

---

## **INFORME FINAL 2020 - 2023**

**PROYECTO: FSA\_1\_2018\_1\_152506 Nuevos sistemas de alta producción de cítricos bajo malla**

**ACTIVIDAD: Componente 3. N-24394 Cambio en las condiciones predisponentes de plagas y enfermedades**

**APARTADO: Enfermedades**

Elena Pérez, Leticia Rubio. [elenaperez@inia.org.uy](mailto:elenaperez@inia.org.uy); [lrubio@inia.org.uy](mailto:lrubio@inia.org.uy)

### **1. Introducción**

La producción de fruta cítrica de forma tradicional consiste en plantaciones en parcelas a campo abierto. En Uruguay, para mitigar los daños causados los vientos fuertes sobre hojas y frutas se utilizan cortinas rompeviento utilizando árboles forestales. La producción de cítricos bajo mallas es un sistema relativamente moderno que tiene como principal objetivo evitar la polinización y favorecer la producción de frutos sin semilla. Otras ventajas del sistema están asociadas a prevenir la transmisión de enfermedades propagadas por insectos, evitar el quemado de sol y reducir la evapotranspiración.

Las enfermedades en las plantas, tanto en ocurrencia como en intensidad (incidencia y severidad), dependen de condiciones relacionadas con la planta, el patógeno y las condiciones ambientales. Cualquier modificación en Los componentes de la enfermedad provocan modificaciones en términos epidemiológicos favoreciendo o disminuyendo el progreso de las enfermedades.

#### **1.1 Resumen de las principales características de las enfermedades estudiadas**

##### **1.1.1 Sarna de los cítricos**

La sarna de los cítricos es causada por dos especies del género *Elsinoe* con cierto grado de especialización patógeno – hospedero. *E. fawcetti* es la especie con mayor distribución a nivel mundial. Provoca la enfermedad conocida como “sarna del naranjo amargo o sarna común”. Las lesiones se pueden observar en hojas, ramas y frutos de variedades comerciales de la familia de las rutáceas tales como limones, pomelos, mandarinas e híbridos (Temple, Murcott y Minneola), limón rugoso, naranjo amargo, trifolia y lima de rangpur entre otros. Dentro de la especie *E. fawcetti* se han identificado los patotipos FBRH, FNHR, Tymon y se conoce que existen otros aun sin clasificar. La raza FBRH infecta hojas y frutas de limón verdadero, limón rugoso, pomelo, naranjo amargo mandarinas y tangelos. En naranjo dulce solo afecta la fruta. La raza FNHR afecta limón rugoso, mandarina Cleopatra y pomelo y el patotipo Tymon causa lesiones en limón, limón rugoso, mandarina Cleopatra y no afecta naranjo amargo. Este patotipo se ha encontrado solamente en Australia. *E. australis* afecta naranjas dulces y algunas

mandarinas y tiene una distribución acotada a países de América del Sur (Argentina, Uruguay, Brasil, Paraguay, Bolivia y Ecuador). Los síntomas de la enfermedad se observan solamente en fruta. En Corea y en Texas se identificó el patotipo Natsudaiddadi. En algunos casos, provoca síntomas similares a un rameado tardío que también se ven en hojas; pero no siempre fue confirmada la presencia del patógeno como responsable de los síntomas en hojas (Kunta et al., 2013).

Las esporas de *Elsinoe* spp sobreviven en las lesiones. La forma asexual es la manera de reproducción común y rara vez se ha identificado la forma sexual. Los conidios se producen en acérvulos y se dispersan principalmente por la lluvia, el salpicado de agua y en menor medida por el viento. La temperatura entre 24 y 28 °C provoca la mayor severidad de la enfermedad disminuyendo a temperaturas de 17 °C, 20°C, 30 °C y 32° C. Aunque 2 a 3 horas de alta humedad son condiciones favorables para la formación, germinación y el proceso de infección de los conidios, son necesarias 12 horas de hoja mojada para máxima infección (Agostini et al., 2003). Las hojas tienen un periodo muy corto de susceptibilidad (7 a 10 días desde que emergen de la yema) y luego son tolerantes. Los frutos son susceptibles desde cuajado hasta 60 días después de pétalo caído.

