

## CAPITULO VII

### 7. ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

**7.1 Evaluar el efecto de la concentración de sorbato de potasio, vainillina y extracto de canela sobre el crecimiento de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* y determinar las concentraciones mínimas inhibitorias para *Aspergillus parasiticus* y *P. digitatum* utilizando mezclas de antimicrobianos naturales con sintéticos, a pH y  $a_w$  determinados por el sistema a utilizar**

Se determinó la actividad de agua, pH y ° Brix del agar de manzana (puré de manzana con agar para dextrosa), por medio de los equipos y procedimientos ya mencionados en el capítulo anterior obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 7.1

Tabla 7.1. Modelación del agar de manzana

$a_w$	pH	°Brix
0.963	3.6	33
0.960	3.6	33.2
0.963	3.6	32.6
Promedio	Promedio	Promedio
0.962	3.6	32.9
Desviación estándar		Desviación estándar
0.0017		0.3055

La adición de los diferentes antimicrobianos y/o etanol en el agar de manzana , no afecto el pH ni la actividad de agua del sistema estudiado.

En la tabla 7.1.1 se presentan las concentraciones mínimas inhibitoria obtenidas para *A. parasiticus* y *P. digitatum* en donde se puede observar que el antimicrobiano sintético ( Sorbato de Potasio) presenta mayor actividad antimicrobiana sobre los dos microorganismos , seguido por el antimicrobiano natural vainillina y por último el extracto de canela

**Tabla 7. 1.1 Concentraciones mínimas inhibitorias para *Aspergillus parasiticus* y *Penicillum digitatum* de diferentes antimicrobianos  $a_w$  0.96 y pH 3.6**

<b>ANTIMICROBIANO</b>	<b>CMI <i>Aspergillus parasiticus</i></b>	<b>CMI <i>Penicillum digitatum</i></b>
<b>Sintético</b>		
Sorbato de Potasio	300 ppm	400 ppm
<b>Naturales</b>		
Vainillina	600 ppm	600 ppm
Extracto de canela	900 ppm	800 ppm

Debido a la naturaleza de los mohos se decidió considerar dos tipos de respuesta:

- a) Crecimiento: Cuando la población microbiana pudiera lograr una colonia radial medible a los 21 días de incubación
- b) No Crecimiento: En donde no existiera esporulación alguna o en los casos donde después de 21 días no se formaran colonias definidas que permitieran medir el crecimiento radial.

En la tabla 7.1.2 se muestran los diámetros promedios en el medio de cultivo de las tres réplicas al utilizar Sorbato de potasio en el crecimiento de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* después de 21 días de incubación a 25 ° C . En el Apéndice A se muestran los valores puntuales de cada medición.

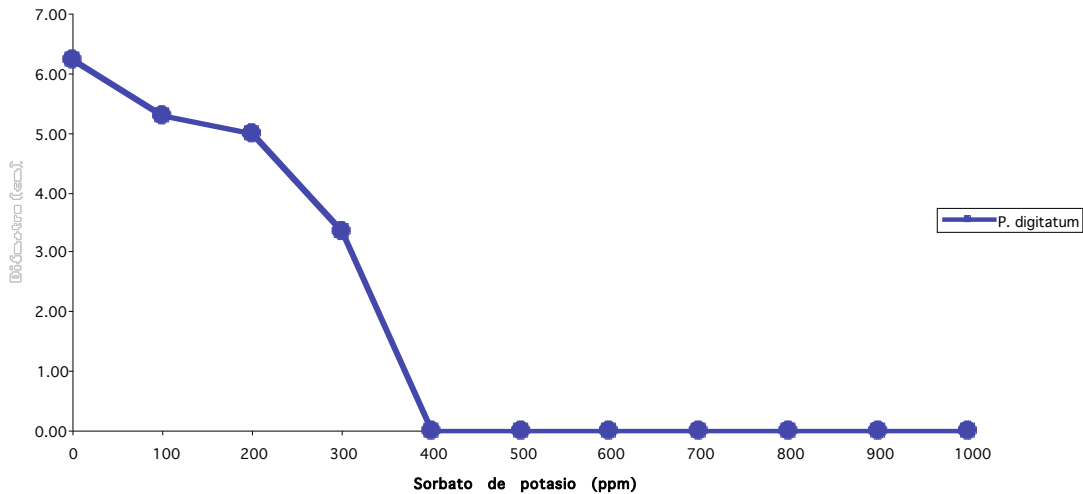
**Tabla 7.1.2. Diámetro en cm. de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* a diferentes concentraciones de Sorbato de potasio después de 21 días**

Sorbato de potasio (ppm)	A. parasiticus	P. digitatum
0	2.91	6.23
100	1.46	5.28
200	1.01	5.00
300	NC	3.33
400	NC	NC
500	NC	NC
600	NC	NC
700	NC	NC
800	NC	NC
900	NC	NC
1000	NC	NC

En la figura 7 se observa que la concentración mínima inhibitoria para *Penicillium digitatum* cuando se le adicionó Sorbato de potasio fue de 400 ppm. Moreno (2002) reportó que la concentración inhibitoria para *P. digitatum* fue de 50 ppm. Matamoros (1998) obtuvo la CMI para *P. digitatum*, reportando que es uno de los mohos más sensibles de los cuales estudió, éste se inhibió a 150 ppm.

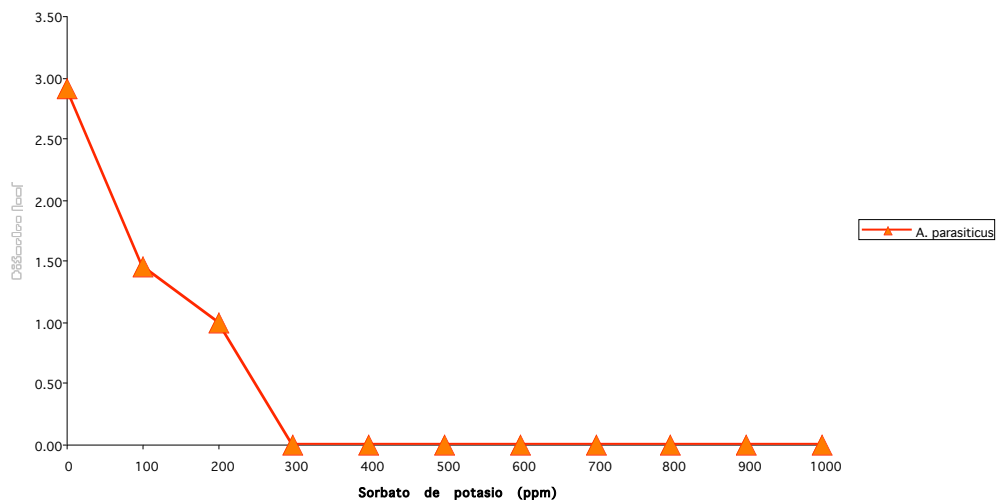
Las diferencias de resultados pueden deberse a que el medio de cultivo fue diferente, ya que Moreno (2002) utilizó agar Dicloran Rosa de Bengala en lugar de un agar preparado a base de fruta (manzana) con agar papa dextrosa utilizado en nuestro estudio.

