

Determinación de la concentración mínima inhibitoria del ají Panca (*Capsicum chinense*) en *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

Determination of Minimum Inhibitory Concentration of Panca chili (*Capsicum chinense*) in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*

Ana A. Gutiérrez Ortiz¹, Marcial I. Silva Jaimes¹, Bettit K. Salvá Ruiz¹.

RESUMEN

Objetivo: Determinar la concentración mínima inhibitoria del ají Panca sobre las cepas *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*. **Métodos:** Se aplicó el método de susceptibilidad microbiana por microdilución a distintas concentraciones de extracto etanólico de ají panca (0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 y 4,0 mg/mL) en dos cepas indicadoras *E. coli* ATCC®25922™ y *S. aureus* ATCC®25923™. **Resultados:** La concentración mínima inhibitoria hallada para *E. coli* fue de 4,8 mg de extracto etanólico de ají Panca/mL de solución y para *S. aureus* fue de 5,6 mg/mL de solución. **Conclusión:** El extracto etanólico de ají Panca inhibe el crecimiento microbiano de *E. coli* y *S. aureus*.

Palabras clave: *Capsicum chinense*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, efecto antimicrobiano.

ABSTRACT

Objective: Determine the minimum inhibitory concentration of Panca chili on strains *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. **Methods:** Was applied the method microbial susceptibility by microdilución to different concentrations of ethanolic extract of panca chili (0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5 and 4.0 mg/mL) in two strains indicators *E. coli* ATCC®25922™ and *S. aureus* ATCC®25923™. **Results:** The minimum inhibitory concentration found for *E. coli* was of 4,8 mg of ethanolic extract of Panca chili/mL solution and to *S. aureus* was 5.6 mg/mL solution. **Conclusion:** The ethanolic extract of Panca chili inhibits microbial growth of *E. coli* and *S. aureus*.

Keywords: *Capsicum chinense*; *Escherichia coli*; *Staphylococcus aureus*; antibacterial effect.

¹Universidad Nacional Agraria La Molina

INTRODUCCIÓN

El ají es uno de los condimentos más representativos de la cultura peruana y en la actualidad se está difundiendo internacionalmente; sin embargo, los *Capsicum* tienen diversas propiedades que pueden ser aprovechadas en el ámbito alimentario. Pistivsek (2005), afirma que la mayoría de los frutos de este género presentan actividad antimicrobiana contra *Staphylococcus aureus*, siendo el principal compuesto relacionado a dicha actividad la capsaicina, cuyo efecto se basa en la fluidez de la membrana inhibiendo el transporte en la cadena de electrones. Así también se ha comprobado que el extracto etanólico de los *Capsicum* permiten un mayor grado de inhibición en *Escherichia coli* (Colivet, Belloso y Hurtado, 2006).

El Perú cuenta con una gran variedad de ajíes entre los cuales uno de los más usados es el ají Panca. El uso de este producto se limita básicamente a la gastronomía como condimento o colorante. Sin embargo, los *Capsicum* presentan diversas propiedades fitoquímicas: antimicrobianas, antioxidantes, medicinales entre otras.

Actualmente, una de las tendencias en la industria alimentaria es encontrar sustitutos naturales para los conservantes sintéticos. Por lo que ¿es importante atribuirle un nuevo uso a los *Capsicum*, los cuales pueden ser capaces de inhibir el crecimiento microbiano?

La hipótesis: La evaluación de la actividad antimicrobiana por medio de pruebas de susceptibilidad como la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI), permitirá saber la concentración a la cual el ají Panca es capaz de inhibir el crecimiento de un microorganismo específico.

Por lo cual, buscamos determinar la Concentración Mínima Inhibitoria del ají Panca sobre las cepas de *E. coli* y *S. aureus* por el método de microdilución (NCCLS, 2006).

MATERIAL Y MÉTODOS

Obtención del extracto etanólico de ají Panca

La extracción etanólica se realizó en los laboratorios de Físicoquímica de alimentos y

los análisis microbiológicos en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM).

Se utilizó ají Panca (*Capsicum chinense*) proveniente de "El huerto" de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Las cepas utilizadas fueron *Escherichia coli* ATCC® 25922™ y *Staphylococcus aureus* sub sp. *aureus* ATCC® 25923™, que fueron pasaje de los laboratorios de La Molina Calidad Total.

