

**ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE LITERATURA SOBRE EL EFECTO  
BACTERICIDA Y/O FUNGICIDA DE LOS SUBPRODUCTOS  
OBTENIDOS DEL METABOLISMO DE *Candida guilliermondii* EN  
CULTIVOS DE TOMATE.**

**LINDA LORENA JIMENEZ MARTINEZ**

**TRABAJO DE GRADO**

**Presentado por requisito parcial**

**Para optar al título de**

**MICROBIOLOGA INDUSTRIAL**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA**

**FACULTAD DE CIENCIAS**

**MICROBIOLOGIA INDUSTRIAL**

**Bogotá, D.C.**

**2010**

## **NOTA DE ADVERTENCIA**

*“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por los alumnos en sus trabajos de tesis. Solo velara para que no se publique nada de lo contrario al dogma y a la moral católica y por que la tesis no contenga ataques personales contra persona alguna, antes bien se vea en ellas anhelo de buscar la verdad y la justicia”.*

Artículo 23 de la resolución No 13 de julio de 1964.

**ANÁLISIS SISTEMÁTICO DE LITERATURA SOBRE EL EFECTO  
BACTERICIDA Y/O FUNGICIDA DE LOS SUBPRODUCTOS  
OBTENIDOS DEL METABOLISMO DE *Candida guilliermondii* EN  
CULTIVOS DE TOMATE.**

**APROBADO**

---

**LINDA LORENA JIMENEZ**

---

**GERARDO MORENO M. Sc  
DIRECTOR**

---

**DAVID GOMEZ M. Sc  
JURADO**

---

**JANETH ARIAS M. Sc  
DIRECTORA DE CARRERA**

---

**INGRID SCHULLER, Ph D.  
DECANO ACADEMICO**

## **TABLA DE CONTENIDO**

- 1. Introducción**
- 2. Justificación**
- 3. Planteamiento del problema**
- 4. Marco teórico**
  - 4.1 Vigilancia tecnológica
  - 4.2 Levaduras
  - 4.3 Antagonismo
- 5. Pregunta de Investigación**
- 6. Objetivos**
  - 6.1 Objetivo general
  - 6.2 Objetivos específicos
- 7. Metodología**
  - 7.1 Diagnostico estratégico
  - 7.2 Búsqueda y captación de la información
  - 7.3 Análisis de la calidad de la información
  - 7.4 Interpretación de los resultados
  - 7.5 Bases de datos consultadas
  - 7.6 Palabras clave
- 8. Resultados**
  - 8.1 Generalidades de *Candida guilliermondii*
  - 8.2 Tomate
    - 8.2.1 Post-cosecha
    - 8.2.2 Pudrición
  - 8.3 Subproductos metabólicos
    - 8.3.1 Isopentanol
    - 8.3.2 Isobutanol
    - 8.3.3 2-methyl-1-butanol
    - 8.3.4 2-phenyletanol
    - 8.3.5 Acido 2-methyl butírico
  - 8.4 Relaciones antagónicas de *Candida guilliermondii*
  - 8.5 Antagonismo
- 9. Discusión de resultados**
- 10. Conclusiones**
- 11. Recomendaciones**
- 12. Bibliografía**

## **RESUMEN**

El objetivo de este análisis es realizar una búsqueda de información en las principales bases de datos científicas, acerca del efecto antagónico de los subproductos del metabolismo de *Candida guilliermondii* en el fruto tomate. En este trabajo se encontró que la mayor cantidad de artículos estaba en GOOGLE ACADEMICO herramienta útil y actualizada. Entre los 63 artículos encontrados, se determinó que los subproductos resultantes del metabolismo de *Candida guilliermondii* como: 2-metil-1-butanol, 2-feniletanol e Isobutanol poseen capacidad antagónica; mientras que, el Isopentanol y ácido 2-metilbutírico no poseen dicha capacidad. En general, los compuestos anteriores tienen cualidades aromáticas utilizadas en bebidas alcohólicas, alimentos, perfumes y jabones entre otros.

## **ABSTRACT**

The objective of this analysis is to search for information in major scientific databases, about the antagonistic effect of by-products of metabolism of *Candida guilliermondii* in tomato fruit. This paper found that the majority of articles were in GOOGLE ACADEMIC useful and updated tool for these propose. Among the 63 articles found, it was determined that the products resulting from the metabolism of *Candida guilliermondii* as 2-methyl-1-butanol, 2-phenylethanol and Isobutanol have antagonistic capacity, while the acid and 2-Isopentanol metilbutirico do not have this capacity. In general, the above compounds have aromatic qualities used in alcoholic beverages, food, perfumes and soaps, among others.

## **1. INTRODUCCION**

La revisión bibliográfica sistemática responde a varias razones: Es necesaria por humildad científica, ya que reconocer el trabajo de otro permite el avance del conocimiento científico, además de poder opinar con fundamento de un área específica del saber. Además, permite centrar el objetivo de la investigación por que ayuda a resolver interrogantes sin resolver de estudios previos.

Se estudiaron los artículos almacenados en diferentes bases de datos científicas como (Science Direct, Springerlink, Google Académico, entre otras) referentes al efecto bactericida y/o fungicida de los subproductos del metabolismo de *Candida guilliermondii* producidos en tomate. Se comentan los diferentes trabajos realizados con este microorganismo y evaluación de los subproductos teniendo en cuenta la investigación de científicos; se evalúa la actividad en la investigación teniendo en cuenta (número y distribución de publicaciones de autores); conexiones entre trabajos y autores científicos (número de referencias de las publicaciones); impacto de los trabajos (número de citas recibidas).

En un estudio realizado en 2004 en la Pontificia Universidad Javeriana por el Departamento de Química se encontraron en tomates infectados con la levadura *Candida*

*guilliermondii* y *Rhizopus sp.* diferentes subproductos como (Alcohol isobutilico, alcohol isopentilico, 2-metil-butanol, 2-feniletanol y acido 2-metilbutirico).

## **2. JUSTIFICACION**

Se realiza la siguiente revisión del estado del arte como continuación de diferentes trabajos de investigación realizados desde el año 2000 sobre la levadura *Candida guilliermondii*, por parte del grupo UNIDIA del departamento de microbiología.

En un estudio realizado en la Pontificia Universidad Javeriana por Albarracin y Barreto (2004) en tomate, se encontraron que la levadura *Candida guilliermondii* produce una serie de metabolitos en diferentes proporciones como (Alcohol isobutilico, alcohol isopentilico, 2-metil-1-butanol, 2-feniletanol y acido 2-metilbutirico, entre otros) de los cuales se desconoce su papel, se quiere revisar la bibliografía existente, para determinar la capacidad ya sea individual o en grupo de estas sustancias de presentar algún tipo de antagonismo sobre microorganismos contaminantes del medio ambiente o sobre fitopatógenos en cultivos de tomate.

## **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Revisa el estado del arte que nos permita encontrar si hay reportes que señalen que los subproductos del metabolismo de *Candida guilliermondii* en frutos de tomate son capaces de generar antagonismo contra los microorganismos contaminantes del medio ambiente.

## **4. MARCO TEORICO**

### **4.1 VIGILANCIA TECNOLÓGICA:**

En los años ochenta, cuando la Gestión de la Innovación y la Tecnología comenzaba a recibir una atención creciente, uno de sus pioneros, Jacques Morin (1985), popularizó seis funciones que la caracterizaban: Inventariar, Vigilar, Evaluar, Enriquecer, Optimizar y Proteger. Puede afirmarse que la segunda función, la Vigilancia consiste en proporcionar buena información a la persona idónea en el momento adecuado según (Callon, Courtial y Penan, 1993) y a su vez esta experimenta un desarrollo extraordinario hasta el punto de convertirse en un requisito obligatorio al abordar cualquier proyecto de innovación: Primero hay que buscar y conocer previamente el estado de las soluciones existentes (Escarsa y Maspons, 2002).

Para obtener información sistematizada y organizada, las herramientas más utilizadas son la consulta de las bases de datos científicas, y bases de datos de patentes, que contienen los últimos avances en las diferentes áreas y disciplinas del conocimiento que son publicados y se encuentran en las revistas científicas más prestigiosas del mundo, en libros, conferencias, tesis e informes técnicos, que permiten observar los avances tecnológicos de divulgación más recientes, contienen información técnica que no suele publicarse en ningún otro tipo de documento o fuente (Malaver. et al 2007).

## 4.2 LEVADURAS

Las levaduras son organismos unicelulares ampliamente distribuidos en la naturaleza, poseen diversas capacidades metabólicas, pueden utilizar una amplia gama de nutrientes en diferentes condiciones ambientales, se reproducen por gemación dando lugar a conidias hijas (Restrepo. et al 2004). Además de desarrollar mecanismos adaptativos a condiciones adversas, muchas levaduras son utilizadas como agentes de control biológico por crecer de forma saprofita, utilizando una amplia variedad de sustratos, rangos de pH, diferentes temperatura y bajas cantidades de agua disponible (Uribe, 2007).

## 4.3 CONTROL BIOLÓGICO

En los últimos años, el control biológico de las enfermedades post-cosecha de la fruta se ha convertido en un campo importante para la investigación, un número de levaduras y bacterias se han reportado para inhibir la contaminación de la fruta en pos-cosecha de manera efectiva (Gouzheng, 2004). Es posible eliminar las enfermedades de pos-cosecha de frutas en campo y / o post-aplicación de un agente biológico que tiene un gran potencial para lograr control efectivo del deterioro, la aplicación en campo parece un camino prometedor para conseguir una protección eficaz contra algunas enfermedades pos-cosecha (Lahlali, 2008).