Con respecto a los resultados obtenidos por Matamoros (1998), en su estudio también se utilizó agar a base de fruta ( piña) con una  $a_w$  de 0.98 y pH 3.5, lo cual pudo influir en la diferencia de los resultados obtenidos en esta investigación



**Figura 7. Efecto de la concentración de Sorbato de potasio sobre el crecimiento de *Penicillium digitatum*  $a_w$  0.96 y pH 3.6**

En la figura 8 se muestra la concentración mínima inhibitoria de Sorbato de potasio para *Aspergillus parasiticus*. La CMI obtenida fue de 300 ppm. Coyotl (2002) reporta que la CMI para *A. parasiticus* fue de 400 ppm a pH 3.5 ajustado con HCl y  $a_w$  0.99, mientras que López- Malo (2000) que es de 400 ppm. Se tuvo una diferencia de 100 ppm con respecto a los estudios realizados anteriormente. Esta diferencia puede deberse, en el caso de Coyotl (2002) a que su medio de cultivo fue ajustado con HCl, mientras que en la formulación del puré utilizado para generar el sistema, el ácido utilizado para ajustar la acidez del producto es el ácido cítrico, como reporta la etiqueta del producto ( puré de manzana).



**Figura 8. Efecto de la concentración de Sorbato de potasio sobre el crecimiento de *Aspergillus parasiticus* a  $a_w$  0.96 y pH 3.6**

Como se observa en las figuras 7 y 8, las concentraciones mínimas inhibitorias para ambos microorganismos variaron en 100 ppm, siendo el microorganismo *Penicillium digitatum* el más resistente a la acción antimicrobiana del Sorbato de potasio. También se puede observar la influencia que ejercen las diferentes concentraciones de Sorbato de potasio sobre el crecimiento radial de los mohos. En el caso de *P. digitatum*, se tuvo un mayor crecimiento radial, casi el doble del observado para *A. parasiticus*. Posiblemente estas variaciones puedan deberse a la respuesta que tienen ambos microorganismos a las condiciones del medio de cultivo.

El mecanismo por el cual el ácido sórbico inhibe el crecimiento microbiano puede ser en parte debido a su acción sobre las enzimas. Melnick et al. (1954) postuló que el ácido sórbico inhibe las deshidrogenasas involucradas en la oxidación de ácidos grasos. La adición de ácido sórbico produjo la acumulación de ácidos grasos  $\beta$ - insaturados que son productos intermedios en la oxidación de ácidos grasos por mohos. Además la actividad antimicrobiana de los sorbatos depende de factores como otros aditivos, contaminación, procesado, empaclado, temperatura de almacenamiento y sanidad ( Sofos y Busta, 1983)

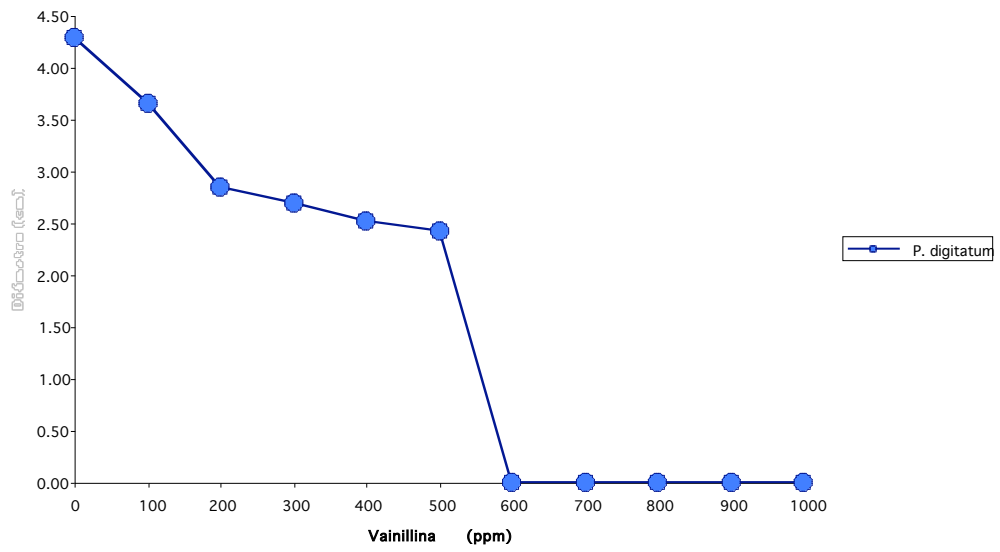
Sofos (1988) reportó que el tipo de ácido naturalmente presente o añadido al alimento puede influenciar la actividad antimicrobiana del sorbato, actuando de modo sinérgico, aditivo o antagónico.

En la tabla 7.1.3 se observa el diámetro promedio de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* a diferentes concentraciones de vainillina, transcurridos 21 días de incubación a 25 °C

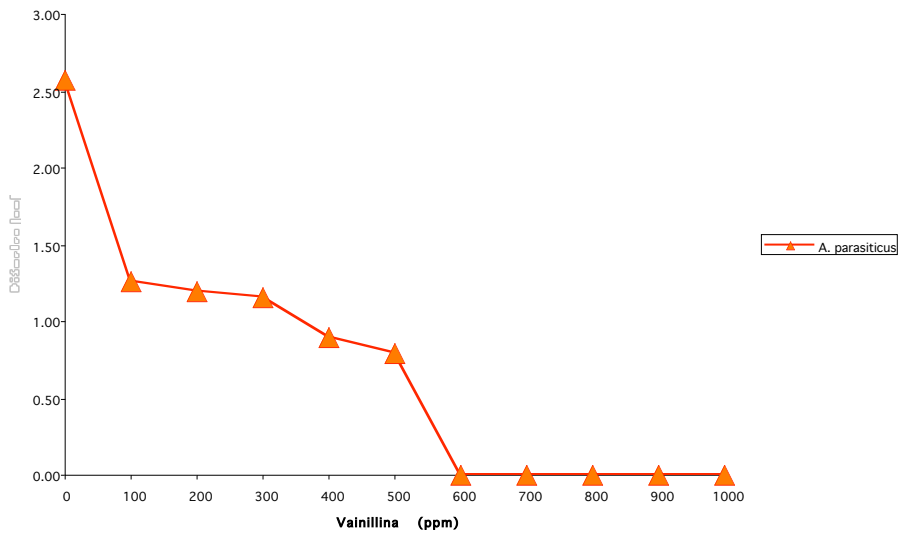
**Tabla 7.1.3 Diámetro en cm de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* a diferentes concentraciones de vainillina después de 21 días**

