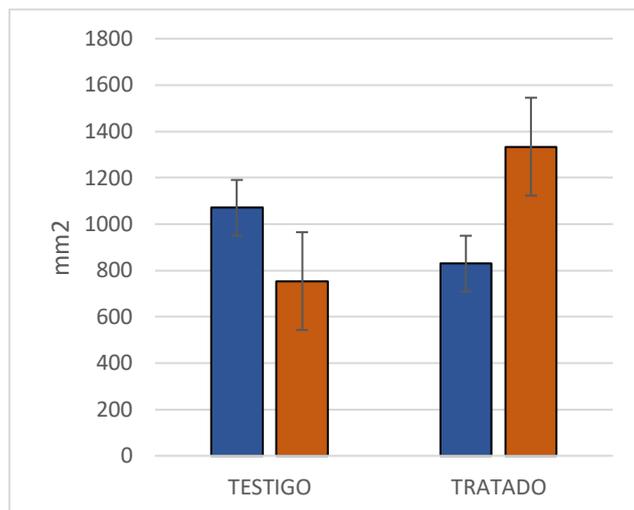


Figura 3. Mineralización de fósforo orgánico en mm² determinado al inicio y al final del tratamiento con Micropull. Interacción muestra por tratamiento

1.2. Finca experimental 2

- Poblaciones Generales TSA

Como se puede observar en la tabla 20, los tres factores analizados tienen un efecto significativamente estadístico para las poblaciones generales de microorganismos ($p \leq 0,01$; tabla 20). En el muestreo inicial, el recuento de microorganismos fue de 169000 para las parcelas testigo y 226667 para las tratadas. Sin embargo, en el final, las parcelas tratadas aumentaron el número de microorganismo llegando a 1142330, mientras que en las testigos estos aumentan a 342000, tal y como se observa en la figura 16.

- Poblaciones fijadoras de Nitrógeno

En esta ocasión, los tres factores presentan un efecto significativamente estadístico con un nivel de confianza del 99,9% para las poblaciones fijadoras de nitrógeno. Se puede observar en la figura 17 las parcelas testigos y las tratadas en el muestreo final, han incrementado la población fijadora de nitrógeno respecto a la muestra inicial. No obstante, este incremento es superior en las parcelas tratadas ($p \leq 0,001$; tabla 20).

- Solubilización de fósforo inorgánico.

La solubilización de fósforo inorgánico solo muestra significancia estadística para el factor muestreo y la interacción muestreo por tratamiento ($p \leq 0,0001$; tabla 20). En la figura 18 se observa como en el muestreo inicial, la solubilización en las parcelas testigo es el doble que en las parcelas tratadas y en el segundo muestreo, la solubilización de fósforo disminuye para ambas parcelas, más en las parcelas testigo que en las tratadas.

El tratamiento no ha influido significativamente ($p \leq 0,05$) en la interacción de los factores muestreo y tratamiento sobre los parámetros: fijación de nitrógeno, mineralización de fósforo orgánico, movilización de potasio, producción de sideróforos y proteasas.

Tabla 2. Evolución a nivel microbiológico de las capacidades PGP atribuidas al producto MICROPULL en la finca Experimental 2. Valores medios de 6 repeticiones

		TSA (UFC/g)	Poblaciones Fijadoras N (UFC/g)	Fijación de nitrógeno (%)	Solubilización P inorgánico (mm2)	Mineralización P orgánico (mm2)	Movilización de K (mm2)	Producción de sideróforos (mm2)	Producción de proteasas (mm2)
Muestreo (M)									
	Muestreo 1	197833 b	288833 b	1 b	679,10 a	1720,54 a	2038,89 a	629,36	781,72 b
	Muestreo 2	742167 a	3755000 a	1,73 a	261,79 b	1192,23 b	630,935 b	586,31	1981,3 a
Tratamiento (T)									
	Testigo	255500 b	1464330 b	1,55	503,17	1206,37 b	1054 b	403,577 b	1306,38 a
	Tratamiento	684500 a	2579500 a	1,19	437,72	1706,41 a	1615,83 a	812,102 a	1456,71 a
% suma de cuadrados									
M		39,92 **	81,75 ***	49,51 **	58,22 ***	36,21*	76,16 ***	0,86 n.s.	86,42 ***
T		24,79 **	8,46 ***	12,09 n.s	1,43 n.s	32,44*	12,12 *	77,88 ***	1,35 n.s.
M * T		18,57 **	7,66 ***	10,36 n.s.	31,79 ***	1,67 n.s	2,27 n.s.	2,81 n.s.	1,86 n.s.
Residual		16,70	2,11	28,02	8,54	29,66	9,43	18,44	10,34
<p>En la tabla se observa, en la parte superior, las medias por mínimos cuadrados con un intervalo de confianza del 95% para los dos efectos principales: M: Muestreo, tomando los datos respectivos al muestreo 1 (antes de la aplicación del tratamiento) y muestreo 2 (después de la aplicación del tratamiento). T: Tratamiento, corresponde a los datos relativos al control y al tratado. En la parte inferior, se muestra el % de suma de cuadrados, indicando que factor (M, T o M*T) es significativo estadísticamente en cada parámetro. N.s: no significativo. *p<0,05. **p< 0,001 **p<0,0001.</p>									