Durante el almacenamiento de los productos cosechados, los parámetros ambientales son bastante estables. Por esta y otras razones, se cree que el control biológico por medio de antagonistas microbianos puede tener un mayor potencial de éxito cuando se aplica después de la cosecha. Sin embargo, uno de los principales obstáculos para el desarrollo de agentes de biocontrol de post-cosecha es que son incapaces de controlar las infecciones previamente establecidas, tales como infecciones latentes e infecciones incipientes que ocurren a través de heridas resultantes de las operaciones de aprovechamiento. La aplicación en campo de los agentes de control biológico puede permitir la colonización temprana de la superficie de la fruta, protegiéndola así contra estas infecciones. Por otra parte, antes de la cosecha las aplicaciones pueden ser una estrategia apropiada para frutas y hortalizas sujetas a daños en el manejo de postcosecha. Para tener éxito en las aplicaciones pre-cosecha, los agentes de biocontrol deben ser capaces de tolerar la baja disponibilidad de nutrientes, la radiación ultravioleta, altas temperaturas y condiciones secas. Algunos informes de post-cosecha de control biológico realizado por aplicaciones pre-cosecha, incluyen las manzanas, aguacates, cerezas, uvas y fresas (Ippolito y Nigro, 2000).

Entre los microorganismos que han demostrado potencial como agentes de biocontrol, encontramos las levaduras debido a su alta tasa de colonización y la capacidad de sobrevivir en la superficie de la fruta por períodos prolongados en diferentes condiciones medio ambientales (Pimenta, et al, 2008) Los modos de acción de las levaduras son la competencia por espacio y nutrientes, la producción de enzimas de degradación como la  $\beta$ -1, 3-glucanasa y quitina, la producción de metabolitos antifúngicos difusibles y volátiles, la inducción de resistencia del huésped, y micoparasitismo (Zhang, et al, 2008). Las levaduras han sido blanco de muchos trabajos como potenciales antagonistas de las enfermedades post-cosecha porque son naturales en las frutas y verduras, y exhiben un

número de rasgos que le confieren un mayor potencial para la colonización de las incisiones, también se ha reportado que puede ser eficaz para el control de la podredumbre de almacenamiento de la uva inducida por *Botrytis cinerea*, control de enfermedades en manzanas y melocotones (Kurtzman y Droby, 2001), además actividad antagónica contra *Penicillium digitatum* (Taqaort. et al, 2008) entre otros. El control biológico se va a convertir en una alternativa importante en la lucha contra la enfermedad de post-cosecha de frutas y en consecuencia, existe la necesidad urgente de más investigación con el fin de desarrollar estrategias nuevas y más eficientes para el control biológico. Es importante desarrollar nuevas estrategias para el control de la enfermedad de post-cosecha, especialmente debido a las crecientes restricciones sobre el uso de plaguicidas por parte de las agencias reguladoras y las instituciones de los consumidores (Pimenta, R. et al, 2008)

## **5. PREGUNTA DE INVESTIGACION**

¿Los subproductos del metabolismo de *Candida guilliermondii* en frutos de tomate causan alguna respuesta antagónica contra microorganismos del medio ambiente?

## **6. OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Realiza una búsqueda de información en las principales bases de datos científicas del efecto antagónico de los subproductos del metabolismo de *Candida guilliermondii* en frutos de tomate.

### **Objetivos específicos**

- Realizar una búsqueda bibliográfica de los efectos antagónicos de los subproductos como (Alcohol isobutilico, alcohol isopentilico, 2-metil-butanol, 2-feniletanol y acido 2-metilbutirico), ya sea en forma individual o en grupo, del metabolismo de *Candida guilliermondii*
- Analizar en el estado del arte las posibles implicaciones antagónicas de los subproductos del metabolismo de *Candida guilliermondii* en tomate.

## **7. METODOLOGIA**

Empleando el proceso propuesto por Malaver y Vargas (2007) llamado **CICLO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA**, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

7.1 Diagnostico estratégico: se identifican las necesidades de información y los factores claves a vigilar como los elementos que definen los ejes de la búsqueda, como el efecto antagónico de los subproductos del metabolismo de *C. guilliermondii*.



7.2 Búsqueda y captación (de la información): se definen los objetivos de la búsqueda de información y se elabora la estrategia para identificarla, buscarla y captarla, se siguen los siguientes pasos:

- Identificación de palabras clave: Asociadas al tema a vigilar lo que permite hacer la búsqueda de diferentes bases de datos.
- Validación por expertos: Del tema específico estudiado y de las palabras clave seleccionadas. Este medio de validación garantiza que la información buscada mediante las palabras conducirá a los documentos (artículos científicos, patentes, etc.) en que se registran los avances específicos del conocimiento y/o las tecnologías relacionadas con el problema relevante estudiado.
- Identificación y selección de las fuentes de información relevantes: Estas pueden ser estructuradas (bases de datos de patentes y de artículos científicos), semiestructuradas (*webside*, *mail*, foros, *chat*) y no estructuradas (documentos y reportes, noticias). En este trabajo la identificación y selección se concentra en fuentes estructuradas tanto de artículos científicos como de patentes.
- Formulación de la ecuación de búsqueda. Esta contiene, de manera rigurosa, los textos en los que se registran y articulan las palabras precisas y clave para buscar en las bases de datos científicas y bases de datos de patentes (fuentes de información consultadas) la información requerida.
- Elaboración del corpus. A partir de la ecuación de búsqueda, definida y validada en el paso anterior, se realizan las consultas en las bases de datos seleccionadas y se extrae de ellas la información relevante. El producto de tales procesos es el *corpus*, es decir, el conjunto extenso y ordenado de los registros de las bases de datos que contienen la información útil para el estudio.

7.3 Análisis de la información: se realiza el procesamiento y análisis de la información de las fuentes ya establecidas, en el caso de las bases de datos documentales, que proporcionan información de carácter científico, las consultas genéricas que se realizan en los distintos estudios son:

- Número de artículos por año registrados en la base de datos: este indicador de frecuencia permite concluir si se está en presencia de un área de interés científico con amplia trayectoria, madura, o de reciente aparición.
- Fuentes potenciales de conocimiento: estas se identifican a partir del recuento simple de los países, revistas (fuentes de publicación), autores, que investigan en los temas (establecidos a través de palabras clave) y su nivel de importancia, medido por la frecuencia.
- Temas de interés científico para el país líder o algún país competidor en los últimos años: permite establecer el perfil científico del líder.
- Temas o áreas de investigación de los autores líderes: a partir de la coocurrencia de estos dos campos de información.
- Cambios en los temas a través del tiempo: permite observar las trayectorias de desarrollo del conocimiento.
- Redes de colaboración entre autores y países: para lo cual se analiza la coocurrencia de los campos autor y país.

7.4 Inteligencia (interpretación de los resultados): en esta etapa se interpretara y generara un valor agregado mediante la identificación de aspectos como la evolución del conocimiento y las tendencias de las tecnologías claves, sus implicaciones productivas y competitivas, en particular, sus efectos sobre los factores críticos para competir y las oportunidades (o amenazas) que de esos cambios se derivan.

7.5 Las bases de datos consultadas: Science Direct, Spinger Link, Medline, Google Academico, Science Journals (ProQuest), Scirus, Oficina de patentes de los Estados unidos.

### 7.6 Palabras clave

<i>Candida guilliermondii</i>	Características microbiológicas		Microbiological characteristic
	Efecto antagonico		Antagonist effects
	Descripción		Description
	Generalidades		Generalities
Relaciones Antagonicas de <i>Candida guilliermondii</i>	Antibióticos		Antibiotic
	Espacio y nutrientes		Space and nutrients
	Producción de enzimas		Production of enzymes
	Fitopatogenos		Phytopatigens
*ISOBUTANOL	Porcentaje encontrado Por cromatografía de gases según Albarracín y Barreto (2004)	Efecto antagonista Microorganismos productores Generalidades	Antagonist effects Producers microorganism Generalities
	2%		
*ISOPENTANOL	5.7%	Efecto antagonista Microorganismos productores	Antagonist effects Producers microorganism
* 2-METIL-1-BUTANOL	1.9%	Generalidades	Generalities
*2-FENILETANOL	4.5%		

*ácido 2-metil butírico	0,6%		
Tomate	Deshidratación		Dehydration
	Post-cosecha		Posharvest
	Pudrición		Decay
Control biológico	Microorganismos		Microorganism

## 8. RESULTADOS

### 8.1 Generalidades de *Candida guilliermondii*

En general se encontró que *Candida guilliermondii* presenta colonias planas, húmedas de color crema en medio Saboraud; en medio CHROMagar *Candida* se observa colonias rosado – púrpura; en láminas de agar leche-tween 80 al 1%, se observan levaduras pequeñas, ovoides y brotantes, no forman pseudomicelio y desarrollan un conglomerado característico de pseudohifas con disposición radiada (Pinoni, et al, 2007). En el microscopio se pueden ver formas ovoides de tamaño mayor que las bacterias, la morfología de las levaduras es importante para la identificación, la mayoría son mesófilas aerobias crecen entre 24 – 48° C, óptimo 20°C toleran un pH entre 3–5 (Carrillo, 2003). Se encontró diferentes cepas de la levadura *Candida guilliermondii*: *Candida guilliermondii* var. *guilliermondii*, *Candida guilliermondii* var. *membrenifaciens* (Pinoni et al, 2007), *Candida guilliermondii* var. *japonica* y *Candida guilliermondii* var. *carpophila* (Feng-Yan, et al, 2000), *Candida guilliermondii* var. *soya* (Onishi y Suzuki, 1969) *Candida guilliermondii* var. *nitratophila* (Wickerham y Burton, 1948).