Vainillina (ppm)	A. parasiticus	P. digitatum
0	2.57	4.30
100	1.26	3.65
200	1.19	2.84
300	1.15	2.70
400	0.90	2.52
500	0.80	2.43
600	NC	NC
700	NC	NC
800	NC	NC
900	NC	NC
1000	NC	NC

En el caso del agente antimicrobiano vainillina la CMI tanto para *P. digitatum* y *A. parasiticus* obtenida fue de 600 ppm (figura 9 y 10, respectivamente)



**Figura 9. Efecto de la concentración de vainillina sobre el crecimiento de *Penicillium digitatum* aw 0.96 y pH 3.6**



**Figura 10. Efecto de la concentración de vainillina sobre el crecimiento de *Aspergillus parasiticus* aw 0.96 y pH 3.6**

Como puede observarse, su crecimiento a las diferentes concentraciones de vainillina, en ambos mohos, siguen casi la misma trayectoria a excepción de que en el caso de *A. parasiticus* el crecimiento es un poco menos irregular en comparación al mostrado por *P. digitatum*

Debido a su sabor la vainillina tiene la ventaja de ser compatible con muchas preparaciones a base de fruta, ha sido utilizada en alimentos y bebidas como saborizante, fue claramente observada al estabilizar purés de frutas, demostrando que es compatible con las características sensoriales de varias frutas como la manzana, durazno, plátano, mango, papaya y piña en concentraciones de 3000 ppm.(Cerruti *et al.* 1996)

En el caso de *P. digitatum* , de acuerdo a lo reportado por Matamoros (1998), se inhibe en una concentración aproximada de vainillina de 900 ppm , en agar papa dextrosa, mientras Moreno (2002) tuvo una inhibición del mismo a 300 ppm, en agar Dicloran Rosa de Bengala (Cerruti y Alzamora, 1996).

Para *A. parasiticus* al adicionarle vainillina como antimicrobiano a diez concentraciones diferentes 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 y 1000 ppm, se observó que el microorganismo se inhibió con 600 ppm, siendo ésta la misma concentración mínima obtenida por Moreno ( 2002) para la inhibición de *A. flavus* , microorganismo que comparte muchas características con el *A. parasiticus*, ya que son del mismo género y sus rangos de temperatura de crecimiento son muy similares.

Como sugiere López- Malo (1995), las concentraciones de vainillina utilizadas para inhibir el crecimiento de los mohos disminuirá a medida que disminuya el pH del sistema. Es por éste y otros factores como composición del medio,  $a_w$  , cepa utilizada que las concentraciones inhibitorias obtenidas fueron menores que las obtenidas en otros estudios.

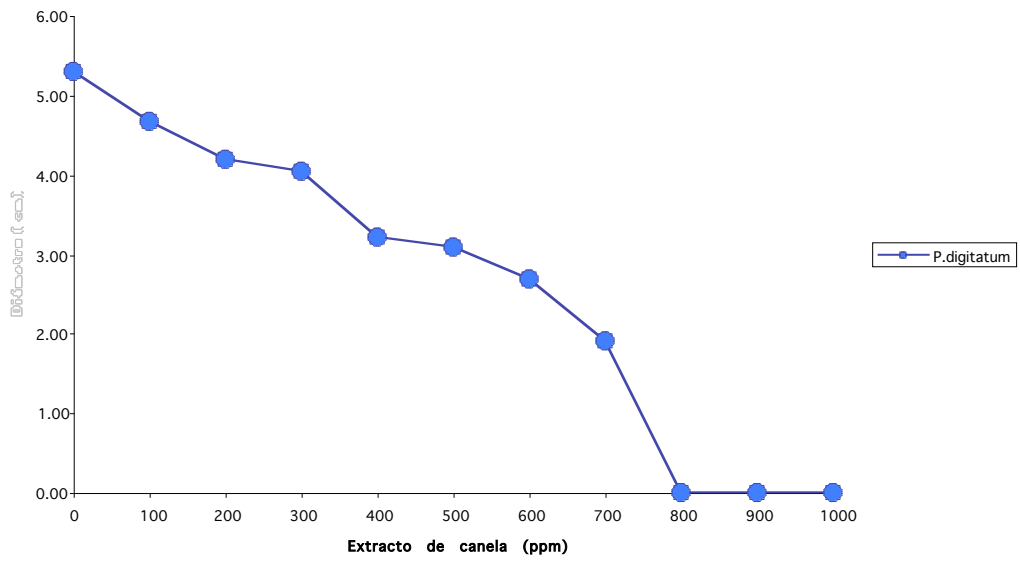


Como en el caso de sorbato de potasio y vainillina, se mostrarán los promedios de las mediciones de los diámetros de *A. parasiticus* y *P. digitatum* para el extracto de canela. Todos los datos puntuales de las mediciones de los agentes antimicrobianos utilizados se reportan en el apéndice A. (Tabla 7.1.4)