Agostini, J. P., Bushong, P. M., Bhatia, A., and Timmer, L. W. 2003. Influence of environmental factors on severity of citrus scab and melanose. *Plant Dis.* 87:1102-1106.

### **1.1.2 Cancro cítrico**

El cancro cítrico es causado por cepas del género *Xanthomonas*, actualmente separadas en las especies *X. citri* ssp. *citri* (Xcc) y *X. fuscans* spp *aurantifolii* (Xfa) (Constantin et al., 2016). La cepa Xcc-A se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, afecta varias especies de cítricos y es la que predomina en Uruguay. La cepa Xfa-B fue observada en la década del 70 del siglo pasado (), pero su presencia no se ha reportado en los últimos 40 años. La cepa Xfa-C no ha sido reportada en Uruguay.

Xcc sobrevive en lesiones sobre ramas, hojas y frutos. Es diseminada por el salpicado de agua de lluvia, siendo el viento un factor importante en la distribución en el espacio de la enfermedad. Sobre los tejidos, se moviliza cortas distancias a través del agua, mediante el movimiento de su flagelo, facilitando la penetración a los tejidos de la planta a través de estomas, hidatodos o heridas artificiales (Graham et al., 1992). Por ello, las heridas que causa la larva del minador de los cítricos aumentan la incidencia y la severidad de la enfermedad (Belasque et al., 2005). El agua sobre las lesiones causa una rápida multiplicación de las bacterias en la primera hora (Pruvost et al., 2002; Timmer et al., 1991), por lo cual el riesgo de dispersión e infección es muy alto en condiciones de tormentas con lluvias y vientos intermitentes (Bock et al, 2001). Las temperaturas óptimas para la multiplicación de la bacteria oscilan entre 20 y 30°C (Peltier, 1920). En condiciones óptimas de temperatura, humedad e inóculo los síntomas se observan 7

días después de la infección (Shubert et al., 2001). Pero en condiciones desfavorables, pueden aparecer luego de 2 o más meses (Shubert et al., 2001). Las lesiones incipientes tienen mayor concentración de bacterias viables que las lesiones viejas (Bock et al., 2005) y las temperaturas bajas en invierno reducen el número (Peltier, 1920). Temperaturas superiores a 40 °C pueden inhibir el desarrollo de la enfermedad en algunas variedades y no en otras, dependiendo del tiempo en que la hoja permanece mojada (Dalla Pria et al 2006; Cristiano et al 2009). Dependiendo de la temperatura, el tipo de hospedero y la concentración de inóculo luego de 1 a 3 semanas de iniciado el proceso de infección las bacterias son liberadas en la superficie y están en condiciones de diseminarse e iniciar un nuevo proceso de infección (Bruning and Gabriel, 2003). Los tejidos susceptibles a la enfermedad muestran mayor tolerancia a medida que envejecen independiente de que sean hojas, ramas o frutos. Aparentemente en las hojas la disminución en el contenido de agua es el mayor factor que contribuye a la resistencia a la infección (Verniere et al., 2003). El fruto es susceptible por alrededor de 90 a 120 días luego de cuajado y la rama mientras permanece de color verde (Graham et al., 1992).

### **1.1.3 mancha negra de los cítricos**

La mancha negra de los cítricos es causada por el hongo *Guignardia citricarpa* (FP) o *Phyllosticta citricarpa* (FI) Da Silva et al., 2016. Todos los cítricos de interés comercial (limones verdaderos, mandarinas, naranjas dulces y pomelos) son susceptibles a la enfermedad. El hongo en su fase sexual produce pseudotecios en las hojas caídas en el suelo que se encuentran en proceso de descomposición, mientras que, en su fase asexual, produce picnidios sobre lesiones de frutos, ramas y hojas sobre la planta o caídas en el suelo. En Uruguay se han observado ambas formas de reproducción.