El ají Panca fresco y molido fue caracterizado mediante un análisis proximal (humedad, proteína, grasa, fibra, carbohidratos y ceniza), basado en los procedimientos estipulados por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1995). Además se determinó por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) el contenido de capsaicina y dihidrocapsaicina para el extracto etanólico de ají Panca (Wahyuni, Ballester, Sudarmonowati, Bino y Bovy, 2011).

Para la obtención del extracto etanólico, primero se realizó una selección con el fin de eliminar la presencia de productos en mal estado, picados, podridos, etc. Luego, se limpió y desinfectó los ajíes a 100 ppm con cloro libre residual (Paita y Guevara, 2002). Posteriormente se secó el fruto entero hasta llegar a una humedad menor a 10%, a una temperatura de 65 °C (Paita y Guevara, 2002). Finalmente, se realizó la molienda del fruto seco de manera que pueda pasar a través de un tamiz N° 60.

La extracción etanólica se realizó mediante lixiviación entre el solvente, alcohol etílico, y el ají (Colivet, et al., 2006). Se colocaron 50 g de ají en polvo en un Erlenmeyer de un litro donde se añadió alcohol etílico 96° y en la proporción 1:10 (soluto: solvente). Luego, se dejó por 12 h hasta que el ají se impregne con el alcohol para generar una extracción homogénea del material (Rodríguez, Arango y Urrego, 2000), en condiciones que proporcionen el menor contacto con oxígeno, en un lugar fresco y con ausencia de luminosidad (Montoya, Muñoz y Alejandro, 2002); por lo cual se cubrió el Erlenmeyer con papel aluminio. Luego, se realizó el filtrado al vacío utilizando papel filtro (Daghero y Mattea, 2000). Posteriormente, se separó el etanol del extracto de ají panca, el producto lixiviado se llevó a un roto-

evaporador a 60 °C, donde se recuperó en dos balones el alcohol etílico absorbido y el extracto libre de solvente.

Determinación del contenido de capsaicina y dihidrocapsaicina del extracto etanólico de ají Panca

Se realizó siguiendo el método propuesto por Wahyuni et al. (2011), para lo cual se tomaron 3 muestras de ají Panca en polvo y 3 muestras de extracto etanólico con 3 repeticiones cada una.

Determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria (CMI)

La determinación de la CMI por microdilución se inició con la propagación de las cepas almacenadas a 4 °C en agar nutritivo inclinado, las cepas se aislaron en medio selectivo adecuado: Agar Levine (EMB) para *E. coli*; Base de agar (BP) para *S. aureus*. Luego, se preparó el inóculo en caldo Mueller-Hinton donde se inocularon las cepas *E. coli* y *S. aureus* y fueron llevadas a una carga microbiana correspondiente a 0,5 McFarland para ser diluidas hasta 10⁷ ufc/mL.

Posteriormente se realizó la microdilución donde se llenaron las microplacas con 200 µl de muestra: conteniendo 10 µl de cultivo en caldo Mueller-Hinton ajustado a 10⁷ ufc/mL y 190 µL de solución de caldo Mueller-Hinton con 10% de Dimetilsulfóxido (DMSO) y 0,5% de Tween 80 a una concentración de oleoresina de ají panca de: 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 y 4,0 mg/mL previamente esterilizado por filtración a través de un microfiltro de 0,45 µm. La micro dilución tuvo una carga microbiana inicial 5 x 10⁴ ufc/mL la cual fue llevada a incubar a 37 °C por 20 horas. Finalmente, se realizó la lectura de las absorbancias a las 0 horas y 20 horas de incubación (a 600 nm).

El crecimiento microbiano fue determinado comparando la densidad óptica de cada dilución con el control. Siendo la concentración mínima inhibitoria aquella que redujo el crecimiento en un 80%.

$$\% \text{ Crecimiento} = \frac{(\text{Abs}_{120} - \text{Abs}_{10})_i}{(\text{Abs}_{120} - \text{Abs}_{10})_c} \times 100$$

Donde:

i: Absorbancia de la concentración

c: Absorbancia del control

La concentración mínima inhibitoria a 20% del crecimiento de las cepas fue estimada por regresión lineal. Tomando como referencia el control que presenta un 100% de crecimiento de la cepa.

Análisis estadístico

El diseño estadístico empleado fue un Diseño Completamente al Azar (DCA), cuyo factor fue la concentración de extracto de ají Panca, y la variable respuesta fue el porcentaje de crecimiento, se realizaron 4 repeticiones por cada concentración.