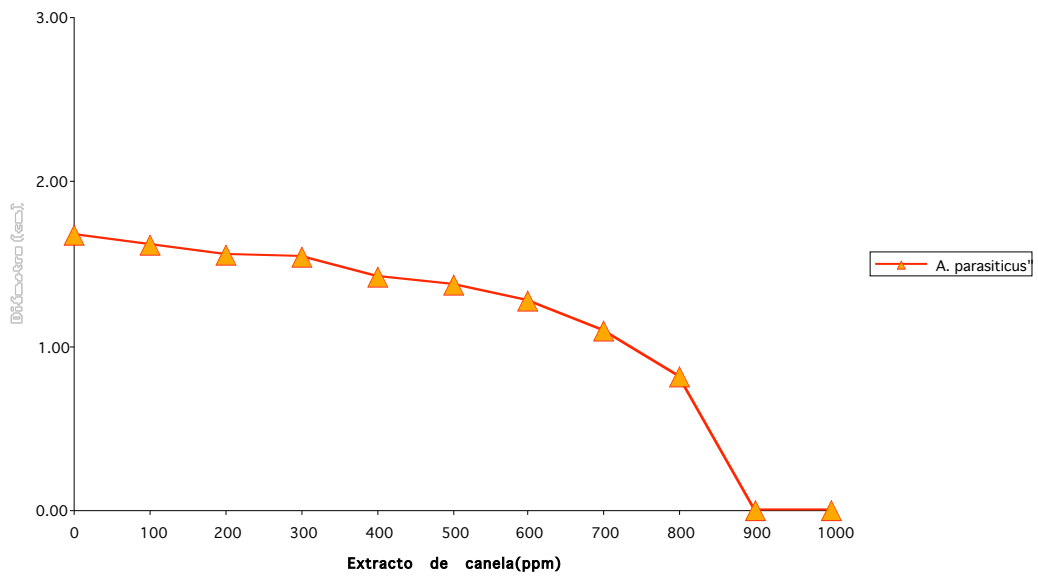
**Tabla 7.1.4. Diámetro en cm de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* a diferentes concentraciones de vainillina después de 21 días**

Extracto de canela (ppm)	<i>A. parasiticus</i>	<i>P. digitatum</i>
0	1.68	5.30
100	1.61	4.67
200	1.56	4.19
300	1.54	4.04
400	1.42	3.21
500	1.37	3.08
600	1.27	2.70
700	1.10	1.91
800	0.81	NC
900	NC	NC
1000	NC	NC

En el caso de extracto de canela, se obtuvo que la concentración mínima inhibitoria para *P. digitatum* fue de 800 ppm, mientras que para *A. parasiticus* fue de 900 ppm.( Figura 11y 12 , respectivamente)



**Figura 11. Efecto de la concentración de extracto de canela sobre el crecimiento de *Penicillium digitatum* aw 0.96 y pH 3.6**



**Figura 12. Efecto de la concentración de extracto de canela sobre el crecimiento de *Aspergillus parasiticus* aw 0.96 y pH 3.6**

El microorganismo menos resistente a la acción del extracto de canela fue *P. digitatum*, aunque este tuvo un crecimiento radial mayor que *A. parasiticus*. No se cuenta con mucha información sobre el efecto de la canela (aldehído cinámico) sobre la inhibición de microorganismos. Bullerman (1974) reporta que de 1 a 2% de concentración de canela, puede permitir un crecimiento de *A. parasiticus* y puede disminuir la producción de aflatoxinas en un 99%. Altas concentraciones de canela permiten el crecimiento de mohos pero inhiben la formación de esporas sexuales además de la producción de aflatoxinas.

Tal vez sea esta la razón por la cual *A. parasiticus* presenta una disminución de crecimiento menos drástica que la mostrada en los dos tipos de agentes antimicrobianos utilizados anteriormente.

Haciendo una comparación entre los tres diferentes antimicrobianos evaluados en esta investigación ( Sorbato de potasio, Vainillina y Extracto de canela) (Figura 13, 14 y 15, respectivamente) para determinar su efecto sobre el crecimiento de *A. parasiticus* y *P. digitatum*, podemos observar que en general el microorganismo que tuvo un mayor crecimiento en todos los agentes antimicrobianos probados después de aproximadamente 500 horas ( 21 días) fue *Penicillium digitatum*, aunque esto no refleja que sea el microorganismo que presenta mayor o menor resistencia a la acción de los antimicrobianos.

Como se observa en el caso del efecto del Sorbato de potasio sobre *P. digitatum*, fue el que presentó una menor mayor resistencia, al contrario de lo reflejado al utilizar extracto de canela como antimicrobiano.

En el caso de *Aspergillus parasiticus*, es el que presenta un decaimiento menos drástico en su crecimiento respecto a la adición de los antimicrobianos. El sorbato de potasio fue el más efectivo para su inhibición (300 ppm). En comparación a lo que fue su crecimiento en sorbato de potasio y vainillina, al utilizar el extracto de canela en la menor concentración (100 ppm), su crecimiento no tuvo una disminución considerable en

comparación a lo que fue su crecimiento cuando el agar de manzana se encontraba libre de cualquier concentración de antimicrobiano ( 0 ppm).

Para ambos microorganismos se tuvo un mayor crecimiento radial al usar sorbato de potasio y el menor crecimiento al utilizar extracto de canela. En general se utilizó una menor concentración de Sorbato de potasio para inhibir ambos microorganismos que lo utilizado con los otros antimicrobianos ( vainillina y extracto de canela).

Se debe hacer notar que los datos obtenidos fueron a partir de 21 días (500 h), aproximadamente después de ser sembrados en el medio de cultivo.

