



# Ensayo en AgriChile

## Huerto adulto de Avellano Europeo



Cumpeo, Talca.  
08/08/2022



**Acorgánica**  
NUTRICIÓN DE PRECISIÓN

# Objetivos



En conjunto con el personal de **Agrichile** se realizaron pruebas para evaluar el comportamiento del cultivo de avellano europeo a través de los siguientes parámetros:



## Fisiología vegetal

- Nutrición vegetal
- Reservas del cultivo



## Fitosanidad

- Control de Xac
- Comportamiento de microbiología del suelo



## Rendimiento industrial

- Calidad visible

Para esto, **Acorgánica** propuso la aplicación de los siguientes productos:



# Especificaciones



**Ubicación:** Camarico, Cumpeo  
**Cultivo:** Avellano Europeo var. TDG  
**Periodo de prueba:** 2 años (Sep 20 – Jul 22)

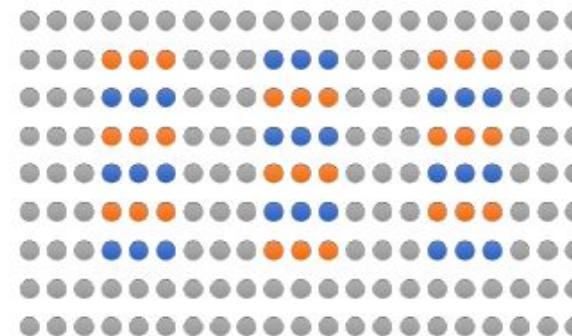
## Producto(s) aplicado(s):

**NPKelp®** 2 – 3 L/ha

**CopperKelp®** 2 – 3 L/ha

## Diseño experimental:

Un bloque con repeticiones alternadas no adyacentes para testigo y tratamiento. Se establece una distribución de 3 árboles por repetición en la misma fila, dejando 3 árboles de guarda interna y 3 de guarda externa.



●  
TESTIGO

●  
TRATAMIENTO

# Programa de aplicaciones



## CICLO 20 - 21



<b>NPKelp®</b>	3			3		3														9 L / ha
<b>CopperKelp®</b>	3			2		3														8 L / ha
<b>NPKelp®</b>									2				3				3			8 L / ha
<b>CopperKelp®</b>									3				3				2			8 L / ha

## CICLO 21 - 22



Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
MES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO			
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>NPKelp®</b>		3				3														
<b>CopperKelp®</b>		3		3		3														
<b>NPKelp®</b>				3					3			3				3				
<b>CopperKelp®</b>				3					3			3								

6 L / ha  
9 L / ha

12 L / ha  
9 L / ha

# Aporte nutricional



Ingrediente activo	% P / P
Algas marinas ( <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Gelidium robustum</i> ) .....	59.00 %
Ingredientes auxiliares para la extracción y estabilización .....	41.00 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

## COMPOSICIÓN GARANTIZADA

Materia orgánica .....	3.62 %
Nitrógeno .....	0.08 %
Potasio .....	1.48 %
Fósforo .....	0.015 %
Calcio .....	676.60 ppm
Magnesio .....	55.90 ppm
Boro .....	4.47 ppm



Ingrediente activo	% P / P
Extracto de algas marinas ( <i>Macrocystis pyrifera</i> y <i>Gelidium robustum</i> ) .....	97.00 %
Ingredientes auxiliares para estabilización ..	3.00 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

## COMPOSICIÓN GARANTIZADA

Materia orgánica .....	2.14 %
Nitrógeno .....	0.07 %
Potasio .....	1.35 %
Fósforo .....	0.005 %
Cobre .....	0.23 %
Calcio .....	294.55 ppm
Magnesio .....	43.90 ppm
Boro .....	10.35 ppm