Se utilizó el paquete estadístico IBM® SPSS® Statistics 21. Previo a la ejecución del análisis de varianzas (ANOVA) para el análisis del porcentaje de crecimiento a las distintas concentraciones de ají Panca, se verificaron los supuestos de Normalidad con lo cual se obtuvo que la distribución del Crecimiento es normal tanto para los datos con *E. coli* y *S. aureus*, así también se verificó la homogeneidad de Varianzas. Posteriormente, se aplicó la comparación de medias de Dunnet con un control, sin extracto de ají Panca, y una comparación de todos los promedios utilizando la prueba de Duncan.

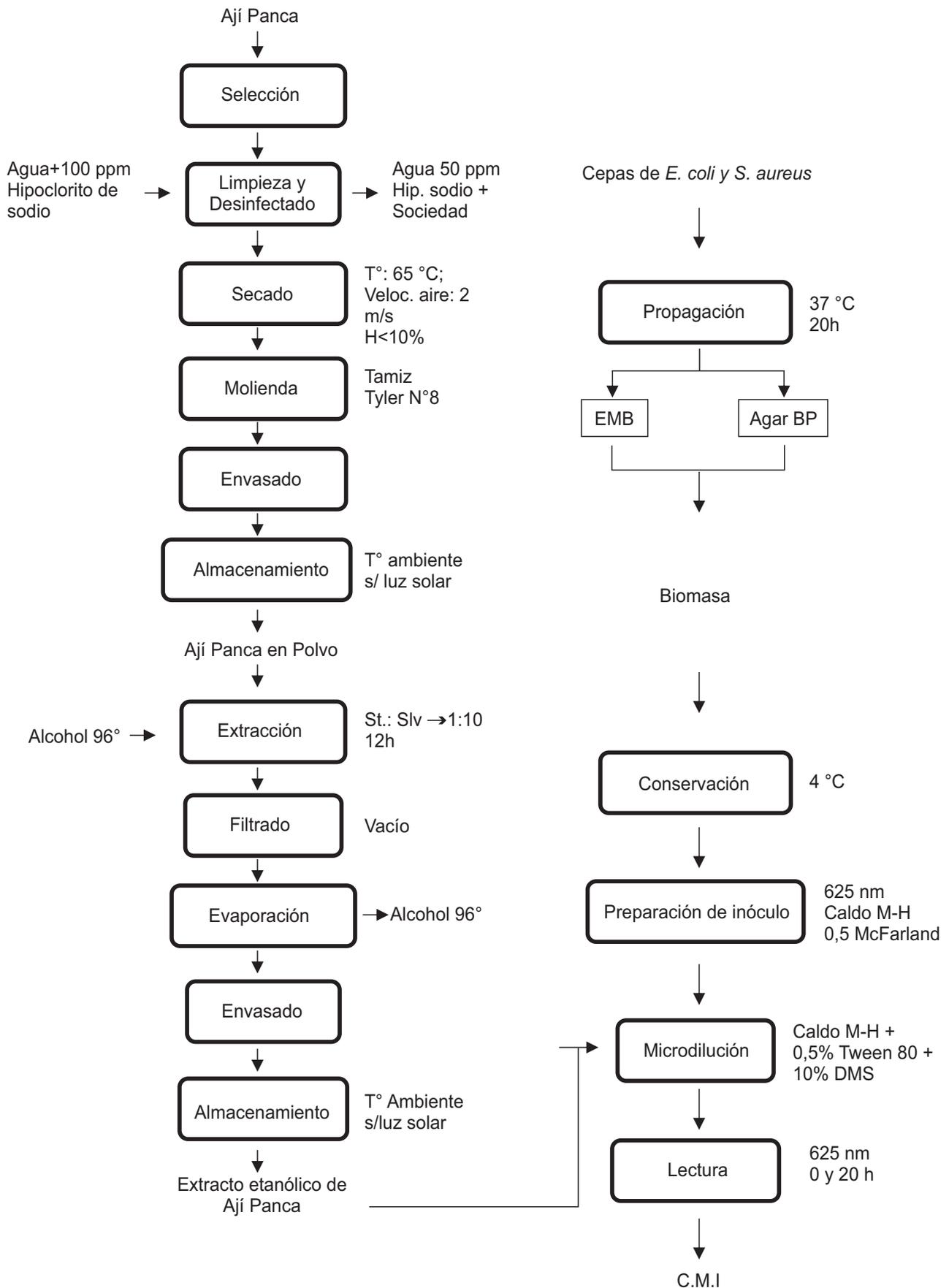


Figura 1. Flujo de operaciones para la determinación de la Concentración Mínima Inhibitoria por micro dilución

Basado en: Alvistur (1975), Rodríguez (2000), NCCLS (2006).