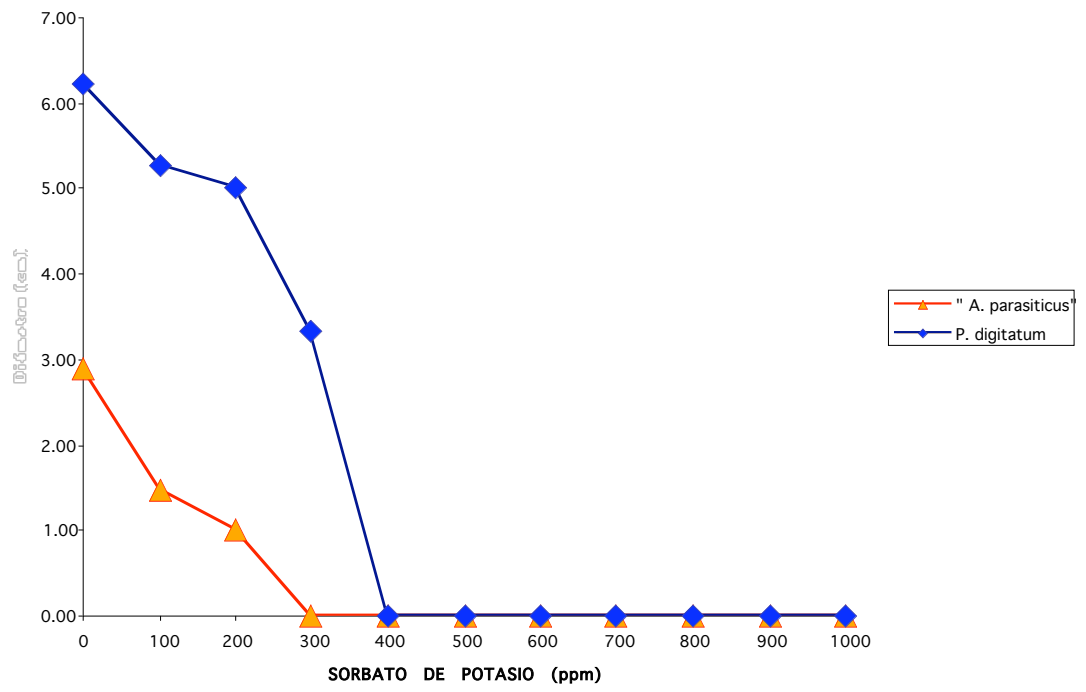
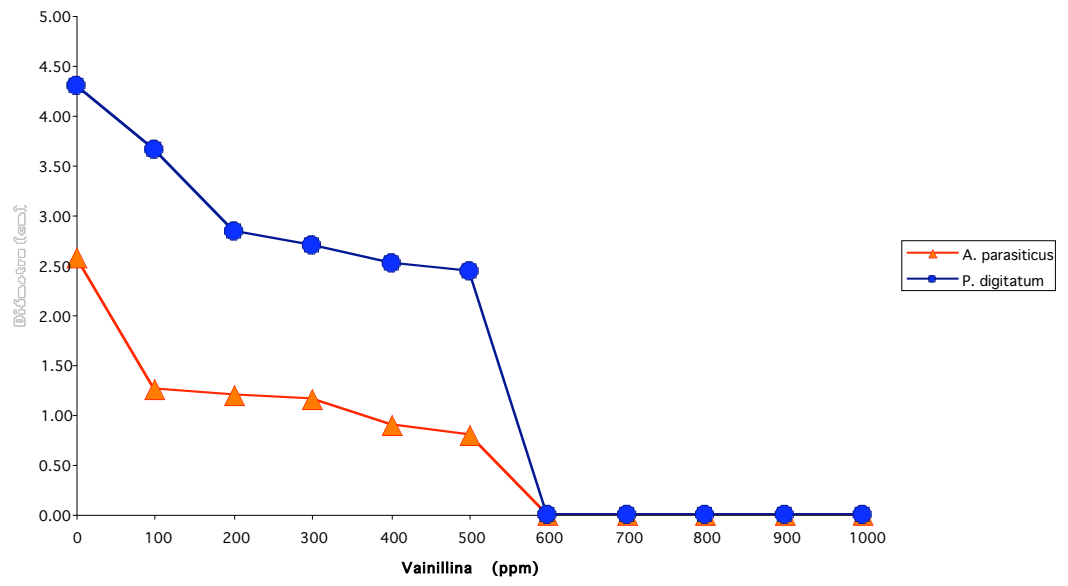


Figura 13. Comparación del crecimiento de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* en presencia de Sorbato de potasio



**Figura 14.** Comparación del crecimiento de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* en presencia de vainillina

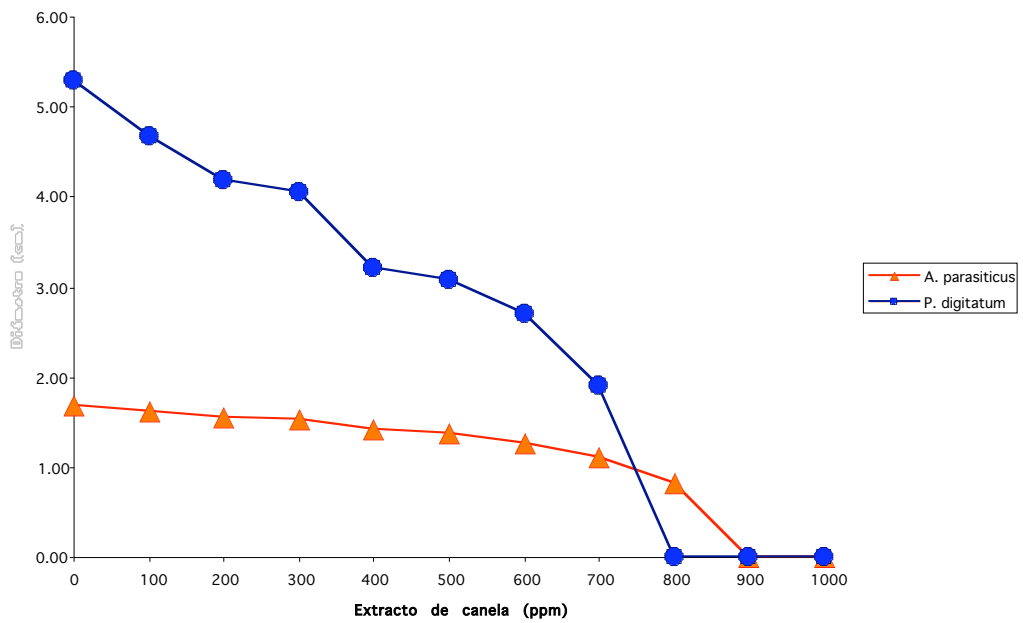


Figura 15. Comparación del crecimiento de *Aspergillus parasiticus* y *Penicillium digitatum* en presencia de extracto de canela

**7.2 Evaluar el efecto de las mezclas de los agentes “antimicrobianos” (sorbato de potasio- vainillina, sorbato de potasio- extracto de canela) sobre el crecimiento de *A. parasiticus* y *P. digitatum* y determinar las concentraciones fraccionales inhibitorias**

Respecto a las mezclas sorbato- extracto de canela, sorbato- vainillina, fueron evaluadas utilizando un arreglo de tablero de ajedrez utilizando las siguientes concentraciones. Tabla 7.2

**Tabla 7.2 Arreglo tipo ajedrez para las dos mezclas de antimicrobianos evaluadas**

		Antimicrobiano de origen natural ( Extracto de canela o Vainillina)					
		0	62.5	125	250	500	1000
Sorbato de potasio	0	0/0	0/62.5	0/125	0/250	0/500	0/1000
	62.5	62.5/0	62.5/62.5	62.5/125	62.5/250	62.5/500	
	125	125/0	125/62.5	125/125	125/250		
	250	250/0	250/62.5	250/125			
	500	500/0	500/62.5				
	1000	1000/0					

De la tabla 7.2.1 a 7.2.2 se presentan los promedios de los diámetros obtenidos en el diseño de tablero de ajedrez para *A. parasiticus* y *P. digitatum* en la mezcla evaluada de sorbato de potasio- extracto de canela a 21 días de incubación a 25 °C

**Tabla 7.2.1 Diámetros obtenidos para *Aspergillus parasiticus* en el diagrama de tablero de ajedrez para la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela a 21 días**