# Análisis de suelo



1-2 apps

Octubre 2021

Marzo 2022

1-2 apps

13-9-22

Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

9-23-15

Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Dif. (%)	Control	Tratado	ELEMENTO	Control	Tratado	Dif. (%)
-71,42 %	36	21	N ppm (11– 60)	24,2	24,8	2,40 %
83,33 %	<4	24	P ppm (5 – 25)	0,13	0,13	0,00 %
- 18,32 %	323	273	K ppm (50 – 150)	82,1	148,6	44,75 %
- 23,72 %	1012	818	Ca ppm (400 – 1600)	315	385	18,18 %
- 7,14 %	180	168	Mg ppm (24 – 200)	181	259	30,11 %
14,06 %	55	64	Fe ppm (5 – 60)	0,00	0,10	-
20,00 %	36	45	Mn ppm (2 – 50)	0,20	0,30	33,33 %
- 37,20 %	5,90	4,30	Zn ppm (0.5 – 5)	0,00	0,00	0,00 %
0,00 %	3,00	3,00	Cu ppm (0.2 – 5)	0,00	0,00	0,00 %
- 20,00 %	1,20	1,00	B ppm (0.5 – 2)	0,10	0,10	0,00 %
0,00 %	<23	<23	Na ppm (40 – 230)	322	285	- 12,98 %
	6,70	6,60	pH	6,80	7,10	
	0,09	0,08	C.E. (dS/m)	0,05	0,06	
	2,70	2,50	Mat. Org. (%)	2,40	2,60	

# Análisis foliar



## Temporada 20-21 (Marzo)

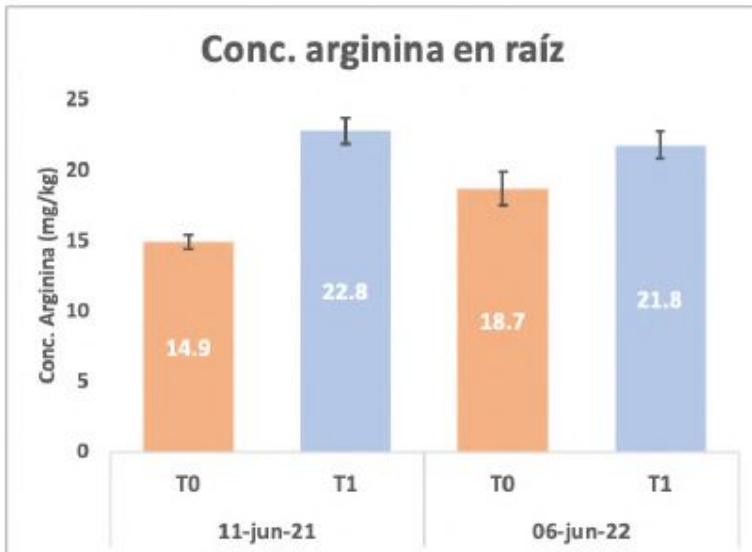
## Temporada 21-22 (Marzo)

1-2 apps

9-23-15  
Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>

Dif. (%)	Control	Tratado	ELEMENTO (REF)	Control	Tratado	Dif. (%)
-5,58 %	1,96	1,85	% N (1,80 – 3,00)	2,22	2,37	6,46 %
0,00 %	0,17	0,17	% P (0,12 – 0,45)	0,20	0,30	32,58 %
4,59 %	0,90	0,94	% K (0,80 – 2,00)	0,98	1,03	4,84 %
3,03 %	1,71	1,76	% Ca (0,65 – 2,50)	1,59	1,59	0,00 %
2,27 %	0,29	0,29	% Mg (0,18 – 0,50)	0,24	0,26	6,41 %
-9,53 %	433,00	395,33	Fe ppm (25 – 800)	905,00	954,67	5,20 %
-11,88 %	555,67	496,67	Mn ppm (25 – 800)	531,67	459,67	-15,66 %
9,63 %	56,33	62,33	Zn ppm (15 – 80)	164,67	128,33	-28,31 %
39,13 %	9,33	15,33	Cu ppm (3 – 50)	11,33	11,67	2,86 %
-1,01 %	100,00	99,00	B ppm (25 – 80)	90,00	86,67	-3,85 %
-	-	-	% Na (<1000)	208,33	214,67	2,95 %
-	-	-	% Cl (<0,5)	0,12	0,12	0,00 %
-	-	-	Clorofila (SPAD)	36,67	56,00	34,52 %

# Análisis de arginina en raíces



Los promedios de concentración de arginina fueron:

## CONTROL

- 2021:  $14,9 \pm 0,5$
- 2022:  $18,7 \pm 1,2$

## TRATADO

- 2021:  $22,8 \pm 0,9$
- 2022:  $21,8 \pm 1,0$

En los dos años de seguimiento del trabajo, las muestras del **tratamiento (T1)** han mantenido concentraciones de arginina mayores a **21,0 mg/kg (2,1 %)**.