RESULTADOS

Caracterización del ají Panca fresco y seco

El análisis proximal (humedad, proteínas, grasa, fibra, carbohidratos y cenizas), de la muestra ají panca en estado fresco y seco dieron como resultados un mayor porcentaje de fibra (7,37%) Tabla 1.

Tabla 1. Composición proximal del ají panca fresco

Humedad (%)	Prot. (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Ceniza (%)	CHO (%)
77,17	1,91	1,20	7,37	6,62	5,73

La extracción y cuantificación del contenido de capsaicina y de la dihidrocapsaicina con el uso de etanol, la cantidad fue mayor de capsaicina (10,074 ± 0,480 mg/g de muestra seca) Tabla 2.

Tabla 2. Contenido de capsaicina y dihidrocapsaicina en el extracto etanólico de ají Panca

Compuesto	Extracto etanólico de Ají Panca (mg/ g de muestra seca)
Capsaicina	10,074 ± 0,480 ¹
Dihidrocapsaicina	6,807 ± 0,173 ¹

¹ Desviación estándar.

El crecimiento de *E. coli* con respecto a la concentración de ají Panca se puede visualizar en la Tabla 3 y en la Figura 2. La prueba de la acción inhibitoria sobre el crecimiento de *E. coli* demostró que a mayor concentración de extracto de ají panca (mg/mL) disminuía el crecimiento (%) de estos microorganismos, siendo la concentración mínima inhibitoria para esta cepa de 4,82 mg de extracto/mL de solución.

Tabla 3. Porcentaje de crecimiento de *E. coli* a distintas concentraciones de ají Panca

Concentración de Ají Panca (mg/mL solución)	Media ± Desv. Est ¹ (%)	Significancia
0,00	100,00 ± 6,88 ^a	Control
0,50	56,62 ± 4,70 ^{bc}	0,000*
1,00	56,67 ± 7,05 ^{bc}	0,000*
1,50	53,59 ± 9,12 ^{bcd}	0,000*
2,00	63,34 ± 12,11 ^b	0,000*
2,50	44,64 ± 14,17 ^{cd}	0,000*
3,00	44,68 ± 10,34 ^{cd}	0,000*
3,50	39,27 ± 11,25 ^d	0,000*
4,00	45,20 ± 10,00 ^{cd}	0,000*

* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05, con respecto al control (prueba t de Dunnet)

¹ Superíndice: Prueba de Duncan.