La mayoría de levaduras están asociadas a pacientes inmunocomprometidos encontrando que *Candida guilliermondii* produce fungemia, osteomielitis y peritonitis, este patógeno oportunista emergente de América Latina según Pfaller, et al, 2006 sugiere la posibilidad que *Candida guilliermondii* exhibe la disminución de la sensibilidad a fármacos antifúngicos como polieno, azoles, flucitosina, y equinocandinas y es generalmente susceptible a concentraciones de voriconazol y caspofungina. (Barchiesi, et al, 2006). Los estudios relacionados con el tratamiento de los hidrolizados hemicelulolíticos de bagazo de caña, eucalipto, paja de arroz, y de paja de trigo se volcán hacia el aprovechamiento de estos residuos lignocelulolíticos por vía microbiológica utilizando la levadura *Candida guilliermondii* como alternativa tecnológica en la obtención de xilitol, este alcohol posee gran interés comercial debido a sus propiedades físico-químicas que facilita su uso en las industrias alimenticia, farmacéutica y odontológica (Martínez, 2002).

Taxonomía de *Candida guilliermondii*

Dominio: *Eukarya*  
Filo: *Ascomycota*  
Subfilo: *Saccharomycotina*  
Clase: *Saccharomycetes*  
Orden: *Saccharomycetales*  
Género: *Candida*  
Especie: *Candida guilliermondii*  
Sexual o amorfa: *Pichia guilliermondii*

\*<http://www.uniprot.org/taxonomy/4929>

## 8.2: TOMATE

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) fruto popular en todo el mundo. Las principales enfermedades fúngicas pos-cosecha de fruta de tomate causado por varios hongos patógenos incluyen *Alternaria alternata*, *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer*, patógenos saprofitos de tomate que causan la pudrición en pos-cosecha (Wang, et al, 2008).

La recolección de los tomates a menudo no coinciden con las necesidades comerciales, ni fisiológicas. Como consecuencia de ello, es conveniente realizar la selección de tomates unos días antes de su comercialización para su almacenamiento en fresco. Sin embargo, el almacenamiento de frutos de tomate es difícil debido a su susceptibilidad al daño por frío a temperaturas inferiores a 10° C, y al crecimiento del moho gris (*Botrytis cinérea*) que es la infección microbiana más extendida e importante porque causa enfermedades pre-cosecha y pos-cosecha en tomates. El control químico antes de la cosecha no es muy efectivo ya que la mitad de las infecciones se originan en puntos en los que la fruta está en contacto con el suelo (Mari, et al, 1996).

### 8.2.1 POST – COSECHA

A nivel mundial, las pérdidas pos-cosecha de tomate se estiman en más del 25% y gran parte de esto se debe a la podredumbre por hongos que limita en gran medida su valor económico. A pesar de fungicidas, los tratamientos biológicos han sido el principal método para el control de enfermedades pos-cosecha, la preocupación pública acerca de residuos fungicidas en los alimentos y el desarrollo de resistencia por patógenos, se ha incrementado la búsqueda de alternativas de control de la enfermedad. El control biológico de la pudrición post-cosecha de frutas y hortalizas se ha convertido recientemente una prometedora alternativa al uso de fibras sintéticas fungicidas (Wisniewski y Wilson, 1993).

### 8.2.2 PUDRICION

Los patógenos que infectan los frutos se ven confrontados a varios problemas como los tejidos de los frutos que generalmente están protegidos por estructuras diferenciadas y su fisiología cambia notablemente durante el desarrollo de podredumbre, en particular cuando está maduro. Los agentes patógenos infectan con frecuencia frutos inmaduros y causa relativamente daños menores hasta la maduración, cuando causa pudrición extensa (Prusky y Keen's, 1993).

Las pérdidas post-cosecha causadas por la pudrición de las frutas y hortalizas se han gestionado principalmente por la aplicación de fungicidas, ya que causa inquietudes al consumidor acerca de residuos en los alimentos dando lugar a una búsqueda intensiva de opciones más seguras de control que plantean un riesgo mínimo para la salud y el medio ambiente. Avances sustanciales han realizado la identificación y el desarrollo de alternativas biológicas como el uso de microorganismos bacterias y levaduras estas últimas ampliamente utilizadas y estudiadas por la mayoría de investigadores por que están presentes de manera natural en la superficie de las frutas y verduras. (Droby, et al, 1999)

### 8.3: SUBPRODUCTOS METABOLICOS

Según los estudios realizados en la Pontificia Universidad Javeriana por Albarracin y Barreto, 2004 con la cepa *C. guilliermondii* se encontraron los siguientes subproductos con posible efecto antagónico en el control de *Rhizopus sp* en tomate. (El método utilizado fue cromatografía de gases para determinar los metabolitos resultado de la actividad de la levadura en el tomate o contra *Rhizopus sp*).

**8.3.1: ISOPENTANOL** (isopentyl alcohol, isoamyl alcohol, **3-methyl-1-butanol**, isobutyl cabinol).

Este alcohol es ampliamente utilizado como disolvente, combustible, y como materia prima química, entre las sustancias químicas volátiles emitidas por *Candida guilliermondii* como el **3-metil-1-butanol** y el amoníaco se identificaron como dos productos químicos volátiles que se desprenden de cultivos activos de *Enterobacter agglomerans*, bacteria que se ha aislado de los insectos adultos de la mosca *Anastrepha (Loew)* y otras moscas de la fruta, estos productos son atractivos para las hembras de *Anastrepha* en bioensayos de laboratorio, esta disponibilidad de señuelos facilitará las pruebas para identificar la atracción microbiana y puede conducir a una mejor comprensión del papel de estas bacterias en la ecología de las moscas de la fruta. (Epsky, et al, 1998).

Nout, y Bartelt, 1997 afirma que una variedad de alcoholes entre estos el **3-methyl-1-butanol**, ésteres, cetonas, ácidos y compuestos fenólicos fueron identificados a partir de cultivos de algunas levaduras, estos compuestos químicos presentan interesantes propiedades organolépticas como el sabor del vino. Algunos autores han propuesto estrategias para promover el uso de este tipo de compuestos aromáticos en la producción de bebidas alcohólicas, importantes para el sabor característico (Souza, et al, 2005). El alcohol **3-metil-1-butanol** es un aditivo de combustible potencial o sustitucional (Connor, et al, 2008).

**8.3.2: ISOBUTANOL** (isobutil alcohol, isopropilcarbinol, **2-methyl-1-propanol**, 2-methylpropan-1-ol)

Las levaduras producen alcoholes superiores entre los que se encuentra **2-metil-1-propanol**, que es cualitativamente dominantes e importantes en las propiedades sensoriales y calidad del vino (Moreira, et al, 2005). Este compuesto volátil que produce un considerable aumento de acidez total en los jugos de uva determina el color y el aroma

del vino, está presente sobre todo en la piel de la uva la extracción permite a este y otros compuestos ser liberados (Roldan, A. et al, 2006)

### 8.3.3: 2-METHYL-1-BUTANOL

Ha habido un interés en los últimos años en el uso de compuestos naturales para la fumigación de frutas y hortalizas para el control de enfermedades, utilizando el hongo *Muscodor albus* que emite diferentes sustancias químicas como resultado de su metabolismo, la ventaja de la utilización de estos compuestos volátiles para tratar las frutas como tomate, uvas y manzanas es que no hay contacto directo entre el medio de tratamiento (el hongo *Muscodor albus*) y la fruta u hortaliza, la mezcla de compuestos volátiles producidos por el hongo *M. albus*, puede tener propiedades sinérgicas que no puede ser alcanzado por cualquiera de los componentes por sí solo (Mercier, y Smilanick, 2005) El hongo *M. albus* puede ser una herramienta muy útil en el tratamiento post-cosecha, sobre todo porque el tamaño de inóculo de patógenos que utilizaron fue elevado en comparación con las condiciones naturales, el control de *Botrytis cinerea* en hojas de hortalizas, sería muy útil, ya que los fungicidas sintéticos no están permitidos sobre las hojas de hortalizas en la comunidad Europea (Schotsmans, W. et al, 2008).

Se destaca el efecto antagonico del hongo *M. albus* contra nematodos (parásitos de plantas), se informó que una mezcla de volátiles como (1-butanol, **2-metil-1- butanol**, acetato de 2-metil, ácido propanoico, y 2-metil-de propilo 2-metil) utilizados como tratamiento pos-cosecha en tomates e identificados como producto del metabolismo del hongo *M. albus* protegía contra el nematodo *M. incognita*. Destacando que el grupo de volátiles con mayor capacidad de inhibir el nematodo fue (1-butanol, 3-methylacetate) y el grupo de compuestos volátiles con capacidad antimicótica fue (ácido isobutírico, **el isobutanol** y **2-methyl – 1- butanol**) tienen gran potencial para el control de enfermedades post-cosecha de fruta fresca por fumigación biológica, el estudio realizado por Riga, et al, 2008 desmostro en las pruebas in vitro que los compuestos volátiles producidos por *Muscodor albus* inhibió una amplia gama de patógenos como *Botrytis*, *Colletotrichum*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Rhizopus*, esta mezcla de fumigantes debe ser aplicada en el suelo antes de la siembra, identificada por ser muy eficaz en campo y efecto invernadero, para el control de enfermedades producidas por microorganismos, insectos, nematodos y malas hierbas.