		Extracto de canela					
		0	62.5	125	250	500	1000
Sorbato de potasio	0	5.35	2.07	1.55	1.75	1.64	NC
	62.5	5.685	3.52	NC	NC	NC	
	125	5.82	NC	NC	NC		
	250	3.08	NC	NC			
	500	NC	NC				
	1000	NC					

\* NC= No crecimiento



**Tabla 7.2. 2 Diámetros obtenidos para *Penicillium digitatum* en el diagrama de tablero de ajedrez para la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela a 21 días**

		Extracto de canela					
		0	62.5	125	250	500	1000
Sorbato de potasio	0	2.57	5.89	5.89	3.27	2.23	NC
	62.5	4.34	2.89	NC	NC	NC	
	125	2.35	NC	NC	NC		
	250	1.95	NC	NC			
	500	NC	NC				
	1000	NC					

\* NC= No crecimiento

Como se menciona anteriormente, debido a la naturaleza de los mohos se midió su Crecimiento o No crecimiento después de aproximadamente 500 horas ( 21 días), ya que después de pasado este tiempo, era suficiente para determinar su crecimiento o no crecimiento. En la Tabla 7.2.2.1 y 7.2.2.2 se muestran el crecimiento o no crecimiento de *A. parasiticus* y *P. digitatum* en la mezcla sorbato- extracto de canela, en el diseño tipo de ajedrez utilizado para evaluar la mezcla

**Tabla 7.2.2.1. Diseño de tablero de ajedrez para determinar la actividad antimicrobiana de mezclas sorbato de potasio/extracto de canela sobre *Penicillium digitatum* en agar de puré de manzana de pH=3.6 y  $a_w=0.96$**

	CANELA						
	0	62.5	125	250	500	1000	
SORBATO	0	C	C	C	C	C	NC
	62.5	C	C	NC	NC	NC	
	125	C	NC	NC	NC		
	250	C	NC	NC			
	500	NC	NC				
	1000	NC					

- C= crecimiento

- NC= no crecimiento después de aprox. 500 horas

**Tabla 7.2.2.2 Diseño de tablero de ajedrez para determinar la actividad antimicrobiana de mezclas sorbato de potasio/extracto de canela sobre *Aspergillus parasiticus* en agar de puré de manzana de pH=3.6 y a<sub>w</sub>=0.96**

SORBATO	CANELA						
	0	62.5	125	250	500	1000	
0	C	C	C	C	C	NC	
62.5	C	C	NC	NC	NC		
125	C	NC	NC	NC			
250	C	NC	NC				
500	NC	NC					
1000	NC						

- C= crecimiento
- NC= no crecimiento después de aprox. 500 horas

Como puede observarse, se inhibió tanto a *P. digitatum* como a *A. parasiticus* con las mismas concentraciones de sorbato- extracto de canela. Estas concentraciones fueron 62.5 ppm de sorbato de potasio y 125 ppm de extracto de canela. Como reporta Matamoros (1998) , *P. digitatum* es uno de los mohos más sensibles del género *Penicillium*, el cual fue inhibido a 100 ppm de vainillina y 50 ppm de sorbato de potasio.

Las concentraciones mínimas inhibitorias de las mezclas para cada moho , al igual que las concentraciones individuales concuerdan con los valores necesarios para inhibir a los microorganismos ya que están dentro de los rangos

En el apéndice B se mostraran los valores obtenidos de las 3 réplicas obtenidas de los sistemas modelos de agar de manzana a 21 días para las mezclas (Sorbato de potasio- vainillina, Sorbato de potasio- extracto de canela)

Para la mezcla sorbato de potasio- vainillina , puede observarse que los microorganismos se inhiben a altas concentraciones de antimicrobianos, como 500 ppm de sorbato de potasio con 62.5 de vainillina, en comparación a lo observado en la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela, donde los microorganismos son inhibidos a 62.5 ppm de sorbato de potasio con 125 ppm de extracto de canela. En el caso de la mezcla sorbato de potasio- vainillina, la cantidad de antimicrobiano natural fue menor que en la otra mezcla probada, pero se incremento al doble la cantidad de sorbato de potasio.

(Tabla 7.2.3 y 7.2.4)

**Tabla 7.2.3. Diseño de tablero de ajedrez para determinar la actividad antimicrobiana de mezclas sorbato de potasio/vainillina sobre *Penicillium digitatum* en agar de puré de manzana de pH=3.6 y  $a_w$  =0.96**

		VAINILLA					
		0	62.5	125	250	500	1000
SORBATO	0	C	C	C	C	C	NC
	62.5	C	C	C	C	C	
	125	C	C	C	C		
	250	C	C	C			
	500	NC	NC				
	1000	NC					

- C= crecimiento
- NC= no crecimiento después de aprox. 500 horas

**Tabla 7.2.4 Diseño de tablero de ajedrez para determinar la actividad antimicrobiana de mezclas sorbato de potasio/vainillina sobre *A. parasiticus* en agar de puré de manzana de pH=3.6 y  $a_w=0.96$**

		VAINILLA					
		0	62.5	125	250	500	1000
SORBATO	0	C	C	C	C	C	NC
	62.5	C	C	C	C	C	
	125	C	C	C	C		
	250	C	C	C			
	500	NC	NC				
	1000	NC					

- C= crecimiento
- NC= no crecimiento después de aprox. 500 horas

En ambas mezclas los dos microorganismos se inhibieron a las mismas concentraciones de cada combinación evaluada ( sorbato de potasio- vainillina, sorbato de potasio- extracto de canela), lo cual es de esperarse ya que los rangos de inhibición entre cada uno con el mismo antimicrobiano no es mayor a 100 ppm.

No hay mucha información acerca de las propiedades antimicrobianas de la vainillina en combinación con otros aditivos de alimentos, Cerruti et al (1997) combinaron 3000 ppm de vainillina con 500 ppm de ácido ascórbico para estabilizar microbiológicamente puré de fresa a  $a_w$  0.95 y pH 3.0, y aunque el estudio no consistió en reportar efectos aditivos, sinérgicos o antagónicos, si se reporta la inhibición de la flora nativa y flora inoculada por más de 60 días a temperatura ambiente.