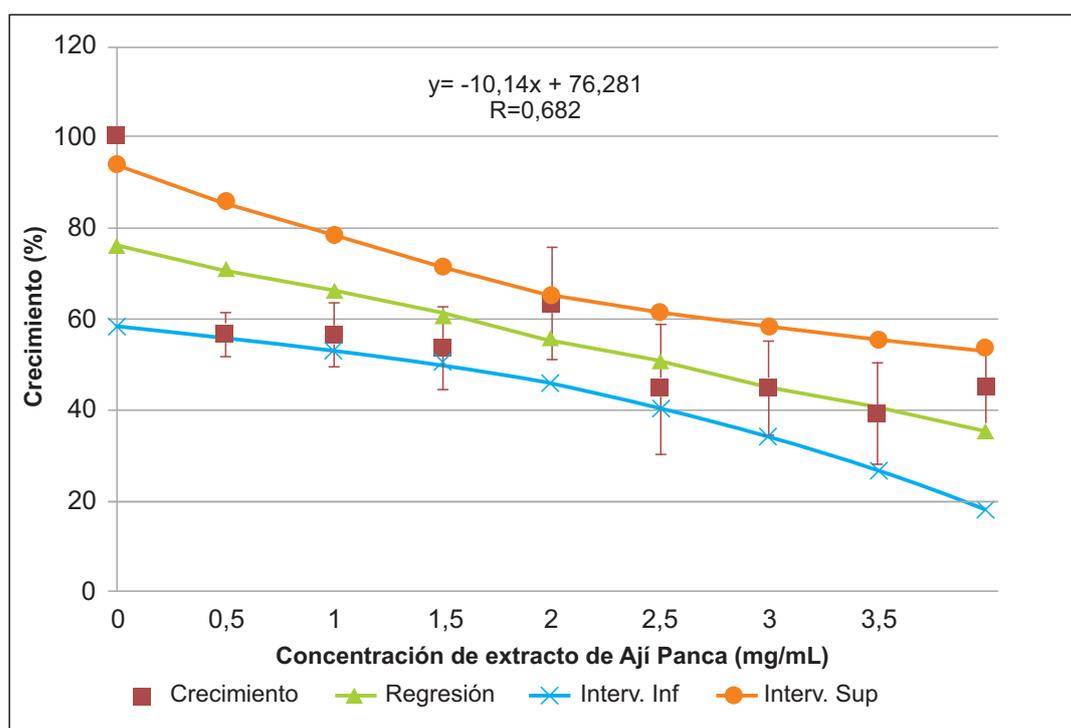


Figura 2. Curva de la Concentración Mínima Inhibitoria In-vitro del Extracto Etanólico de Ají Panca sobre *E. coli* para un intervalo de confianza de 95%

El crecimiento de *S. aureus* con respecto a la concentración de ají Panca se puede visualizar en la (Tabla 4 y Figura 3). La prueba de acción inhibitoria sobre el crecimiento de *S. aureus* presentó una CMI de 5,61mg/mL por lo que la CMI para ambas cepas es la mayor obtenida de (5,61mg/mL).

Tabla 4. Porcentaje de crecimiento de *S. aureus* a distintas concentraciones de ají Panca

Concentración de Ají Panca (mg/mL solución)	Media ± Desv. Est ⁱ (%)	Significancia
0,00	100,00 ± 12,83 ^a	Control
0,50	79,43 ± 8,77 ^{bc}	0,002*
1,00	64,69 ± 4,36 ^c	0,000*
1,50	54,20 ± 4,89 ^{cd}	0,000*
2,00	63,01 ± 6,53 ^c	0,000*
2,50	49,44 ± 7,65 ^d	0,000*
3,00	44,50 ± 3,12 ^d	0,000*
3,50	61,05 ± 2,48 ^c	0,000*

* La diferencia de medias es significativa al nivel 0,05 con respecto al control (prueba t de Dunnet)

ⁱ Superíndice: Prueba de Duncan.