Se requiere investigar más el potencial de *M. albus* como agente de control contra patógenos humanos en productos almacenados u otros alimentos. La aplicación de *M.albus* y *C. guilliermondii* para reducir o eliminar la contaminación de las frutas y hortalizas durante el almacenamiento pos-cosecha y manejo sin comprometer la calidad sensorial, es importante sobre todo porque retarda la pudrición utilizando como principio activo la mezcla de volátiles, además que se puede propagar fácilmente a través de trastero (escurridor), según Riga, Et al 2008 la fumigación de suelos en los Estados Unidos depende en gran medida el uso de bromuro de metilo (CBM) compuesto que está desapareciendo progresivamente debido a su papel en el agotamiento de la capa de ozono, se ha utilizado en fumigación de suelos antes de sembrar debido que reducirá las opciones de crecimiento de patógenos como *Pythium sp.*, *Fusarium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Rhizoctonia solani*, *Verticillium dahliae* y *V. albo-atrum*, y el nematodo *Meloidogyne incognita* (Mercier and Jimenez, 2004)

#### 8.3.4: 2-FENILETANOL

El compuesto 2 – feniletanol es un alcohol superior por que posee más de dos átomos de carbono con un mayor peso molecular. Ellos tienen una influencia significativa en el sabor y el carácter del vino respecto al total de 2-butanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-butanol y 3-metil-1-butanol, los ésteres de alcoholes superiores se asocian con aromas agradables, el 2-phenyletanol se caracteriza por una delicada fragancia de pétalos de rosa, y está en una alta zona comercial de alcohol después del alcohol etílico (Clemente, J., et al, 2003). La mayoría de la producción anual mundial de varios miles de toneladas se sintetiza por medios químicos como la hidrogenación en fase gaseosa de óxido de estireno utilizando catalizadores de paladio sobre soportes como el carbón activado (CA), alúmina y magnesio y la quimioadsorción de H<sub>2</sub> entre otras (Kirm, I. et al, 2005). Pero debido a la creciente demanda de sabores naturales, se utilizan las levaduras que sintetizan el 2-phenyletanol por la vía de Ehrlich es la bioconversión de la L-fenilalanina en 2-PE, y por transglucosilación de celobiosa con almendra utilizando enzimas glucosidas (Jerkovic, y Mastelic, 2004). Sintetizado por las rutas de petroquímicas a partir de tolueno, benceno, estireno, o metilfenilacetato, aunque se puede obtener de manera natural principalmente de pétalos de rosa a través de un proceso de alto costo.

Es uno de los principales compuestos relacionado con el sabor en muchos alimentos, incluyendo frutas frescas, como el tomate, una atracción a los insectos por el aroma emitido de rosas y otras flores. La fragancia de la rosa es muy popular y deseada, haciendo 2-FENILETANOL el producto químico más usado en fragancia de perfumes y cosméticos. También se usa en las composiciones de sabor de los alimentos, hojas de té, el cacao, el café, al pan, vino, sidra, cerveza, quesos y salsa de soja. Su estabilidad se hace particularmente adecuada para perfumes y jabones. Menos cantidades son utilizadas para la producción de bebidas no alcohólicas, dulces y galletas, Sus ésteres, son también valiosos por sus características en sabor de bebidas y alimentos, además del olor de las fragancias. (Etschmann, et al, 2002)

#### 8.3.5: ACIDO 2-METHYL BUTIRICO

Los ácidos carboxílicos (BCA) se aislaron por primera vez las ceras glándula de las aves, grasas animales y componentes de diversas bacterias, concretamente del género *Sarcina spp* y *Bacillus spp*. Estos compuestos son de origen natural contienen lípidos con un solo-metilo en un máximo de cuatro puestos distintos, a lo largo de la cadena de carbono y son fácilmente biodegradables en la naturaleza. En los últimos años, BCA se han encontrado en las aguas residuales de productos farmacéuticos y aditivos alimentarios, Por ejemplo, el ácido 2-methylbutanoico (2-MBuA). y el ácido 3-metil-butanoico (3-BuA) se producen a través de la degradación anaerobia de un número de aminoácidos comunes, como leucina, isoleucina y valina (Chua, et al, 2001). La selectividad de las enzimas puede ser un elemento importante para la síntesis de los aromas alimentarios. El 2-methylbutanoico (componente principal de sabor de manzana o fresa) tiene el sabor característico de la fruta (Longo, y Sanroman, 2006).

#### 8.4: RELACIONES ANTAGONICAS DE *Candida guilliermondii*

Las levaduras saprofitas se han estudiado como potencial agente de control biológico para varios hongos patógenos, incluyendo *Botrytis cinerea*, *Penicillium spp.*, y *Monilinia fructicola*. Las levaduras de control biológico se han utilizado pos-cosecha para gestionar las pérdidas causadas por estos hongos en manzanas, uvas, peras, melocotón, cerezas y cítricos. Las levaduras antagonistas también se han utilizado para controlar la enfermedad de frijol, pepino y tomate causada por *Botrytis cinérea* uno de los microorganismo más relevantes que causa pudrición en frutos conocido con una amplia gama de huéspedes que causa grandes pérdidas de rendimiento, el control químico de *Botrytis sp.* ha sido un éxito parcial debido al riesgo de reaparición y el establecimiento de la resistencia es considerable. El biocontrol, alternativa no peligrosa en comparación al fungicida químico, consiste en el uso de diversidad biológica para reducir la pérdida en cultivos (Santos, y Marquina, 2004), se puede mejorar por el uso de mezclas de microorganismos, la manipulación del medio ambiente, o la manipulación de fórmulas. En varios sistemas pos-cosecha, la adición de fungicidas de bajo precio en combinación con las levaduras antagónicas ha mejorado significativamente control de la enfermedad, en comparación a los tratamientos solo con levaduras. Las cepas de levadura *Candida guilliermondii* (cepas 101 y U.S 7) disminuye la incidencia de la enfermedad causada por *Botrytis cinérea*, cuando se aplica simultáneamente con el patógeno en plantas de tomate (Salikarias. et al, 2002). La combinación de tiabendazol a 200 mg/ml ya sea con *C. guilliermondii* o *Pichia oleophila* es eficaz para reducir la pudrición de los cítricos causado por *Penicillium spp.* y *Pichia membranefaciens* mezclado con iprodiona a 100 mg / ml redujo significativamente el diámetro de lesiones causadas por *Rhizopus stolonifer* en las frutas nectarina en comparación al tratamiento con la levadura sola. En todos los casos, la enfermedad se redujo significativamente en las frutas tratadas con el fungicida solo en la alta dosis estándar, en comparación con los controles no tratados (Buck, 2003) Según el estudio realizado por Zahavi, et al 2000 se aislaron cepas de microorganismos epífitos, de uvas de mesa y de vino en Israel, se utilizaron para determinar la actividad antagónica contra *Botrytis cinerea* en uva de mesa. Dos aislamientos (*Candida guilliermondii*, cepa A42 y *Cephalosporium Acremonium*, cepa B11) fueron evaluadas para el control de la podredumbre en las uvas causadas por *Aspergillus niger* y *Rhizopus stolonifer*.

### 8.5: ANTAGONISMO

El control biológico constituye una alternativa eficaz al uso de fungicidas químicos para reducir la pudrición de frutas y hortalizas en pos-cosecha, puesto que es un medio de lucha que respeta el medio ambiente. Además, los microorganismos antagónicos no son patógenos para el ser humano y pueden ser más persistentes durante el almacenamiento que los productos químicos (Soto-Muñoz y Martínez-Peniche, 2009). Las cepas de *Candida guilliermondii* (cepas 101 y U.S 7) disminuye la incidencia de la enfermedad causada por *Botrytis cinérea*, cuando se aplica simultáneamente con el patógeno en plantas de tomate, porque secretan cantidades detectables de enzimas ( $\beta$ -1,3-exoglucanasa) y quitinasa a temperaturas ambientales relevantes y en todas las fuentes de carbono, también se demostró que se adhieren a las hifas del patógeno *B. cinérea* (Saligkarias. et al, 2002), ha sido utilizada en el laboratorio y semi-comercialmente para el control biológico de enfermedades post-cosecha en diferentes frutas y hortaliza (Saligkarias. et al, 2002), la aplicación primero de la levadura antes del agente patógeno



mejora notablemente la acción antagonica contra el moho gris de las manzanas (Filonow. et al, 1996).