La producción de ascosporas en los pseudotecios es favorecida por la alternancia de periodos húmedos y secos sobre las hojas en estado papiráceo y son liberadas activamente y transportadas por el viento, pudiendo llegar a largas distancias. En cambio, las picnidiosporas son liberadas pasivamente por el agua de lluvia o de riego y solo se dispersan a corta distancia por el salpicado de agua que las contiene. En Uruguay la principal fuente de inóculo son las hojas caídas en el suelo. Las condiciones climáticas favorables para la producción y liberación de ascosporas ocurren a fines de la primavera – principio de verano cuando los frutos se encuentran en estado susceptible. En presencia de agua libre por periodos superiores a 12 -24 h las ascosporas germinan formando el tubo germinativo y apresorio, penetrando en forma directa en los tejidos susceptibles. Dentro del hospedero, el hongo se establece en la región subcuticular y permanece quiescente alcanzando el periodo de incubación desde 1 mes a más de un año. En hojas, pueden permanecer quiescentes durante toda su vida e iniciar el proceso de reproducción cuando están caídas en el suelo. El proceso de infección de los conidios no es bien conocido. En frutos verdes, aparentemente el hongo penetra por estomas y luego de algunas semanas, se observan síntomas de falsa melanosis. La susceptibilidad

de las variedades no está asociada al proceso de maduración. Las variedades tempranas son tan susceptibles como las de maduración intermedia como tardía. Sin embargo, como los síntomas son favorecidos por las altas temperaturas y la radiación solar, es posible que las variedades de maduración temprana o cosechas previo a la primavera no presenten síntomas en la fruta.

La formación de pseudotecios se produce 40–180 días después de la caída de la hoja, dependiendo de la frecuencia de humedecimiento y secado, así como de las temperaturas predominantes (Kotzé, 1981). La temperatura óptima para la formación de pseudotecios es de 21–28 °C; por debajo de 7 °C y por encima de 35 °C no se forman (Lee y Huang, 1973). Las ascosporas se liberan durante las precipitaciones y ocasionalmente durante el riego, o cuando hay un rocío intenso (Kiely, 1949a; Kotzé, 2000). La liberación de ascosporas se encuentra estrechamente influenciada por el régimen de lluvias (Kotzé, 1981). Las ascosporas salen despedidas con fuerza hasta una altura de 1,2 cm por encima de los pseudotecios y las corrientes de aire las transportan a grandes distancias a través de la cubierta vegetal (Kiely, 1949a). El período crítico para la infección comienza con el cuajado del fruto y dura 4-6 meses, pero los primeros síntomas en los frutos no aparecen hasta más de seis meses después del cuajado de frutos (Baldassari et al., 2006). En el Brasil, los frutos de las variedades “Valencia” y “Natal” de *C. sinensis* son susceptibles por lo menos hasta 24 semanas después de la caída del 75 % de los pétalos, cuando tienen un diámetro de 5-6 cm (Baldassari et al., 2006). Las hojas permanecen susceptibles a la infección desde el desarrollo hasta los 10 meses de edad (Truter et al., 2007). Se producen picnidios con conidios en los frutos, las hojas, las ramas muertas, los pedicelos de los frutos y, en abundancia, en la hojarasca (Kotzé, 2000). Pueden ser dispersados por salpicaduras sobre la cubierta vegetal o ser arrastrados por lavado desde los frutos infectados que quedan en el árbol a frutos más jóvenes y a las hojas que están todavía en etapa susceptible (Agostini et al., 2006; El desarrollo de síntomas en los frutos maduros se ve favorecido por el aumento de la temperatura, la intensidad luminosa elevada, la sequía y el escaso vigor del árbol (Extraído de “FAO, Normas Internacionales para medidas fitosanitarias; PD5 *Phyllosticta citricarpa* (McAlpine) Aa en frutas” publicado en 2016)

## **2. Objetivos**

Predecir el comportamiento de las enfermedades cancro cítrico, sarna común y mancha negra de los cítricos en ambientes bajo malla.

### **2.2 Objetivos específicos**

2.2.1 Evaluar la incidencia de la enfermedad en fruta cosechada en los 3 tratamientos que componen el experimento.

2.2.3 Realizar un análisis de los componentes de la enfermedad planta y clima en cada uno de los tratamientos para analizar la posible evolución de las enfermedades identificadas en el cuadro.

### **3. Materiales y métodos.**

Los trabajos fueron realizados en el marco del proyecto “FSA\_1\_2018\_1\_152506, Sistemas Sustentables de Alta Eficiencia de Producción de Fruta Cítrica de Exportación”.

El experimento está compuesto por 6 parcelas en total de aproximadamente 1 ha cada una. Dos de las parcelas están protegidas con malla antiabejas, 2 con malla antiáfidos y 2 con protección de malla antiabeja solo en los laterales de los cuadros (sin techo).