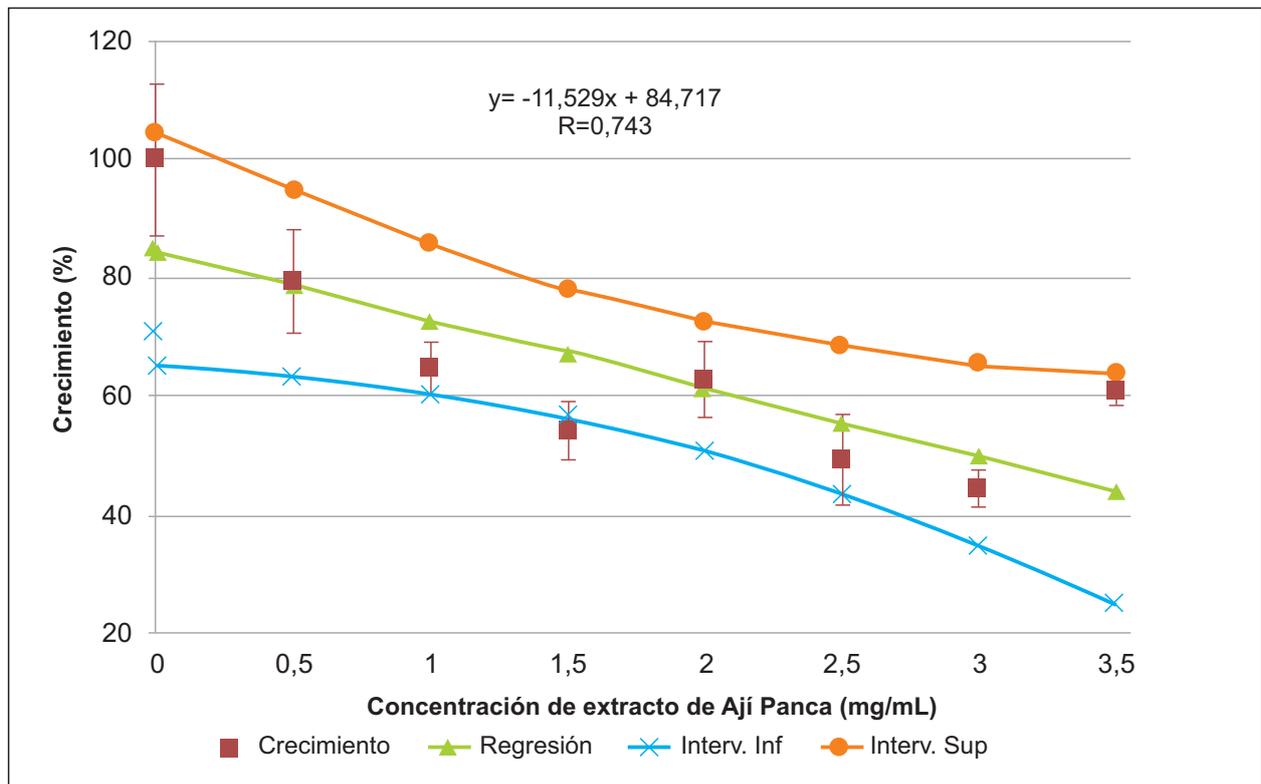


Figura 3. Curva de la Concentración Mínima Inhibitoria In-vitro del Extracto Etanólico de Ají Panca sobre *Staphylococcus aureus* para un intervalo de confianza de 95%

DISCUSIÓN

Caracterización del ají Panca fresco

El contenido promedio de humedad fue de 77,17% en el ají panca fresco. Estos valores denotan el alto contenido de humedad en el producto fresco.

En la Tabla 1 puede observarse que el

componente que se encontró en mayor abundancia fue el contenido de fibra que representó un 7,32% y 32,27% en base húmeda y seca, respectivamente. Alvistur (1975) encontró que el ají panca fresco presenta un menor valor fibra bruta igual a 13,44% b.s. no obstante halló un alto contenido de carbohidratos, 59,78% b.s. superior al doble del valor al hallado para el producto fresco

25,11%. El contenido de proteína fue de 1,91 y 8,37%, expresado en base húmeda y base seca, respectivamente, en el ají panca fresco. Alvistur (1975) encontró un contenido de proteínas en base seca de 9,63%. Con respecto al contenido de grasa en el ají panca fresco fue de $1,2 \pm 0,02\%$ expresados en base húmeda. Los contenidos de grasa hallados para el fruto fresco fue de 7,8%, sin embargo, Paita y Guevara (2002) encontraron valores bastante bajos de grasa 0,12% (b.h.). El contenido de ceniza en el ají panca fresco es de 29% (b.s.) para lo cual Alvistur (1975) halló un contenido 11,85% (b.s.). Cabe resaltar que los *Capsicum* presentan una gran variabilidad en su composición, debido a que existen varios factores durante la siembra, cosecha y post cosecha que permiten desarrollar algunos compuestos más que otros en las distintas temporadas de recolección (Fernández-Trujillo, 2007).

Contenido de capsaicinoides mayoritarios en el extracto etanólico de ají Panca

Los valores encontrados para el extracto etanólico de capsaicina y dihidrocapsaicina (Tabla 2) fueron 10,074 y 6,807 mg/g de muestra seca del extracto etanólico, respectivamente. Estos valores son superiores a los encontrados por Rodríguez, Arango y Urrego (2000), que fueron entre 5,675 y 1,685 mg/g de capsaicinoides en muestras de *Capsicum chinense*. Fernández-Trujillo (2007) menciona que el contenido de capsaicinoides de la oleorresina depende de la variedad del *Capsicum*, y que normalmente pueden superar los 5 mg/g de muestra de oleorresina, representando generalmente el 70% por la capsaicina, y el 20% la dihidrocapsaicina.

Concentración mínima inhibitoria (CMI) por microdilución del extracto etanólico de ají Panca en *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*

Según la NCCLS (2006), la lectura del punto final de la concentración mínima inhibitoria debe ser $\geq 80\%$ de reducción del crecimiento, comparado con un control. En las pruebas in vitro con *E. coli* y *S. aureus* se tuvo un control, el cual no contenía extracto de ají panca. Por lo que el control presentó un crecimiento del 100% luego de 20 horas de incubación a 37 °C.

El porcentaje de crecimiento debe ser menor o igual al 20%; sin embargo las concentraciones de ají panca con las que se trabajó no llegaron a obtener esta inhibición sobre las cepas en estudio; por lo que se ajustó una regresión lineal para obtener la concentración mínima inhibitoria, debido a que el coeficiente de regresión fue superior al de otras funciones.