Para evaluar el tipo de efecto que presentan las mezclas se calcularon las concentraciones fraccionales inhibitorias para *A. parasiticus* y *P. digitatum* en las dos tipos de muestras presentes. Tabla 7.3.El cálculo se puede apreciar en el Apéndice C

**Tabla 7.3. Concentraciones fraccionales inhibitorias para *A. parasiticus* y *P. digitatum* en la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela en agar de puré de manzana con  $a_w$  0.96 y pH 3.6.**

Concentraciones (ppm)	CFI <i>A. parasiticus</i>	CFI <i>P. digitatum</i>
62.5 sorbato	0.21	0.16
125 extracto de canela	0.14	0.16
125 sorbato	0.42	0.31
62.5 extracto de canela	0.07	0.08

Con las CFI obtenidas se construyen los isobogramas y se calculo el índice CFI de acuerdo a lo reportado por Davidson y Parish (1989). El CFI índice se observa en la tabla 7.3.1.

**Tabla 7.3.1.Cálculo del índice de la concentración fraccional inhibitoria para *A. parasiticus* y *Penicillium digitatum*.**

CFI índice	<i>A. parasiticus</i>	<i>P. digitatum</i>
62.5 -125 sorbato- ext. de canela	0.35	0.31
125- 62.5 sorbato- ext. de canela	0.49	0.39

Mediante los isobogramas se puede observar si existe o no algún sinergismo en la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela. En la figura 16 se presenta el isoblograma de la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela para *A. parasiticus*, observando que se presenta un sinergismo en esta mezcla, es decir, que al unir o mezclar ambos antimicrobianos su poder aumenta.

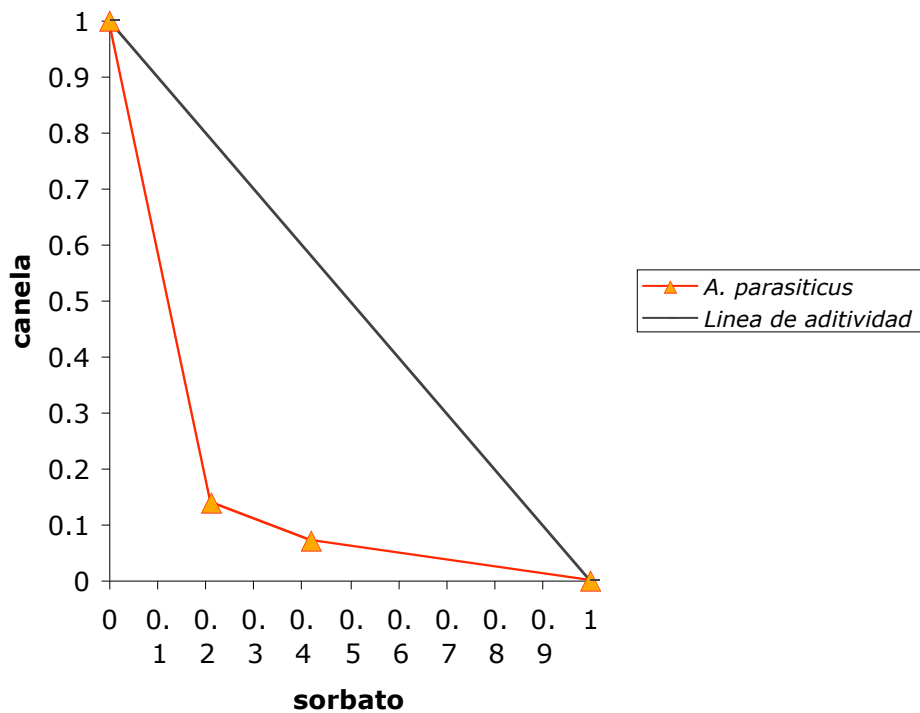
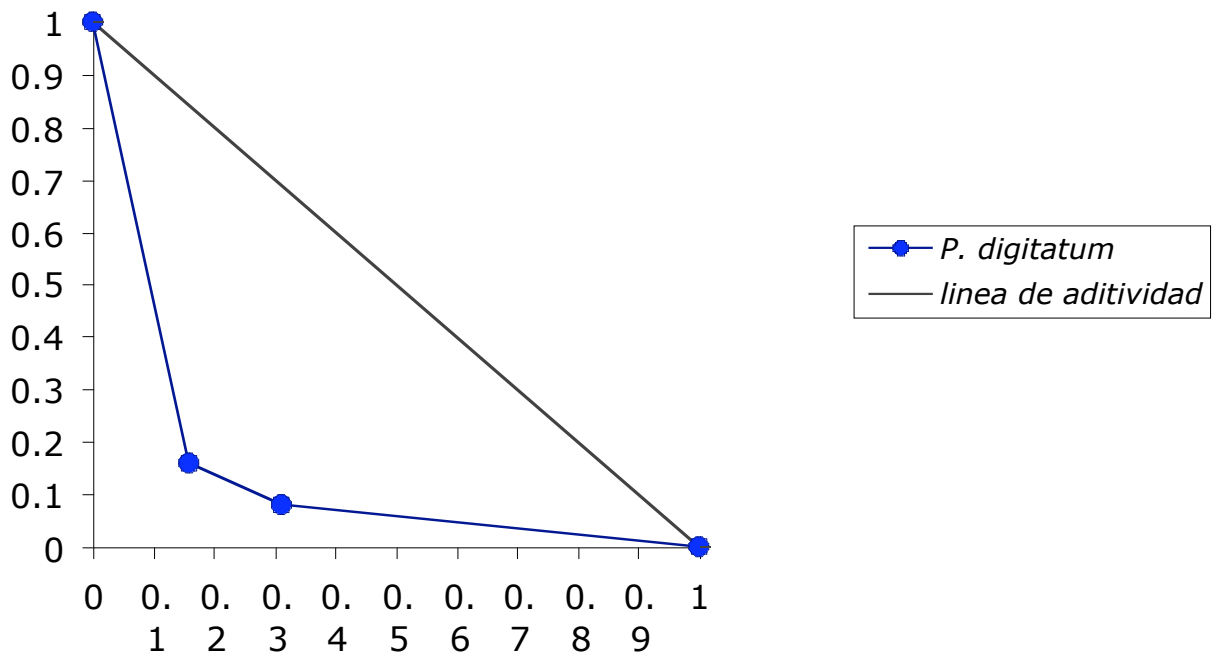