No obstante, y a pesar de que el sector **testigo (T0)** mejoró en el 2022, las concentraciones de reserva se mantienen por debajo de **20,0 mg/kg (2,0 %)**.





# Microbioma general de suelo



## CONTROL

Se encontró la siguiente biodiversidad:

**OCT/21:** 174 especies de bacterias  
95 especies de hongos

\*Relación H/B: 0.54

**FEB/22:** 55 especies de bacterias  
42 especies de hongos

\*Relación H/B: 0.76

En cuanto a los microorganismos fitopatógenos, se detectaron:

1 especie de bacteria  
(*Enterobacteriaceae Erwinia*)  
19 – 7 especies de hongos

## TRATADO

Se encontró la siguiente biodiversidad:

**OCT/21:** 64 especies de bacterias  
40 especies de hongos

\*Relación H/B: 0.62

**FEB/22:** 44 especies de bacterias  
57 especies de hongos

\*Relación H/B: 1.29

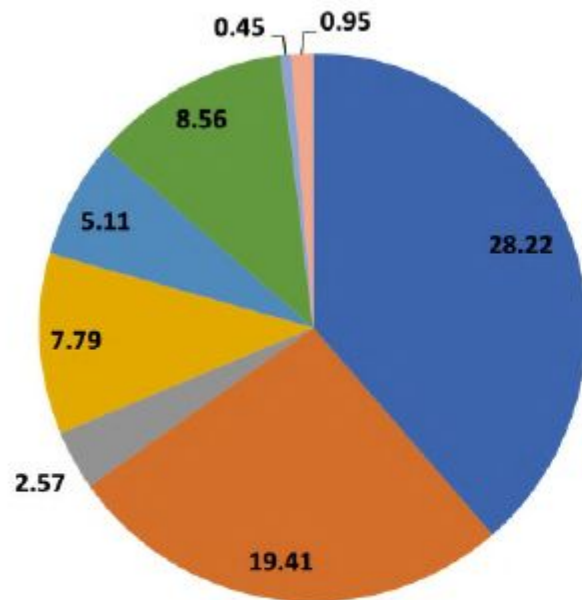
En cuanto a los microorganismos fitopatógenos, se detectaron:

1 especie de bacteria  
(*Cytophagaceae / Cytophaga*)  
10 – 7 especies de hongos

# Microbioma bacterias control

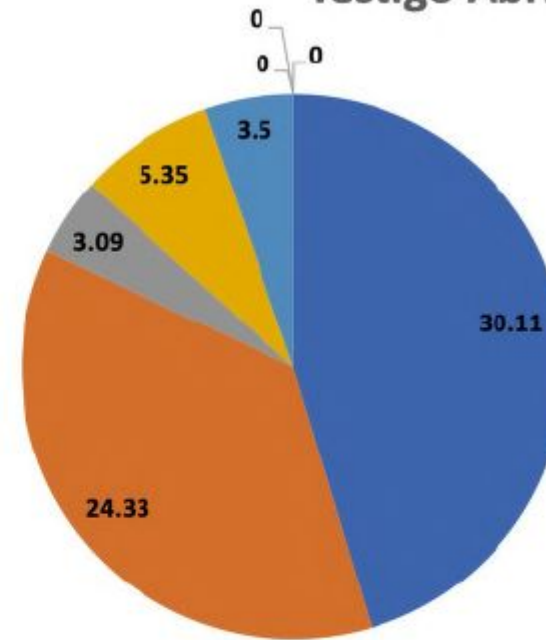


### Testigo Octubre 2021



- Degradación de Mat. Org.
- Ciclo de Nitrógeno
- Habitantes de Rizósfera
- Antagonistas
- Degradación de Mat. Inorg.
- Asimilación de Nutrientes
- Fitopatógenos
- Patógenos Hum.