**3.1 Reconocimiento de las enfermedades mas importantes presentes en los cuadros del experimento.** Al inicio del 2020 se realizó un relevamiento *in situ* recorriendo los 6 cuadros que componen el ensayo. Se observaron frutas y hojas de plantas al azar, realizando una recorrida de cada cuadro en forma de zig\_zag. Posteriormente (otoño 2020), se realizó un croquis de cada uno de los cuadros y el 100% de las plantas fueron monitoreadas para determinar la incidencia de cancro cítrico en plantas. A su vez se realizó una consulta al técnico del establecimiento, Ing. Agr. Gastón Di Lorenzo sobre los principales problemas sanitarios identificados por él y el manejo que se realiza para el control de las enfermedades.

### **3.2. Evaluación de la incidencia de las enfermedades en fruta.**

La incidencia de cancro cítrico, sarna y rameado se realizaron en los tres periodos de cosecha que duró el experimento. En la primera zafra (2020\_2021) se evaluaron 20 plantas por parcela y 25 frutas por planta (total 1000 frutas por tratamiento). Un total de 800 frutas/tratamiento fueron observadas en laboratorio para identificar presencia de enfermedades y evaluar su nivel de incidencia (número de frutas con síntomas en el total de la fruta evaluada).

**3.3 Análisis del microclima en cada tratamiento** Se realizó un análisis de los datos registrados por los sensores cada 15 minutos para identificar datos faltantes y fuera de rango. Las planillas fueron depuradas y luego se resumieron los datos para identificar valores extremos máximos y mínimos de los parámetros lluvia, humedad relativa y

temperatura. Luego a partir de los datos tomados cada 15 minutos, se calcularon valores diarios de lluvia acumulada, temperatura y humedad relativa promedio.

Las variables brotación y floración fueron proporcionadas por el laboratorio de Fisiología Vegetal de Inia SG.

Los datos fueron analizados comparando los datos reales con los teóricos predisponentes para las enfermedades cancro cítrico y sarna (máximos, mínimos y óptimos) de acuerdo a la literatura consultada.

#### 4. Resultados

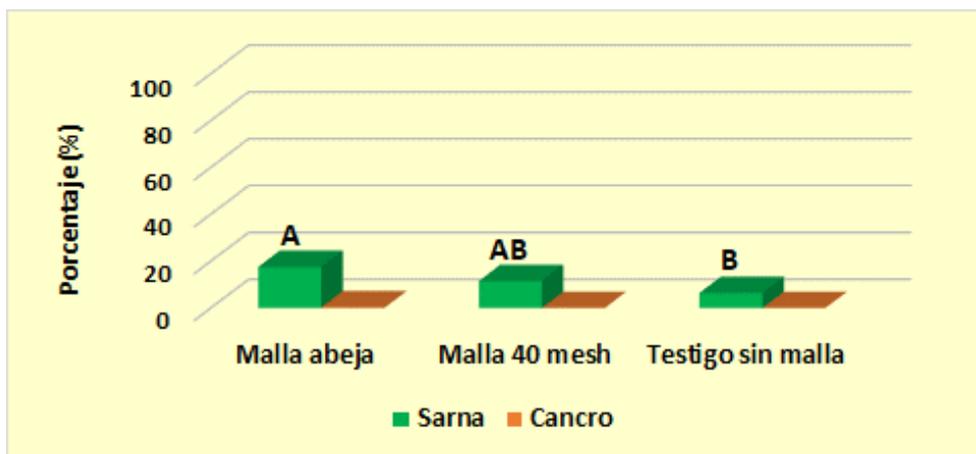
**4.1 Identificación de enfermedades a inicio del experimento.** En la evaluación realizada en campo (verano 2020) se observó como principal problema cancro cítrico (tabla 1). La incidencia de la enfermedad fue baja y muy heterogénea entre plantas

CUADRO	PLANTAS EVALUADAS	FRUTAS EVALUADAS	FRUTAS CON SÍNTOMAS DE CANCRO CÍTRICO	INCIDENCIA EN FRUTA
Malla abejas bloque 1	10	982	10	1
Malla abejas bloque 2	15	1474	11	0.75
Malla 40 mesh bloque 1	4	347	2	0.58
Malla 40 mesh bloque 2	6	393	0	0
Testigo sin malla bloque 1	3	300	1	0.33
Testigo sin malla bloque 2	4	400	5	1.25