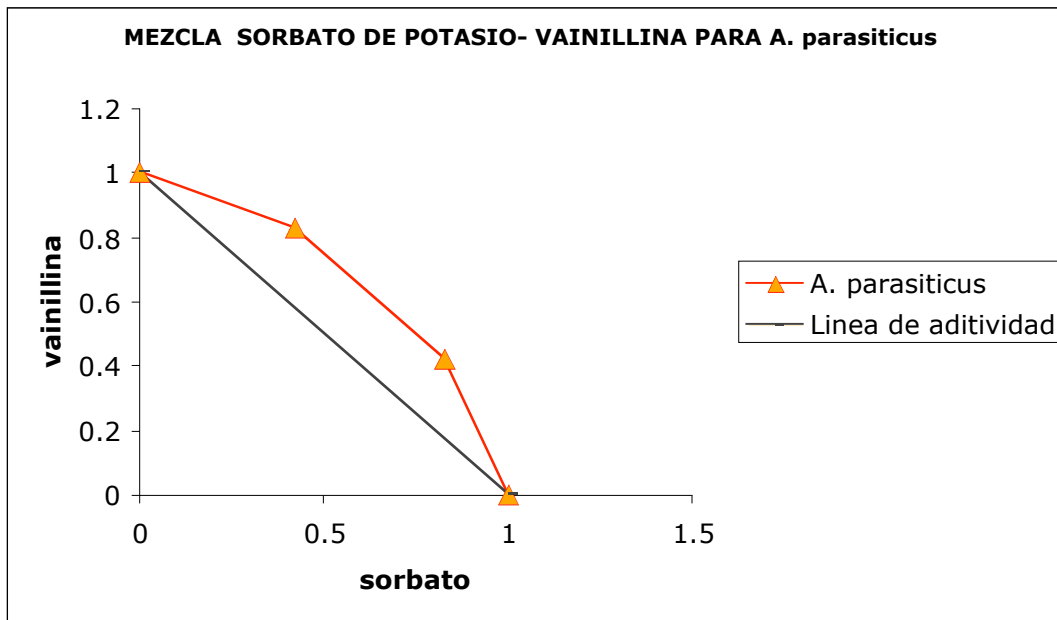
Figura 16. Isoblograma de la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela para *A. parasiticus*,  
 $a_w$  0.96 Y pH 3.6

Para *P. digitatum* se presenta el mismo efecto sinérgico de la mezcla, tal como se muestra en la figura 18. La mezcla sorbato de potasio- extracto de canela, presentó un efecto sinérgico para los dos microorganismos para los que fue probado.



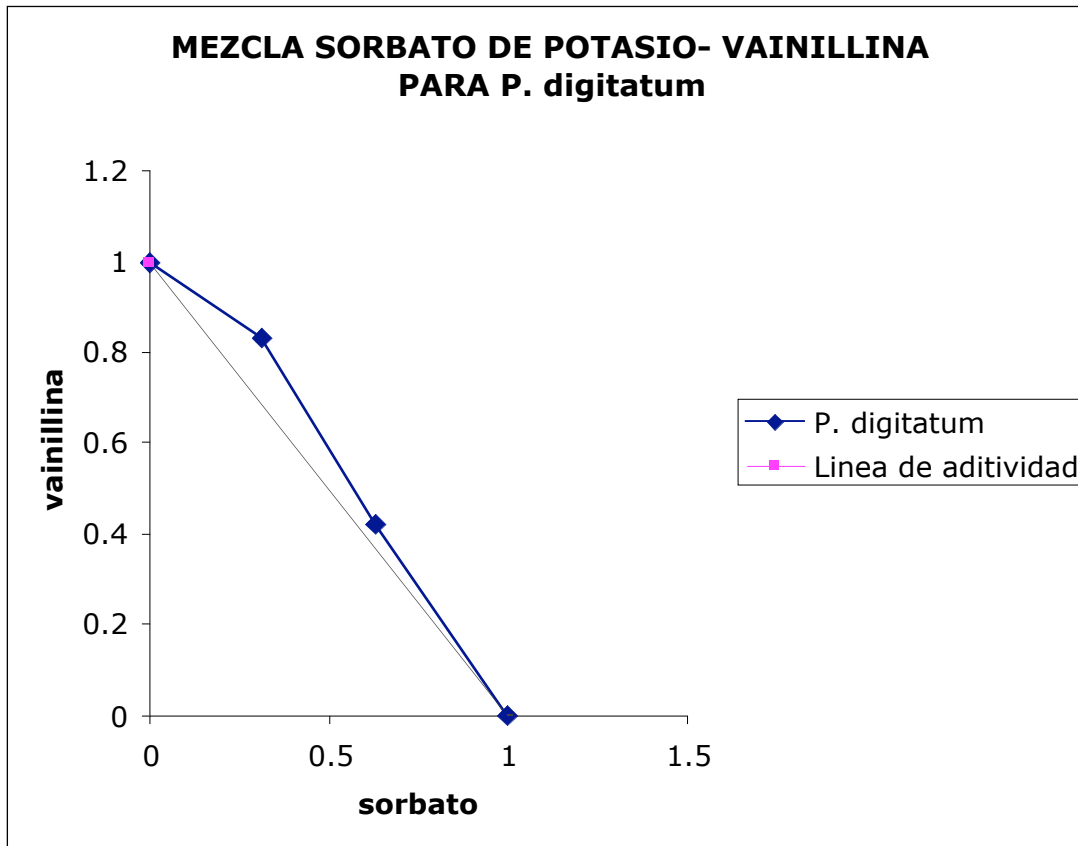
**Figura 17. Isobolograma de la mezcla sorbato de potasio- extracto de canela para *P. digitatum*  
 $a_w$  0.96 Y pH 3.6**

Para la mezcla sorbato de potasio- vainillina, las CFI reportadas se tomaron sólo para poder graficar el efecto de la mezcla, ya que esta, tanto para *A. parasiticus* y *P. digitatum* presento un efecto antagónico, contrario a lo esperado, es decir, al unir o mezclar los antimicrobianos, el poder microbiano de ambos disminuye.( figura 18 y 19)



**Figura 19. Isoblograma de la mezcla sorbato de potasio- vainillina para *A. parasiticus*  
 $a_w$  0.96 y pH 3.6**





**Figura 20 Isoblograma de la mezcla sorbato de potasio- vainillina para *P. digitatum*,  $a_w$  0.96 Y pH 3.6**

Como puede observarse en la mezcla sorbato de potasio- vainillina, para el microorganismo *P. digitatum*, la mezcla tiene un efecto aditivo muy cercano a la aditividad, es decir, que la mezcla de ambos antimicrobianos no aumente o disminuya su poder antimicrobiano, de tal forma que esta mezcla no ayuda a tener una mejor inhibición del microorganismo, sino al contrario, disminuye el poder antimicrobiano.

Esto se puede comprobar al ver las concentraciones inhibitorias fraccionales en donde las concentraciones necesarias para inhibir el microorganismo fueron menores que las utilizadas en la mezcla.