A. Concentración mínima inhibitoria en *E. coli*

En la Tabla 3 y Figura 2, la función con la que cambia la carga microbiana nos permite hallar la concentración mínima inhibitoria al 20% de crecimiento total, el cual fue de (4,82 mg/mL).

El análisis estadístico de los resultados muestra que existen diferencias significativas entre los porcentajes de crecimiento a distintas concentraciones de extracto con respecto a un control. A pesar de esto, no todos presentan diferencias significativas entre sí. También se puede observar que la gráfica está dividida en dos, la primera (de 0 a 0,5 mg/mL de solución) denota una caída de la biomasa, mientras que en la segunda (concentraciones mayores a 0,5 mg/mL) parece mantenerse casi constante. Hernández (2003), realizó una curva de letalidad para *E. coli* con distinta concentración de extracto acuoso de ajo, de la cual obtuvo que a concentraciones bajas había un detrimento acelerado de la carga microbiana, mientras que en mayores concentraciones la disminución era paulatina casi constante, sin embargo, llega a visualizarse la concentración a la cual el extracto inhibe por completo la carga microbiana. Al parecer, a bajas concentraciones los *E. coli* detectan el extracto, disminuyendo su crecimiento aceleradamente. Luego, la concentración va en aumento y estos saturarían sus receptores, por lo cual el crecimiento disminuiría lentamente.

La capsaicina presenta una actividad moderada sobre *E. coli* la mayor resistencia de las bacterias Gram negativas a los aceites esenciales ha sido atribuida en parte a la gran complejidad de la doble membrana conteniendo la envoltura celular de estos microorganismos en contraste con la membrana de estructura simple de las Gram positiva (Bussatta, Mossi, Alves, Cansian y de Oliveira, 2007). Esto puede corroborarse en la presente investigación al comparar las

pendientes de las curvas de inhibición para *E. coli* (10,14% por cada mg de extracto/mL de solución) y *S. aureus* (11,59% por mg/mL), siendo más susceptible la bacteria Gram positiva por presentar una pendiente mayor.

B. Concentración mínima inhibitoria *S. aureus*

En la Tabla 4 y Figura 3 donde se relaciona la carga microbiana con la concentración de extracto de ají. Nos permite obtener una concentración mínima inhibitoria, o crecimiento de 20% del total, de 5,61 mg/mL Monroy, García y Totosaus (2009) hallaron que la concentración mínima inhibitoria para el chile ancho de 1,0 mg/mL de solución, la cual fue mayor que encontrada para *Salmonella* y *Listeria*.

El análisis estadístico de los resultados expone que existen diferencias significativas entre los porcentajes de crecimiento en las distintas concentraciones de extracto con respecto a un control. Sin embargo, los distintos niveles de concentración no presentan diferencias significativas entre sí. El gráfico nos permite visualizar la manera en la que se inhibe a los *S. aureus* que a diferencia de *E. coli* presentan una tendencia más uniforme, disminuyendo la carga microbiana cuanto mayor es la concentración de extracto de ají panca.

Pistivsek (2005), menciona que la actividad antimicrobiana de los ajíes se debe a la capsaicina, la cual actúa sobre la fluidez de la membrana inhibiendo el transporte en la cadena de electrones. El *S. aureus* por ser un Gram positivo presenta una membrana celular más simple, haciéndolo más susceptible.

Monroy, et al. (2009), mencionan que las bacterias Gram positivas son generalmente más susceptibles a los compuestos polifenólicos no polares que los microorganismos Gram negativos. Del mismo modo, estos componentes presentan más de tres grupos hidroxilos, tienen una alta actividad antimicrobiana, esto debido a que impiden la captación de iones hierro e hidrógeno que son vitales para la síntesis de proteínas en la célula. De igual forma, algunos flavonoides tienen su participación en la inhibición debido a que estos agentes generalmente se relacionan con la inhibición de síntesis del ADN y ARN y otras macromoléculas.