Según estudios realizados por McLaughlin, et al (1992) esta levadura fue utilizada en suspensión con agua  $10^8$  ufc/ml e inoculada con 103 esporangiosporas de *R.stolonifer*/ml o 105 conidios de *B.cinerea*/ ml encontrando que fue efectiva para el control de la enfermedad en uvas, manzanas y durazno, los mecanismos utilizados son la competencia por nutrientes y la producción de sustancias extracelulares, *Candida guilliermondii* posee efectos antagonicos como habla (Wilson. et al, 1989) quienes observaron que eran activas contra *Penicillium digitatum* sobre pomelos. Aunque el potencial de los antagonistas microbianos usados como control biológico se ha demostrado con varios productos básicos, el modo de la acción de los antagonistas implica la antibiosis, la competencia de nutrientes, la exclusión de sitios, parasitismo directo, y la resistencia inducida, Aunque los productos cosechados también poseen respuestas de defensa, este potencial no ha recibido la atención que merece. Activación de respuestas bioquímicas de defensa en el tejido de la cosecha mediante el tratamiento con luz UV pre-almacenamiento y levaduras antagonistas, sugiere que la intensificación de mecanismos de defensa tiene un potencial para reducir la podredumbre de post-cosecha (Prusky y Keen's, 1993)

**Tabla 1: Patentes relacionadas al efecto antagonico de la levadura *Candida guilliermondii***

Patente	Inventor	Fecha	Objetivo	procedimiento
5,441.987	HARRIS et al	1995-08-15	Obtener un agente antifúngico	Utilizar los componentes con efecto antagonico sobre los hongos de algunas levaduras como <i>Candida guilliermondii</i> y realizar una formulación
WO9218009 (A1)	SHANMUGANATHAN. N	1992-10-29	Utilizar las levaduras como control biológico en enfermedades de las frutas	Realizar un consorcio entre diferentes cepas del genero <i>Rhodotorulla sp</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida guilliermondii</i>

## **DISCUSION DE RESULTADOS**

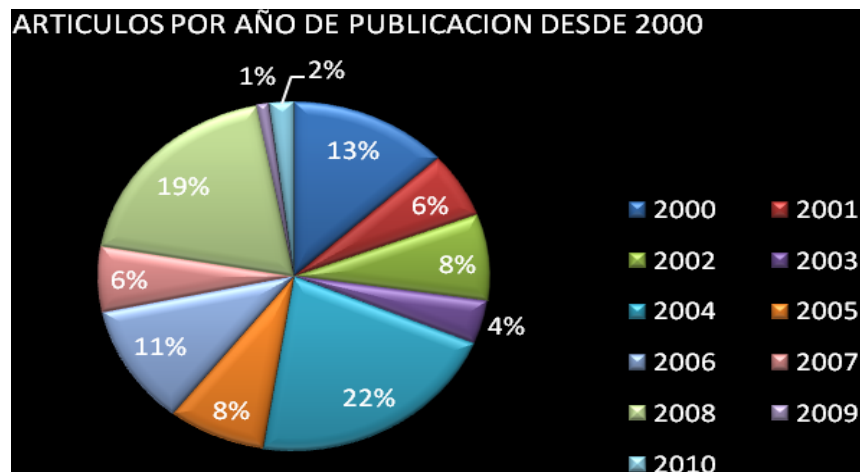
La consulta realizada en las bases de datos apropiadas es un método adecuado para obtener información sobre publicaciones de cualquier campo científico, en este trabajo se obtuvo una gran cantidad de artículos relacionados con las palabras clave, se seleccionaron 63 artículos. Para evaluar la cantidad de información consultada se realizó un análisis utilizando gráficos de porcentaje, en donde se relacionaron el número de artículos publicados por periodo de tiempo publicado en las revistas y bases de datos

(**Grafico 1**), se seleccionaron entre los periodos de los 1985 - 1999, y el periodo actual del año 2000 al 2010, encontrando el 16% en publicaciones antiguas y el 84% en la década actual.



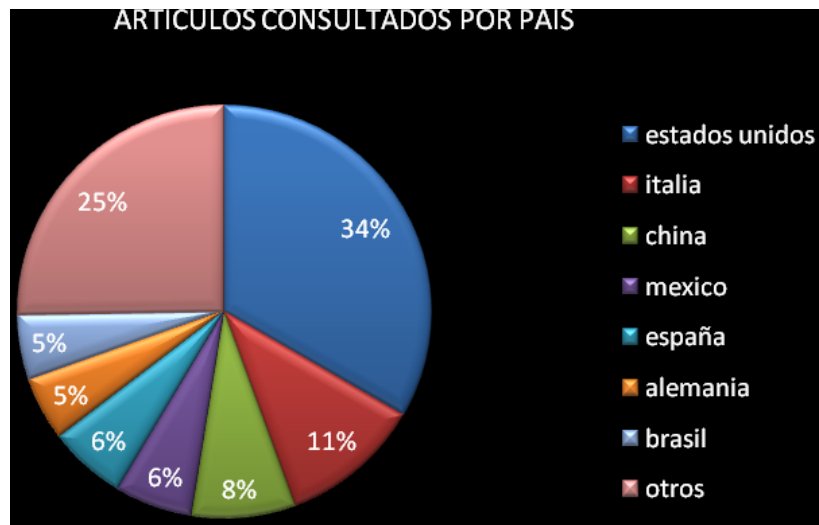
**Grafico 1:** Total de artículos consultados en las diferentes bases de datos por periodos de tiempo.

Este resultado en el que se encontró mayor cantidad de publicaciones en el periodo de 2000 al 2010 llevo a realizar un análisis más detallado y actualizado de la información (**Grafico 2**), donde se obtuvo un porcentaje más alto del publicaciones del 22% en el año 2004 y el porcentaje más bajo del 1% en el 2009.



**Grafico 2:** Total de artículos consultados en las diferentes bases de datos por año de publicación

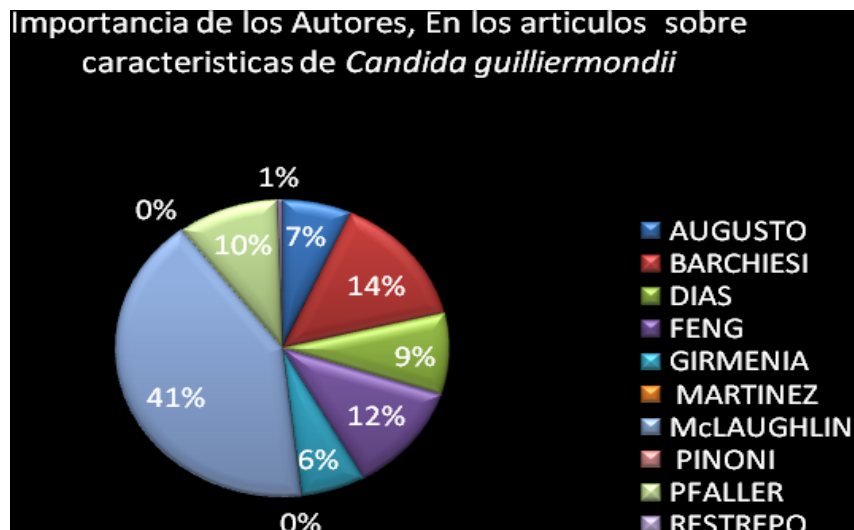
Se realizo el análisis donde se relacionaron el número de artículos publicados por país de investigación (**Grafico 3**), destacando a Estados Unidos con un 34%, país que más publicaciones tiene de *Candida guilliermondii*, control biológico y demás palabras clave con las que fue cruzada; seguido de Italia con un 11% de publicaciones, y demás países con menos número de publicaciones en los que encontramos China, México, España, Alemania, Brasil, otros como: Canadá, India, Grecia, Colombia, Hong Kong, Polonia, Israel, Francia, Argentina, Croacia, Gran Bretaña.



**Grafico 3:** total de artículos consultados en las diferentes bases de datos por país de investigación.

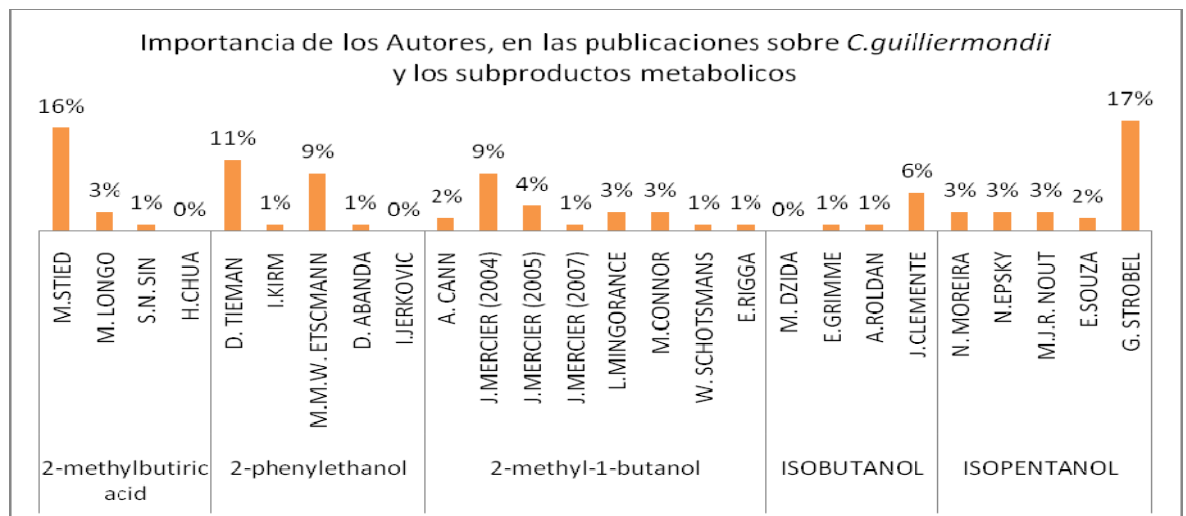
Además para determinar la incidencia de los artículos encontrados en las diferentes bases de datos, se busco las veces que han sido citados por otras publicaciones, este indicador se determino según Google académico, cruzando las palabras clave, teniendo en cuenta la más relevante como *Candida guilliermondii* unida con las otras palabra clave.