### Testigo Abril 2022

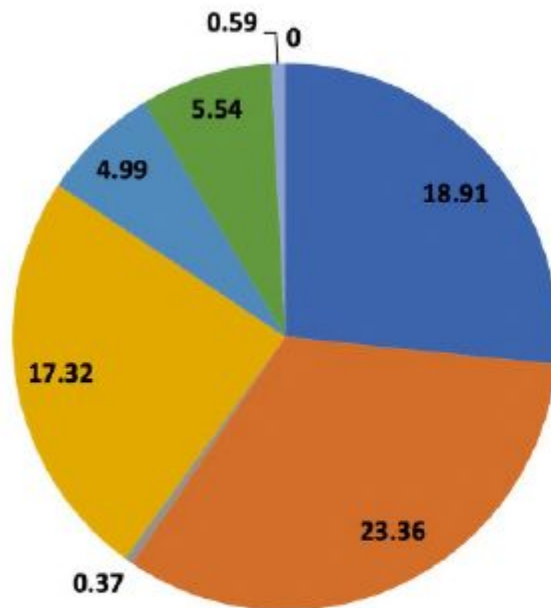


- **Incrementan** microorganismos relacionados con el ciclo del nitrógeno.
- **Disminuyen** los antagonistas y asimiladores de materia inorgánica.
- **Desaparecen** asimiladores de nutrientes, fitopatógenos y patógenos para humanos.

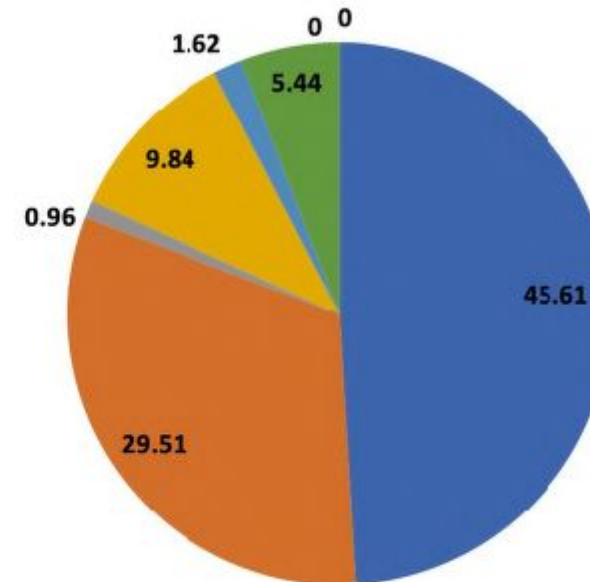
# Microbioma bacterias tratado



## Tratamiento Octubre 2021



## Tratamiento Abril 2022



- **Incrementan** microorganismos relacionados con la degradación de materia orgánica y ciclo del nitrógeno.
- **Disminuyen** los antagonistas y asimiladores de materia inorgánica.
- **Se mantienen** los asimiladores de nutrientes y **desaparecen** fitopatógenos.

# Microbioma bacterias general



Clasificación	Bacterias Control (%)			Bacterias Tratado (%)		
	Oct-21	Abr-22	Diferencia	Oct-21	Abr-22	Diferencia
Degradado Mat. Org.	28,22	30,11	▲ 1,89	18,91	45,61	▲ 26,70
Ciclo de Nitrógeno	19,41	24,33	▲ 4,92	23,36	29,51	▲ 6,15
Habitante Rizósfera	2,57	3,09	▲ 0,52	0,37	0,96	▲ 0,59
Antagonista	7,79	5,35	▼ -2,44	17,32	9,84	▼ -7,48
Degradador Mat. Inorg.	5,11	3,5	▼ -1,61	4,99	1,62	▼ -3,37
Asimilador Nutrientes	8,56	0,00	▼ -8,56	5,54	5,44	▼ -0,10
Fitopatógeno	0,45	0,00	▼ -0,45	0,59	0,00	▼ -0,59
Patógeno Humano	0,95	0,00	▼ -0,95	0,00	0,00	● 0,00
No clasificado	26,94	33,62	6,68	28,92	7,02	-21,90

## MICROORGANISMOS REPRESENTATIVOS

### Fitopatógenos

- *Cytophagaceae / Cytophaga* (0,59 %)
- *Enterobacteriaceae Erwinia* (0,45 %)

### Patógenos para Humanos

- *Cellulomonadaceae Oerskovia* (0,17 %)
- *Legionellaceae / Legionella* (0,23 %)

### Ciclo de nitrógeno

- *Nitrosomonadaceae MND1* (2 – 4,5 %)

### Asimilación / Antagonista

- *Bacillaceae / Bacillus* (2,6 – 6,7 %)