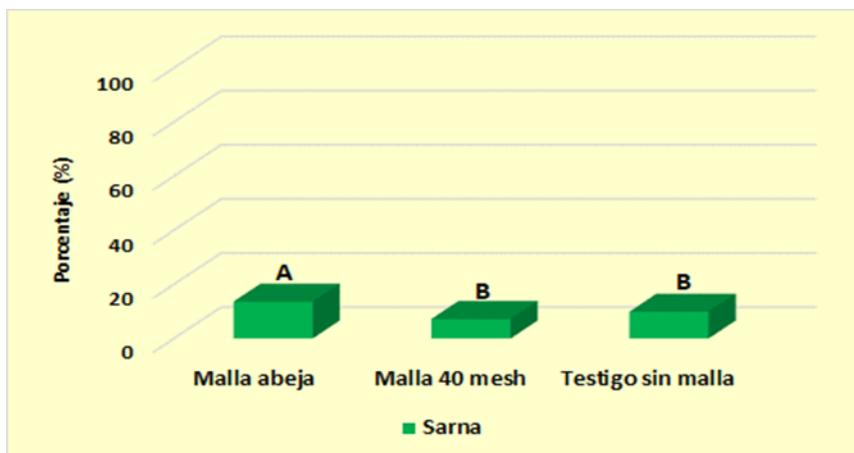
Tabla 1. Incidencia inicial de cancro cítrico (%) en frutos observados em cada uno de los cuadros que componen los diferentes tratamientos del experimento en verano 2020.