En el (**Grafico 4**) se encuentra todas las publicaciones relacionadas con las características microbiológicas de la levadura *C. guilliermondii*, en donde se encontró que el autor McLAUGHLIN con su publicación en 1992 con 41% es el que más número de veces ha sido citado en otras publicaciones, seguido de con el BARCHIESI con un 14%.



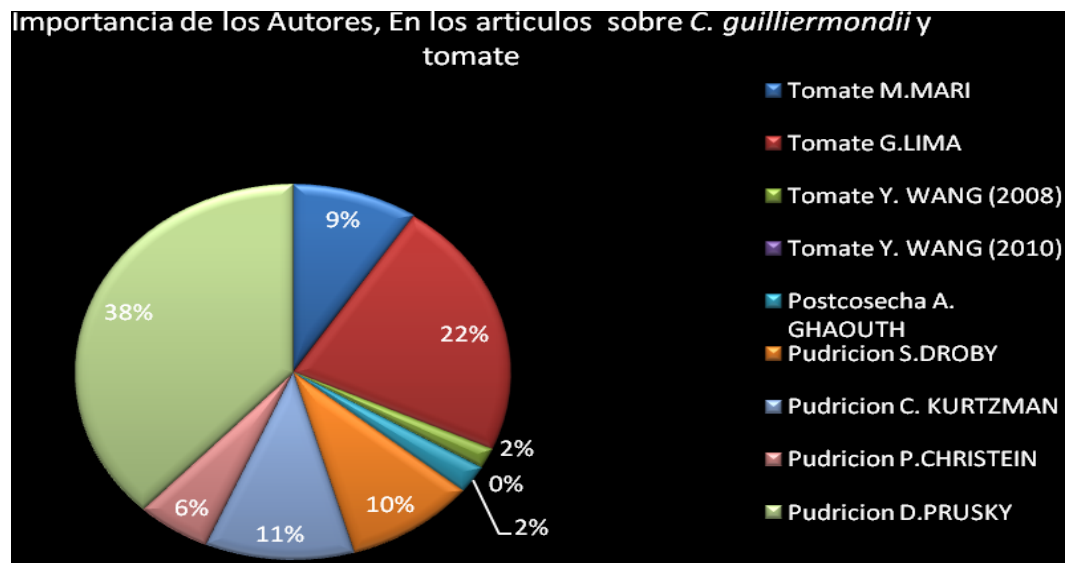
**Grafico 4:** Importancia de los autores en los artículos consultados en las diferentes bases de datos sobre características de *Candida guilliermondii*.

Se determino el porcentaje de veces que ha sido publicado el autor al relacionar los diferentes subproductos ya mencionados del metabolismo de *C.guilliermondii* cultivos de tomate, (**Grafico 5**), donde se encontró que STROBEL con un 17% relacionado con ISOPENTANOL fue citado 97 veces en diferentes publicaciones, seguido STIED con un 16% citado 90 veces relacionado con acido 2-metilbutirico, 11% para TIEMAN relacionado con 2-feniletanol, citado 61 veces en otras publicaciones, MERCIER (2004) con un 9% relacionado con 2-metil-1-butanol citado 48 veces.



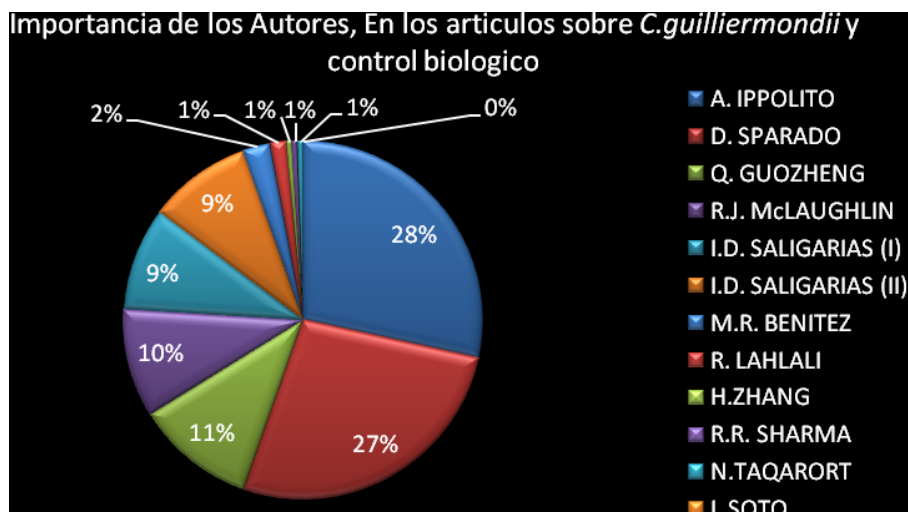
**Grafico 5:** importancia de los autores, en los artículos consultados en las diferentes bases de datos cruzando *C. guilliermondii* con cada uno de los subproductos metabólicos.

De la misma manera se relaciono el tomate, pos-cosecha y pudrición (**Grafico 6**) encontrando que PRUSKY con su publicación en el año 1993 con el 38% se destaco encontrando que fue 110 veces citado en otras publicaciones.



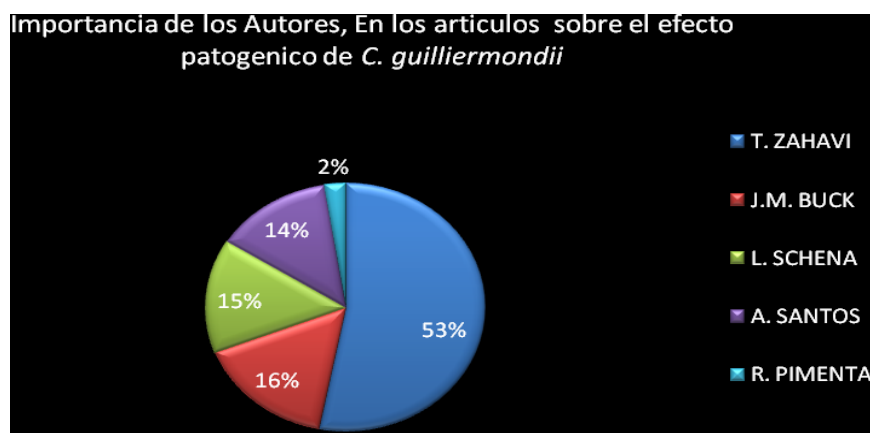
**Grafico 6:** importancia de los autores, en los artículos consultados en las diferentes bases de datos sobre *C.guilliermondii* y tomate, pos-cosecha, pudrición

Para el control biológico (**Grafico 7**) IPOPOLITO con 58 veces citado y un 28% es el autor más importante con mayor cantidad de veces, y para determinar el porcentaje con relación al efecto patogénico de *C.guilliermondii*



**Grafico 7:** Importancia de los autores, en los artículos consultados en las diferentes bases de datos sobre *C.guilliermondii* y control biológico.

El (Grafico 8) se destaca ZAHAVI con un 53%. Entonces se determino que los artículos que tuvieron una mayor cantidad de veces citados, tienen mayor importancia y la información que se encuentra escrita es confiable, aunque esto no indica que los demás artículos encontrados que han sido citados con menor incidencia, dejen de tener información importante y confiable debido que debieron ser publicados recientemente, o que no se hallan continuado investigaciones acerca de los temas que abordan estas publicaciones es posible que por esto se desconoce su importancia. De igual manera se destaca que para este estudio tienen mucha importancia por su calidad de información y abarcamiento del tema.



**Grafico 8:** importancia de los autores, en los artículos consultados en las diferentes bases de datos sobre el efecto patogénico de *C. guilliermondii*.

## CONCLUSIONES

- Los artículos que citan la levadura *Candida guilliermondii* se encontró que este microorganismo está ampliamente identificado como antagónico por su capacidad de rápida colonización, producción de sustancias extracelulares y se encuentra de manera endémica en la superficie de frutas y verduras como el tomate, cítricos, uvas, manzanas, entre otros.
- Se encontró que los metabolitos secundarios como resultado del metabolismo de *Candida guilliermondii* el 2-METIL-1-BUTANOL y 2-FANILLETANOL, ISOBUTANOL poseen actividad antagónica ya sea solos o en grupo frente a bacterias, hongos y parasito.
- El ISOPENTANOL y ACIDO 2-METHYLBUTIRICO no se ha reportado que posea actividad antagónica.
- Los subproductos resultado de la actividad de *Candida guilliermondii* en tomate tienen cualidades aromáticas utilizadas en bebidas alcohólicas, alimentos, perfumes, jabones entre otros.

- Se encontraron patentadas en la bases de datos de Google académico las cepas 82 (=NRRLY-18313) y US-7 (=NRRLY-18314) de *Candida guilliermondii* para el control de podredumbre en frutas post-cosecha.