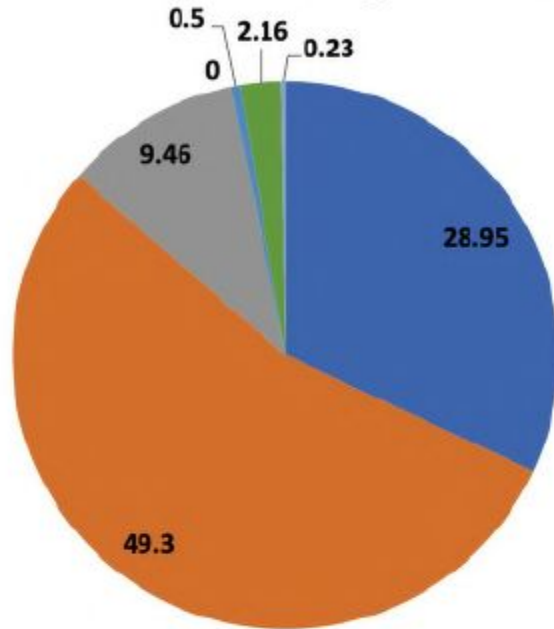
En ambos sectores se muestra una tendencia similar de incremento(▲) o decremento(▼) en los mismos grupos. No obstante, resalta la mayor cantidad de microbiota relacionada con la **degradación de materia orgánica, ciclo del nitrógeno y asimilación de nutrientes del sector tratado.**

Ambos sectores **redujeron la cantidad de patógenos** para humano y vegetales.