## 4.2 Incidencia de las enfermedades

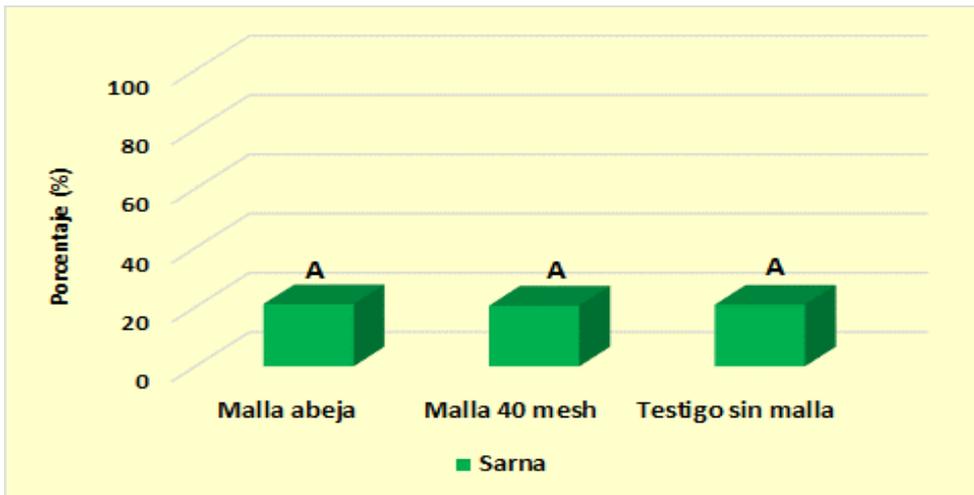
### 4.2.1 Zafra 2020



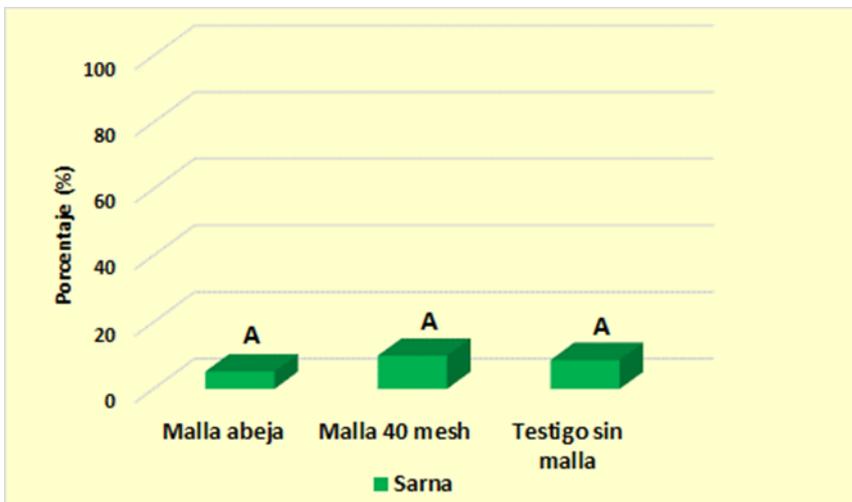
### 4.2.2 Zafra 2021



### 4.2.3 Zafra 2022



#### 4.2.4 Zafra 2023



En todos los periodos de evaluación la incidencia de las enfermedades en fruta fueron bajas. En el caso de cancro citrico solo se observaron frutos enfermos en la zafra 2019-2020. Se observaron 5 frutas en el total de las 1000 evaluadas. La enfermedad con mayor incidencia durante todas las zafra fue sarna de los citricos pero nunca superó el 20% de frutas enfermas. Las diferencias entre el testigo y los tratamientos con malla fue escasa y diferencias significativas solo se observaron en las dos primeras temporadas en detrimento del tratamiento con malla antiabejas.

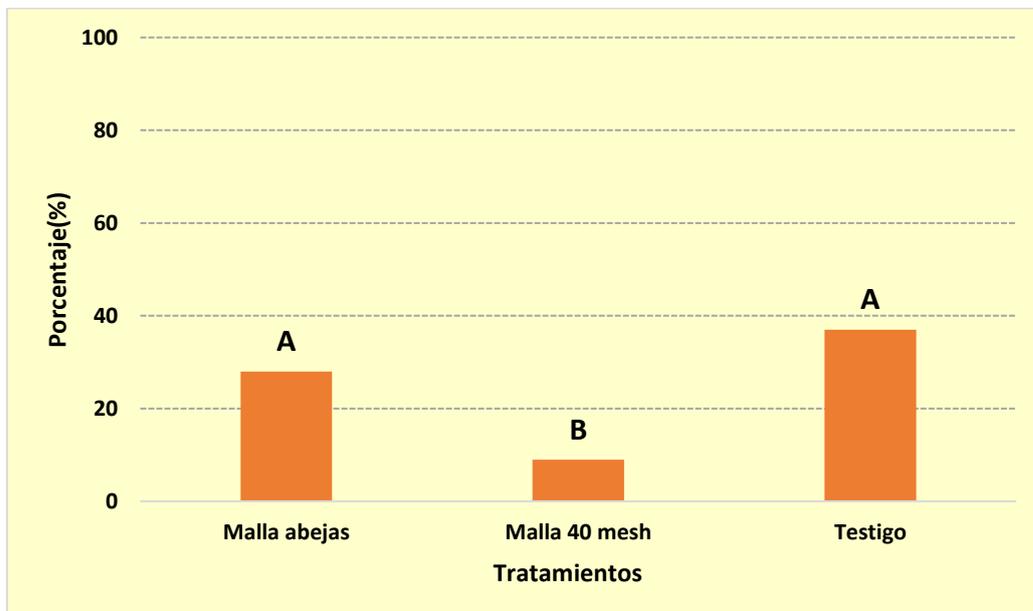
#### 4.3 eventos climáticos propicios para infecciones en fruta de cancro citrico y sarna