## **RECOMENDACIONES**

- Se debe realizar antes de iniciar cualquier investigación una revisión de la literatura, importante porque proporciona una visión completa del tema y sacar sus propias conclusiones.
- La investigación es recomendada a cualquier investigador en el área de la ciencia o áreas cercanas que quieran conocer sobre *Candida guilliermondii* y los diferentes subproductos en tomate.
- La revisión bibliográfica se determino que los subproductos del metabolismo de *C.guilliermondii* podrían ser utilizados para las características organolépticas del vino, alimentos, como control biológico de fitopatógenos, entre otros.
- Los subproductos de *C.guilliermondii* podrían tener gran importancia a nivel económico e industrial debido que son productos que se obtienen de manera natural y están relacionados a su utilización en la industria de vinos, alimentos, perfumes, jabones, y de manera natural y permanente en el control de plagas causadas por hongos o bacterias.

## **BIBLIOGRAFIA**

- **ABANDA –NKPWATT, D., KRIMM, U., ALLISON, C., SCHREIBER, L., SCHWAB, W.** 2006. Plant volatiles can minimize the growth suppression of epiphytic bacteria by the phytopathogenic fungus *Botrytis cinerea* in co-culture experiments. *Environmental and experimental botany*. 56: 108-119
- **ALBARRACIN, M., BARRETO, C.**2004. Evaluación del posible efecto antagónico de *Candida inconspicua* y sus metabolitos en el control de *Rhizopus sp.* en el tomate. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias, Pontificia Universidad Javeriana.
- **AUGUSTO, L., GRAÇAS, M., VITOLO, M., GONÇALVES, F.** 2004. Effect of acetic acid present in bagasse hydrolysate on the activities of xylose reductase and xylitol dehydrogenase in *Candida guilliermondii*. *Appl Microbiol Biotechnol* 65: 734–738
- **BARCHIESI, F., SPREGHINI,E., TOMASSETTI,S., VITTORIA,A., ARZENI,D., MANSO,E., SCALISE,G.** 2006. Effects of caspofungin against *Candida guilliermondii* and *Candida parapsilosis*. *Antimicrobial agents and chemotherapy*. 50:2719-2727.
- **BENITEZ, M.B., CARRILLO, L.** 2004. Levaduras inhibidores de *Penicillium*. *Revista Argentina de microbiología*. 36:182-186.
- **BUCK, J.W.** 2003. Combinations of fungicides with phylloplane yeast for improved control of *Botrytis cinerea* on Geranium seedlings. *Biol. Control*.
- **CANN, A., LIAO, J.,** 2008. Production of 2-methyl-1-butanol in engineered *Escherichia coli*. *Applied genetics and molecular biotechnology*. 81: 89-98.
- **CALLON, M., COURTIAL, J.,PENAN, H.** 1993. “La Scientométrie”, Que sais-je. Presses Universitaires de France, Paris.
- **CARRILLO, L.** 2003. Los hongos de los alimentos y forrajes. Cap 9: levaduras.
- **CHRISTEN, P., BRAMORSKI, S., REVAH, S., SOCCOL, C.R.** 2000. Characterization of volatile compounds produced by *Rhizopus* strains grown on agro-industrial solid wastes. *Bioresour. Technol.* 71: 211–215.
- **CHUA, H., YU, P., LO, W., SIN, S.** 2000. The degradation of xenobiotic branched carboxylic acids in anaerobic sediment of the Pearl River in Southern China. *The Science of the Total Environment*. 266. 221-228

- **CLEMENTE, M., MINGORANCE, L., MARTINEZ, S., LAS HERAS, F., RODRIGUEZ, F.** 2004. Molecular characterization and oenological properties of wine yeasts isolated during spontaneous fermentation of six varieties of grape must. *Food Microbiology* 21:149–155
- **CONNOR, R., LIAO, J.** 2008. Engineering of an *Escherichia coli* strain for the production of 3-methyl-1-butanol. *Applied and environmental microbiology*. 47: 5769-5775.
- **DIAS, J., REZEDE, R., ROSA, C., LACHANCE, M., LINARDI, V.** 2000. Enzymatic degradation of nitriles by a *Candida guilliermondii* UFMG-Y65. *Canadian journal of microbiology*. 46: 525-531.
- **DROBY, D., LISCHINSKI, S., COHEN, L., WEISS, B., DAUS, A., CHAND-GOYAL, T., ECKERT, J.W., MANULIS, S.** 1999. Characterization of an epiphytic yeast population of grapefruit capable of suppression of green mold decay caused by *Penicillium digitatum*. *Biological Control* 16: 27–34
- **DZIDA, M.** 2010. Study of the effects of temperature and pressure on the Thermodynamic and Acoustic properties of 2-methyl-1-butanol at temperatures from 293k to 318k and pressures up to 100 Mpa. *Int J Thermophys*. 31: 55-69.
- **EPSKY, N., HEATH, R., DUEBEN, D., LAUZON, C., PROVEAUX, A., MacCOLLUM, G.** attraction of 3-methyl-1-butanol and ammonia identified from *Enterobacter agglomerans* to *Anastrepha suspense*. *Journal of chemical ecology* 24:1867-1880.
- **ESCORSA, P., MASPONS, N.** 2002. De la vigilancia competitiva a la inteligencia competitiva. *Ciencia Uanl* 004: 55-56.
- **ETSCHMANN, M.M.W., BLUEMKE, W., SELL, D., SCHRADER, J.** 2002. Biotechnological production of 2-phenylethanol. *APPL. Microbiol Biotechnology*. 59:1–8.
- **FENG-YAN, B., HUI-YAN, L., JIAN.HUA, J.** 2000. Taxonomic relationships among the taxa in the *Candida guilliermondii* complex, as revealed by comparative electrophoretic karyotyping. *International journal of systematic and evolutionary microbiology*. 50:417-422
- **FILONOW, A.B., VISHNIAC, H.S., ANDERSON, J.A., JANISIEWICZ, W.J.**, 1996. Biological control of *Botrytis cinerea* in apple by yeasts from various habitats and their putative mechanisms of antagonism. *Biol. Control* 7, 212–220.
- **GIRMENIA, C., PIZZARELLI, G., CRISTINI, F., BARCHIESI, F., SPREGHINI, E., SCALISE, G., MARTINO, P.** 2006. *Candida guilliermondii* fungemia in patients with Hematologic malignancies. *Journal of clinical microbiology*. 2458-2464.
- **GOUZHENG, Q., SHIPING, T., YONG, X.** 2004. Biocontrol of postharvest diseases on sweet cherries by four antagonistic yeasts in different storage conditions. *Postharvest biology and technology*. 31: 51-58.
- **GRIMME, E., ZIDACK, N.K., SIKORA, R.A., JACOBSEN, G.A.** 2007. Comparison of *Muscodor albus* volatiles with a biorational mixture for control of seedling diseases of sugar beet and root-knot nematode on tomato. *Plant Dis*. 91:220-225
- **IPPOLITO, A., NIGRO, F.** 2000. Impact of preharvest application of biological control agents on postharvest diseases of fresh fruits and vegetables. *Crop Protection* .19:715-723
- **JERKOVIĆ, I., MASTELI, J.** 2004. GC-MS Characterization of Acetylated b-D-glucopyranosides: Transglucosylation of volatile alcohols using Almond b-glucosidase. *CROATICA CHEMICA ACTA CCACAA* 77 (3) 529535
- **KIRM, I., MEDINA, F., RODRIGUEZ, X., CESTEROS, Y., SALAGRE, P., SUEIRAS, J.** 2005. Preparation of 2-phenylethanol by catalytic selective hydrogenation of styrene oxide using palladium catalysts. *Journal of molecular catalysis A: Chemical* 239: 215:221
- **KURTZMAN, C., AND DROBY, S.** 2001. *Metschnikowia fructicola*, a new Ascosporic yeast with potential for biocontrol of postharvest fruit rots. *System. Appl. Microbiol.* 24, 395–399
- **LAHLALI, R., MASSART, S., SERRHINI, M.N., JIJAKLI, M.H.** 2008. A Box–Behnken design for predicting the combined effects of relative humidity and temperature on antagonistic yeast population density at the surface of apples. *International Journal of Food Microbiology* 122, 100–108.
- **LIMA, G., IPPOLITO, A., NIGRO, F., SALERNO, M.** 1997. Effectiveness of *Aureobasidium pullulans* and *Candida oleophila* against postharvest strawberry rots. *Postharvest biology and technology*. 10:169-178.
- **LONGO, M., SANROMAN, M.A.** 2006. Reduction of food aroma compounds: microbial and enzymatic methodologies. *Food Technol. Biotechnology*. 44: 335–353
- **MALAYER, F., VARGAS, M.** 2007. Vigilancia tecnológica y competitividad sectorial: lecciones y resultados de cinco estudios. Primera edición: Bogotá