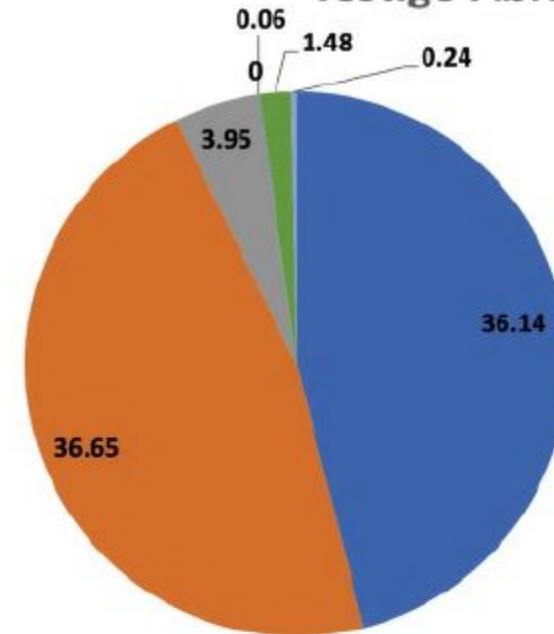
# Microbioma hongos control



### Testigo Octubre 2021



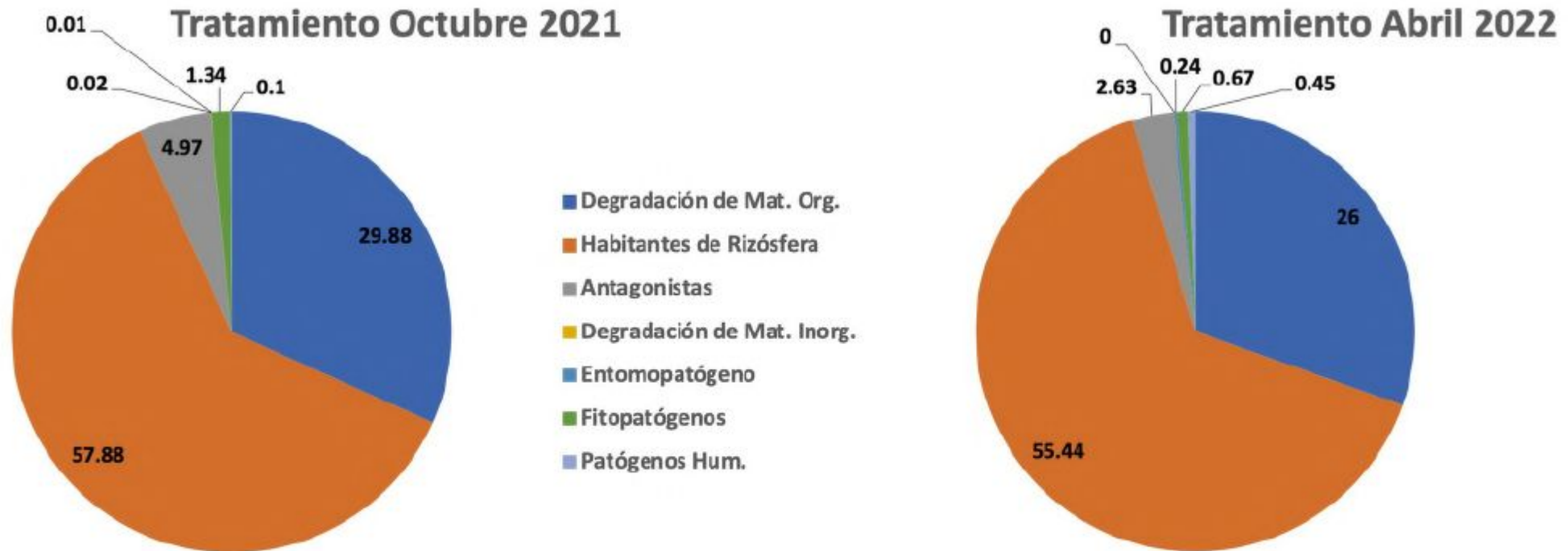
### Testigo Abril 2022



- Degradación de Mat. Org.
- Habitantes de Rizósfera
- Antagonistas
- Degradación de Mat. Inorg.
- Entomopatígeno
- Fitopatógenos
- Patógenos Hum.

- **Incrementan** microorganismos relacionados con la degradación de materia orgánica.
- **Disminuyen** habitantes de rizosfera, antagonistas y fitopatógenos.
- **Se mantienen** los patógenos para humanos.

# Microbioma hongos tratado



- Ningún incremento significativo.
- Disminuyen degradadores de materia orgánica, habitantes de rizosfera, antagonistas y fitopatógenos.
- Se mantienen los patógenos para humanos.

# Microbioma hongos general



Clasificación	Hongos Control (%)			Hongos Tratado (%)		
	Oct-21	Abr-22	Diferencia	Oct-21	Abr-22	Diferencia
Degradador Mat. Org.	28,95	36,14	▲ 7,19	29,88	26,00	▼ -3,88
Habitante Rizósfera	49,30	36,65	▼ -12,65	57,88	55,44	▼ -2,44
Antagonista	9,46	3,95	▼ -5,51	4,97	2,63	▼ -2,34
Degradador Mat. Inorg.	0,00	0,00	● 0,00	0,02	0,00	▼ -0,02
Entomopatógeno	0,50	0,06	▼ -0,44	0,01	0,24	▲ 0,23
Fitopatógeno	2,16	1,48	▼ -0,68	1,34	0,67	▼ -0,67
Patógeno Humano	0,23	0,24	▼ -0,01	0,10	0,45	▲ 0,35
No clasificado	9,40	21,48	12,08	5,80	14,57	8,77

## MICROORGANISMOS REPRESENTATIVOS

### Habitantes de la Rizosfera (Ectomicorriza)

- *Laccaria trichodermorphora* (14 – 46 %)
- *Tomentella* spp. (1 – 39 %)
- *Trichophaea woolhopeia* (1 – 10 %)

### Fitopatógenos

- *Alternaria* (0,20 – 0,32 %)
- *Botrytis caroliniana* (0,34 %)
- *Cladosporium* (0,10 – 0,25 %)
- *Fusarium* (0,16 – 0,46 %)

### Patógenos para Humanos

- *Exophiala equina* (0,10 – 0,23 %)

### Antagonista

- *Trichoderma* (2 – 4,5 %)

### Entomopatógeno

- *Cordyceps bassiana* (0,49 %)

En ambos sectores el grupo más representativo fue el de **habitantes de la rizósfera**, siendo en su mayoría **hongos del tipo micorrizas** los encontrados.

Al igual que el comportamiento de las bacterias, en el análisis final **se encontró menor cantidad de hongos fitopatógenos** en ambos sectores.

Se resalta también que el sector **tratado tuvo menor fluctuación** en los porcentajes analizados.

# Cuantificación qPCR Xac



## CICLO 2020 – 2021

MES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO							
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
CONTROL													1,58 x 10 <sup>3</sup>																											
													9,38 x 10 <sup>2</sup>																											
													N.D.																											
TRATADO													N.D.																											
													1,08 x 10 <sup>5</sup>																											
													3,19 x 10 <sup>5</sup>																											

La medición realizada en diciembre determinó una mayor concentración de Xac en el sector tratado, sin embargo, se desconocía el inóculo inicial.

## CICLO 2021 – 2022

MES	SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE				ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL				MAYO							
Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
CONTROL																																								
TRATADO																																								

Los resultados obtenidos en octubre mostraron una mayor concentración de Xac en el sector control.