Los compuestos fenólicos, presentes en los *Capsicum*, también tienen propiedades antimicrobianas. El efecto tóxico sobre los microorganismos, están relacionados directamente con los lugares y el número de grupos hidroxilo (OH) en el anillo, de forma que un aumento en la hidroxilación está ligado a una mayor toxicidad. El mecanismo parece estar relacionado con la inhibición enzimática por los compuestos oxidados, mediante reacciones de grupos sulfidrilo o por interacciones no específicas con proteínas. Las proteínas de las bacterias Gram positivas se encuentran en la única membrana citoplasmática interior envuelta por el péptido glucano, mientras que en las Gram negativas las proteínas están en la membrana externa e interna. Estudios sobre el efecto de la capsaicina en una membrana bifásica, denotan que la capsaicina a altas concentraciones aumenta la rigidez de una membrana experimental conteniendo diferentes fosfolípidos y colesterol (Tsuchiya, 2001).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvistur, T. (1975). *Estudio de deshidratación del Ají: Panca (Capsicum chinense), Mirasol y Escabeche (Capsicum pendulum)*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias, Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (1995). *Official methods of analysis* (16thed). Washington, DC.: M.P. Bueno.
- Bussatta, C., Mossi, J., Alves, M., Cansian, L. & De Oliveira, J. (2007). Evaluation of *Origanum vulgare* essential oil as antimicrobial agent in sausage. *Brazilian Journal of Microbiology*, 38(4), 610-616.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (NCCLS) (2006). Methods for dilution antimicrobial susceptibility test for bacteria that grow aerobically; Approved standard. (Seventh Edition). M7-A7, 26(2), Replaces M7-A6, 23(2), 125-126.
- Colivet, J., Belloso, G. & Hurtado, E. (2006). Comparación del efecto inhibitor de extractos de ají dulce (*Capsicum chinense*) sobre el crecimiento de *Escherichia coli* y *Bacillus sp.* *Revista de la Universidad De Oriente, Núcleo de Monagas*, 18(2), 168-173.

- Daghero, D. & Mattea, A. (2000). Obtención de oleorresina de ajo (*Allium sativum*) por extracción con etanol. Anales de SAIPA – Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos. IX Congreso Nacional de Recursos Naturales Aromáticos y Medicinales, Volumen XVI, 105-108.
- Fernández-Trujillo, J.P. (2007). Extracción convencional de oleorresina de pimentón dulce y picante I. Generalidades, composición, proceso e innovaciones y aplicaciones. *Grasas y Aceites*, 58(3), 252-263.
- Hernández, C. (2003). *Actividad inhibitoria y letal de los extractos de ají para E. coli y L. innocua*. Tesis para optar el grado de Licenciado en Microbiología, Puebla: Universidad de las Américas Puebla.
- Monroy, A., García, I. & Totosaus, A. (2009). Evaluación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos etanólicos de romero y chile ancho y su aplicación en un batido cárnico. *Nacameh*, 3(1), 21-32.
- Montoya, J., Muñoz, M. & Alejandro, D. (2002). Condiciones de operación de un proceso para extraer oleorresina del ají antioqueño. Tesis para optar el título en Ingeniería de Procesos, Medellín: Universidad EAFIT.
- Paita, E. & Guevara, A. (2002). Efecto del tiempo de escaldado y temperatura de deshidratación en la retención de color y picantez del rocoto (*Capsicum pubescens*, R. y P.) verde en polvo. *Anales científicos UNALM*, 53, 220-239.
- Pistivsek, B. (2005). Antimikrobno del ovanjee kstrakta paprike (*Capsicum annum* L.). Ljubljani, Republika Slovenija. Študij mikrobiologije. Seminars kanaloga, Biotehniška fakulteta, Univerza V Ljubljani. Eslovenia: Universidad de Ljubljani.
- Rodríguez, L., Arango, J. & Urrego, F. (2000). Obtención de Oleorresinas a partir de tres especies de *Capsicum* sp. Cultivadas em Colombia (*Capsicum annum*, *Capsicum frutescens*, *Capsicum chinense*). Bogotá: Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Wahyuni, Y., Ballester, R., Sudarmonowati, E., Bino, J. & Bovy, G. (2011). Metabolite biodiversity in pepper (*Capsicum*) fruits of thirty-two diverse accessions: Variation in health-related compounds and implications for breeding. *Phytochemistry*, 72(11-12), 1358-1370.
- Tsuchiya, H. (2001). Biphasic membrane effects of capsaicin, an active component in *Capsicum* species. *J. Ethnopharmacol*, 75(2-3), 295-9.

Correo electrónico: anngutti89@gmail.com

Revisión de Pares:

Recibido: 19-05-2014

Aceptado: 18-12-2014