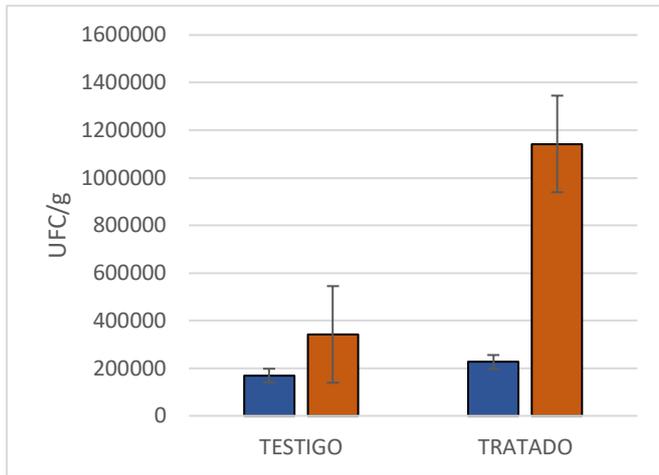


Figura 5. Poblaciones microbianas generales UFC (unidades formadoras de colonias) g⁻¹. Determinadas al inicio y al final del tratamiento con Micropull.

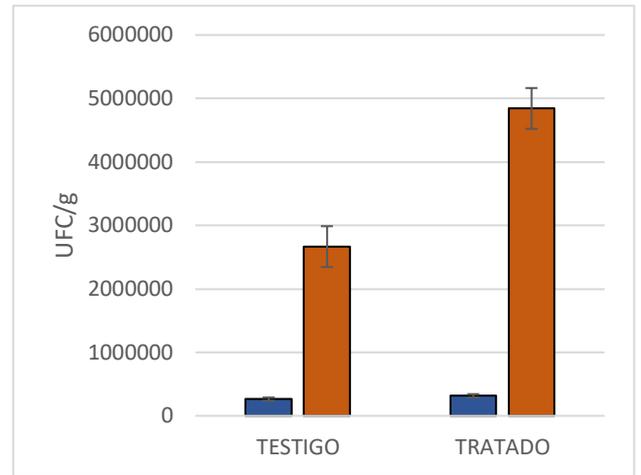


Figura 6. Poblaciones fijadoras de nitrógeno UFC (unidades formadoras de colonias) g⁻¹. Determinadas al inicio y al final del tratamiento con Micropull.

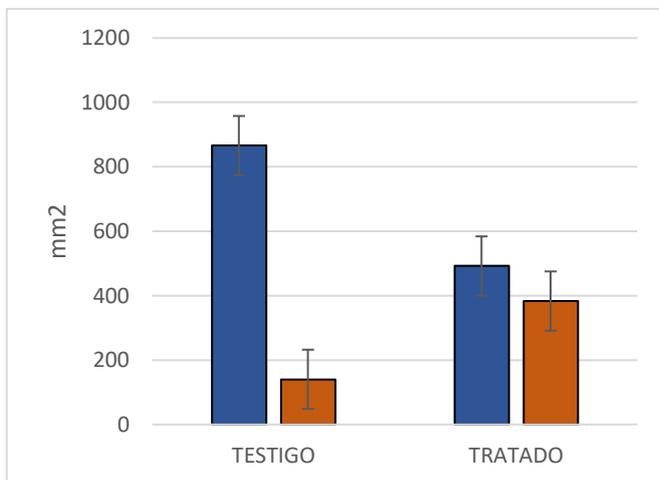


Figura 7. Solubilización de fósforo inorgánico mm², determinadas al inicio y al final del tratamiento con Micropull.