# Cuantificación qPCR Xac



**Tabla 1.** Resultados de la técnica de qPCR para detección de bacterias XAC (*Xanthomonas arboricola corylina*).

Tipo de Muestra	Análisis realizado	Código Cliente	Variedad	Resultados (NC/g)
Hojas de avellano	Reacción de la polimerasa en cadena cuantitativa (qPCR)	T0R1	N/A	3,2x10 <sup>3</sup>
		T0R2		1,8x10 <sup>3</sup>
		T0R3		4,1x10 <sup>3</sup>
		T1R1		1,4x10 <sup>4</sup>
		T1R2		1,1x10 <sup>3</sup>
		T1R3		2,2x10 <sup>3</sup>
Yemas de avellano		T0R1		2,6x10 <sup>4</sup>
		T0R2		6,3x10 <sup>3</sup>
		T0R3		<L.C
	T1R1	4,3x10 <sup>3</sup>		
	T1R2	6,3x10 <sup>3</sup>		
	T1R3	1,6x10 <sup>4</sup>		

En el cierre de ciclo 2021-2022, la concentración total de Xac fue:

**CONTROL (T0)**

- Hojas: (3,0 ± 1,2) x10<sup>3</sup> NC/g
- Yemas: (10,8 ± 13,6) x10<sup>3</sup> NC/g

**TRATADO (T1)**

- Hojas: (5,8 ± 7,1) x10<sup>3</sup> NC/g
- Yemas: (8,8 ± 6,3) x10<sup>3</sup> NC/g

A inicios del ciclo 21-22 se observó un control/mitigación de la propagación de Xac, la cual se mantuvo en exponentes bajos (10<sup>3</sup> – 10<sup>4</sup>).

Cabe resaltar que el control referido ha sido para **tejido de yema**, donde se ha encontrado la concentración del producto **Copperkelp®** en otros frutales.

# Calidad visible



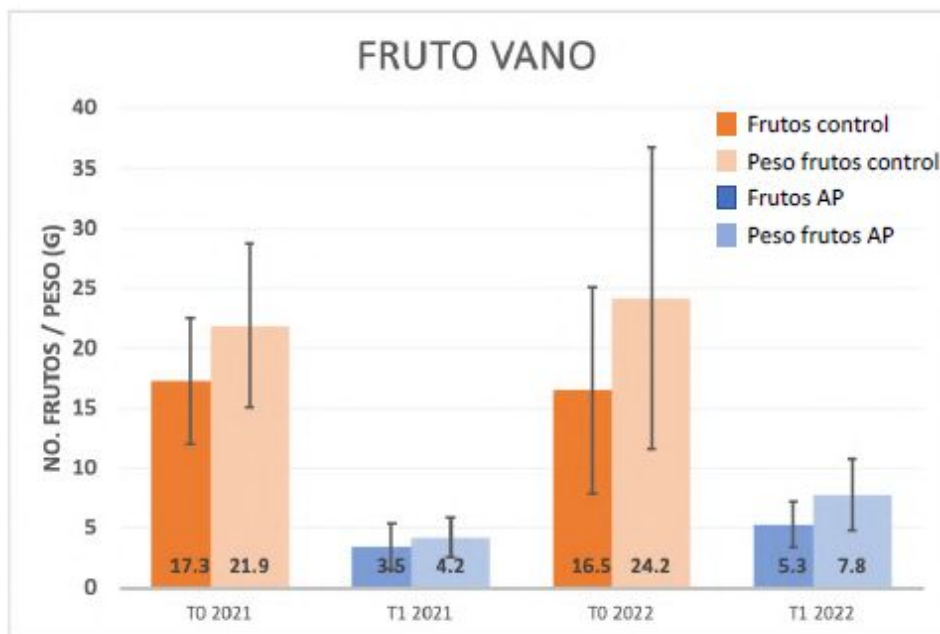
Muestra	Peso total		Vana		Chupada		Moho		Doble		Chinche		Año Ant		Rendimiento
	C/cáscara	S/cáscara	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	
T0-21	1500	678 ± 8	17.3	21.9	3.5	1.4	1.5	1.3	0.5	0.8	1.8	1.8	0.0	0.0	45.10%
T0-22	1500	674 ± 7	16.5	24.2	0.5	0.4	6.3	6.3	0.5	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	44.50%
T1-21	1500	681 ± 6	3.5	4.2	3.8	1.5	0.8	0.7	0.0	0.0	0.8	0.8	0.0	0.0	45.30%
T1-22	1500	675 ± 13	5.3	7.8	2.5	1.9	7.8	7.4	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.70%

Se siguió el procedimiento establecido por Agrichile para la evaluación del **rendimiento industrial**, tomando cuatro muestras de **1500 g por cada medición**.