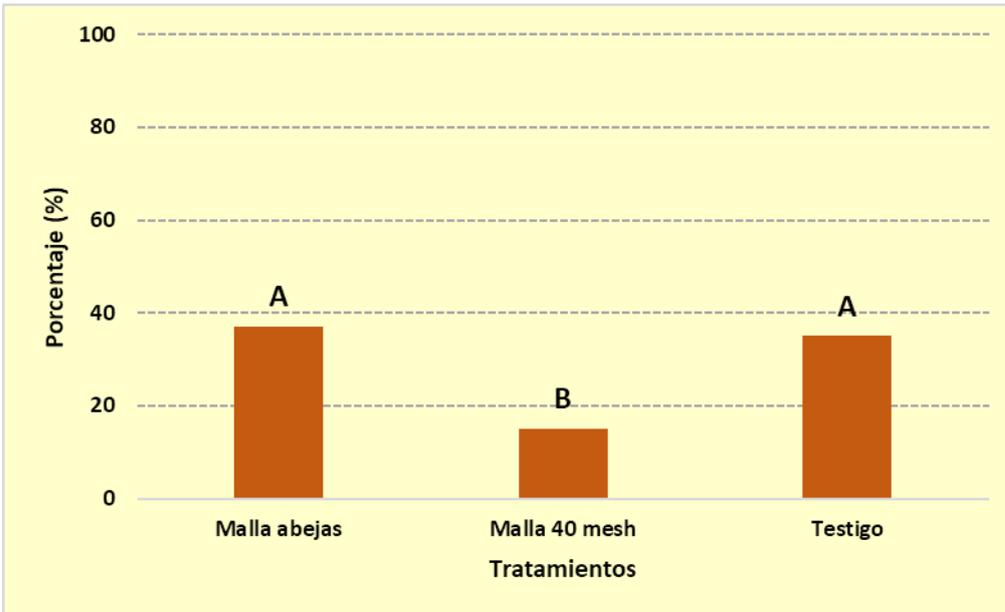
No se observaron diferencias de temperaturas entre tratamientos que pudieran tener un efecto diferencial en el comportamiento de las enfermedades en estudio. En humectación de las hojas, se observó que durante el periodo de brotación (primavera) hay una diferencia entre los tratamientos con y sin malla a favor del emmallado lo que significa un mayor riesgo de infecciones de enfermedades en los tratamientos con mallas. El viento disminuyo notablemente en los tratamientos con mallas lo que es favorable para disminuir el riesgo que heridas en fruto y por tanto un menor riesgo a cancro citrico.

#### 4.4 Rameado

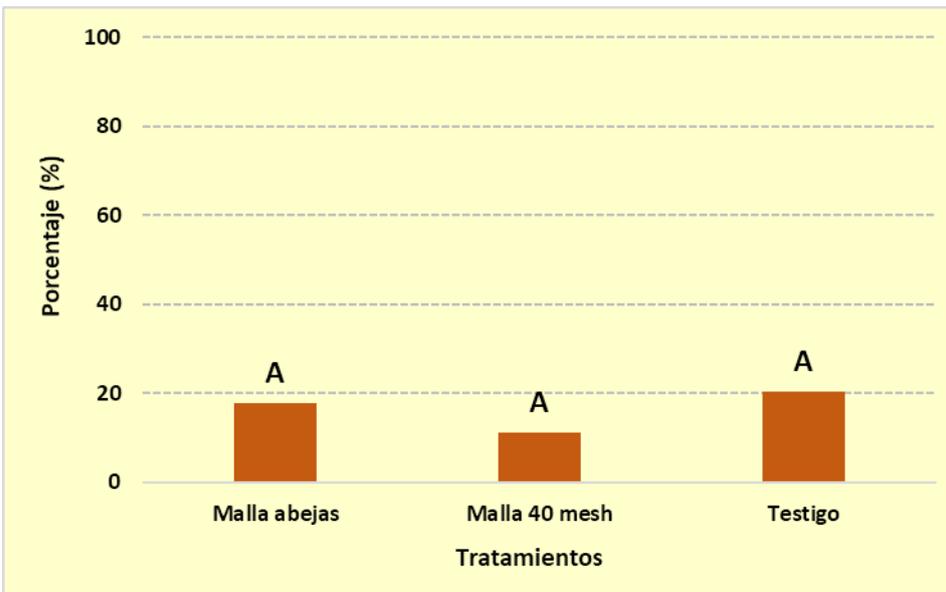
##### 4.4.1 Zafra 2021



##### 4.4. 2 Zafra 2022



#### 4.4.3 Zafra 2023



La fruta del tratamiento malla anti áfidos presente menor incidencia de rameado.

## 5. Conclusiones

Las mallas generaron un microclima que puede ser beneficioso para el control de cancro citrico debido a la disminución en el viento. Sin embargo, hay que tener precaución con

el aumento de las horas de humectación de las hojas que con temperatura favorable, puede aumentar el riesgo de infecciones a hongos (sarna o mancha negra). En los resultados de nuestro experimento no afectó la incidencia de sarna. La disminución del viento en el tratamiento con malla antiafidos también favoreció la obtención de mayor número de frutos sin rameado.