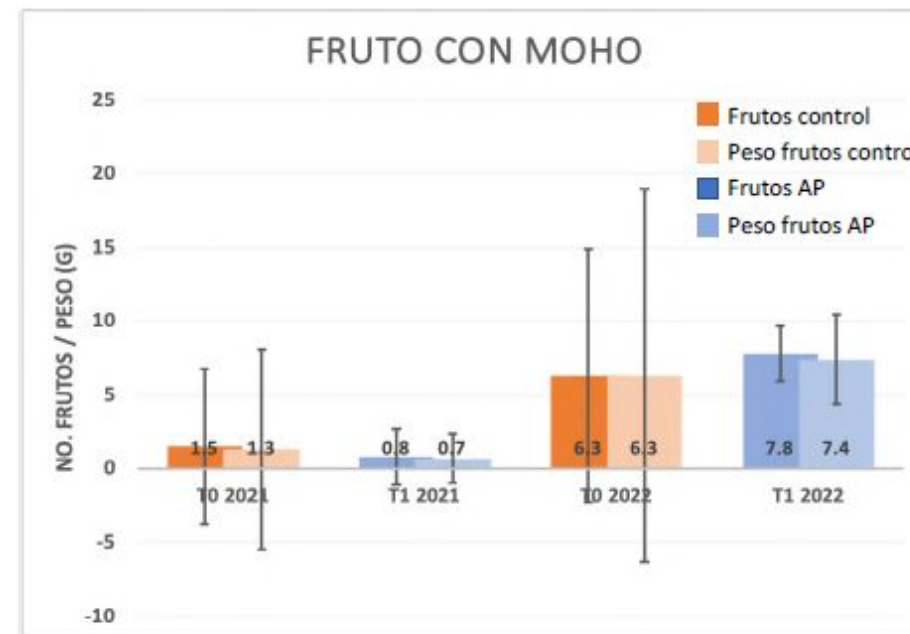
En los datos recabados se encontró lo siguiente:

- **Peso sin cáscara:** Ligero incremento en tratamiento (**no significativo**).
- **Fruto vano:** Menor cantidad de fruto vano (**significativo**).
- **Fruto chupado:** Ligero decremento en testigo (**no significativo**).
- **Fruto con moho:** Variación entre ciclos (**no significativo**).
- **Rendimiento industrial:** Ligero incremento en tratamiento (**no significativo**).

# Calidad visible



En ambos años se obtuvo **menor incidencia de frutos vanos en el sector tratado**, probablemente atribuido a la mejora en la absorción de nutrientes y bioestimulación del cultivo.



En 2022 se presentaron condiciones más favorables para la aparición de hongos en ambos sectores. **No se observó un control significativo.**

# Conclusiones



Después de dos años de trabajo, según los objetivos de la evaluación, se puede concluir en lo siguiente:

- Se ha encontrado **mayor concentración de arginina de reserva en el sector tratado** al finalizar cada ciclo, lo cual podría relacionarse con la bioestimulación y aprovechamiento de nutrientes.
- No se reportó **ningún daño o alteración relevante en la microbiología endémica** del suelo con la aplicación del programa establecido.
- Los resultados de qPCR determinaron que, durante el ciclo 2021 - 2022, **X. arborícola se mantuvo en concentraciones no mayores a  $10^3$ NC/g**, lo cual sugiere un control del patógeno en yemas y follaje. No obstante, se sugiere realizar más pruebas en base al ciclo de X. arborícola y su afectación en la productividad y rendimiento del cultivo.
- Se mostró una relación significativa en la **disminución de fruta vana del sector tratado** durante ambos ciclos, igualmente podría atribuirse a la bioestimulación y aprovechamiento de nutrientes.

# ¡Gracias por su atención!

**Ricardo Delgado**  
CEO Acorgánica  
[ricardo@acorganica.com](mailto:ricardo@acorganica.com)  
+56 9 6767 6202



@acorganicachile



+54 299 6049 408



[www.acorganica.com](http://www.acorganica.com)