- **MARI, M., GIZZARDI, M., BRUNELLI, M., FOLCHI, A.** 1996. Postharvest biological control of grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.: Fr.) on fresh-market tomatoes with *Bacillus amyloliquefaciens*. Elsevier.
- **MARTINEZ, E.A., VILLAREAL, M.L.M., ALMEIDA E SILVA, J.B., SOLENZAL, A.I.N., CANILHA, L., MUSSATTO, I.** 2002. Uso de diferentes materias primas para la producción biotecnológica de xilitol. Ciencia y tecnología alimentaria. 3:295-301.
- **McLAUGHLIN, R.J., WILSON, C.L., CHALUTZ, E., KURTZMAN, W.F., FETT, W.F., OSMAN, S.F.** 1990. Characterization and reclassification of yeast used for biological control of postharvest diseases of fruit and vegetables. Applied and environmental microbiology. 3583-3586.
- **McLAUGHLIN, R.J., WILSON, C.L., DROBY, S., BEN-ARIE, S., CHALUTZ, E.** 1992. Biological control of postharvest diseases of grape, peach, and apple with yeast *Kloeckera apiculata* and *Candida guilliermondii*. Plant Dis. 76:470-473.
- **MERCIER, J., JIMENEZ, J.** 2004. Control of fungal decay of apples and peaches by the biofumigant fungus *Muscodor albus*. Postharvest Biology and Technology 31:1-8
- **MERCIER, J., JIMENEZ, J., TAMEZ, P.** 2007. Development of the volatile-producing fungus *Muscodor albus* worapong, strobil, and hess as a novel antimicrobial biofumigant. Revista Mexicana de fitopatología. 25:173-179.
- **MERCIER, J., SMILANICK, J.** 2005. Control of green mold and sour rot of stored lemon by biofumigation with *Muscodor albus*. Biological Control 32: 401-407.
- **MINGORANCE-CAZORLA, L., CLEMENTE-JIMENEZ, J.M., MARTINEZ-RODRIGUEZ, S., HERAS-VESQUEZ, F.J., RODRIGUEZ-VICO, F.** 2003. Contribution of different natural yeasts to the aroma of two alcoholic beverages. World journal of Microbiology and Biotechnology. 19: 297-304.
- **MOREIRA, M., MENDES, F., HOGG, T., VASCONCELOS, I.** 2005. Alcohols, esteres and heavy sulphur compounds production by pure and mixed cultures of apiculate wine yeast. International Journal of Food Microbiology. 103: 285- 294
- **NOUT, M.J.R AND BARTELT, R.J.** 1997. Attraction of a flying nitidulid (*Carpophilus humeralis*) to volatiles produced by yeast grown on sweet corn and a corn-based medium. Journal of chemical ecology 24:1217-1239.
- **PAGINA DE INTERNET:** <http://www.uniprot.org/taxonomy/4929> fecha: 12/02/2010 hora: 5:30pm
- **PFALLER, M.A., DIEKEMA, D.J., MENDEZ, M., KIBBLER, C., ERZSEBET, P., CHANG, S.C., GIBBS, D.L., NEWELL, V.A., AND THE GLOBAL ANTIFUNGAL SURVEILLANCE PROGRAM.** 2006. *Candida guilliermondii*, an opportunistic fungal pathogen with decreased susceptibility to Fruconazole: geographic and temporal trends from the ARTEMIS DISK antifungal surveillance program. Journal of clinical microbiology. P. 3551-3556.
- **PIMENTA, R., SILVA, F., SILVA, J., MORAIS, P., BRAGA, D., ROSA, C., CORREA, J.** 2008. Biological control of *Penicillium italicum*, *P. digitatum*, *P. expansum* the predacious yeast *Saccharomycopsis schoenii* on orange. Brazilian Journal of Microbiology 39:85-90.
- **PINONI, M.V., CASTAN, V., MAEGLI, M.I., LORENZO, J., FRIZZERA, F., JEWUCHOWICZ, V., MUJICA, M.T.** 2007. Características fenotípicas útiles para la identificación presuntiva de *Candida guilliermondii*. Revista Argentina de Microbiología 39: 81-83.
- **PRUSKY, D., KEEN, N.** 1993. Involvement of Preformed Antifungal Compounds in the Resistance of Subtropical Fruits to Fungal Decay. Plant Disease. 77:114-119.
- **RESTREPO, A., ARISTIZABAL, B., GONZALEZ, A., JIMENEZ, M., GOMEZ, B., MCEWEN, J., CANO, L.** 2004. Características de las conidias de *Paracoccidioides brasiliensis*. Corporación para Investigaciones Biológicas (CIB). Medellín, Colombia.
- **RIGA, E., LACEY, L., GUERRA, N.** 2008. *Muscodor albus*, a potential biocontrol agent against plant-parasitic nematodes of economically important vegetable crops in Washington State, USA. Biological Control. 45: 380-385
- **ROLDAN, A., PALACIOS, V., PEÑATE, X., BENITEZ, T., PEREZ, L.** 2006. Use of trichoderma enzymatic extracts on vinification of palomino fino grapes in the sherry. Region Journal of Food Engineering. 75:375-382

- **SALIGKARIAS, I.D., GRAVANIS, F.T., EPTON, H.A.S.** 2002. Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato plants by the use of epiphytic yeast *Candida guilliermondii* strain 101 and US 7 *Candida oleophila* strain I-182: I. in vivo studies. *Biol. Control* 25, 143-150.
- **SALIGKARIAS, I.D., GRAVANIS, F.T., EPTON, H.A.S.** 2002. Biological control of *Botrytis cinerea* on tomato plants by the use of epiphytic yeast *Candida guilliermondii* strain 101 and US 7 *Candida oleophila* strain I-182: II. A study on mode of action. *Biol. Control* 25, 151-161.
- **SANTOS, A., MARQUINA, D.** 2004. Yeast as biological agents to control *Botrytis cinerea*. *Microbiological Research* . 331—338.
- **SCHENA, L., IPPOLITO, A., ZAHAVI, T., COHEN, L., DROBY, S.** 2000. Molecular approaches to assist the screening and monitoring of postharvest biocontrol yeasts. *European Journal of Plant Pathology*. 106: 681–691.
- **SCHOTSMANS, W., BRAUN, G., DeLONG, J., PRANGE, R.** 2008. Temperature and controlled atmosphere effects on efficacy of *Muscodora albus* as a biocontrol agent. *Biological Control* 44:101–110
- **SHARMA, R.R., SINGH, D., SINGH, R.** 2009. Biological control of postharvest diseases of fruit and vegetables by microbial antagonists: A review. *Biol. Control*. 50:205-221.
- **SIN, S.N., CHUA, H.** 2000. Degradation pathway of persistent branched fatty acids in natural anaerobic ecosystem. *Chemosphere*. 41:149-153.
- **SPADARO, D., LODOVICA, M.** 2004. State of the art and future prospects of the biological control of postharvest fruit diseases. *International journal of food microbiology*. 91:185-194.
- **SOTO-MUÑOZ, L., MARTINEZ-PENICHE, R.A.** 2009. Efecto de levaduras antagonistas y bicarbonato de sodio sobre *Penicillium expansum* en dos variedades de manzanas. Universidad autónoma de Querétaro.
- **SOUZA, E., ROSA, C., MORGANO, M., SERRA, G.** 2005. The production of volatile compounds by yeast isolated from small Brazilian cachaca distilleries. *World journal microbiology and biotechnology*. 21: 1569-1576.
- **STIEB, M., SCHINK, B.** 1985. Anaerobic oxidation of fatty acids by *Clostridium bryantii* sp. Nov., a sporeforming, obligately syntrophic bacterium. *Archives of microbiology*. 4:387-390.
- **STROBEL, G., DIRKSE, E., SEARS, J., MARKWORTH, C.** 2001. Volatile and antimicrobials from *Muscodora albus*, a novel endophytic fungus. *Microbiology*. 147: 2943-2950.
- **TAQARORT, N., ECHAIRI, A., CHAUSSOD, R., NOUAIM, R., BOUDAKER, H., BENAOUAMAR, A., BOUDYACH, E.** 2008. Screening and identification of epiphytic yeasts with potential for biological control of green mold of citrus fruits. *World Microbiol Biotechnology* 24: 3031-3038.
- **TIEMAN, D., TAYLOR, M., SCHAUER, N., FERNIE, A., HANSON, A., KLEE, H.** 2006. Tomato aromatic amino acid decarboxylases participate in synthesis of the flavor volatiles 2-phenylethanol and 2-phenylacetaldehyde. *Communicate PNAS*.
- **URIBE LIZ ALEJANDRA.** 2007. Caracterización Fisiológica de levaduras aisladas de la filósfera de mora. Trabajo de grado, Facultad de ciencias, Pontificia Universidad Javeriana.
- **WANG, Y., BAO, Y., SHEN, D., FENG, W., YU, T., ZHANG, J., ZHENG, X.** 2008. Biocontrol of *Alternaria alternata* on cherry tomato fruit by use of marine yeast *Rhodospiridium paludigenum* Fell & Tallman. *International Journal of Food Microbiology*. 123: 234–239
- **WANG, Y., YU, T., XIA, J., YU, D., WANG, J., ZHENG, X.** 2010. Biocontrol of postharvest gray mold of cherry tomatoes with the marine yeast *Rhodospiridium paludigenum*. *Biol. Control*. 53:178-182.
- **WILSON, C.L., CHALUTZ, E.** 1989. Postharvest biological control of *Penicillium* rots of citrus with antagonistic yeasts and bacteria. *Sc.Hortic*. 40, 105–112.
- **WILSON, C.L., CHALUTZ, E.** 1990. *Pichia guilliermondii* (Anamorph *Candida guilliermondii*) useful for the biological control of postharvest rots in fruits. United States Patent 5041384
- **ZAHAVI, T., COHEN, L., WEISS, B., SCHENA, L., DAUS, A., KAPLUNOV, T., ZUTKHI, T., BEN-ARIE, R., DROBY, S.** 2000. Biological control of *Botrytis*, *Aspergillus* and *Rhizopus* rots on table and wine grapes in Israel. *Postharvest Biology and Technology*. 20:115–124
- **ZHANG, H., LONGCHUAN, M., WANG, L., JIANG, S., DONG, Y., ZHENG, X.** 2008. Biocontrol of gray mold decay in peach fruit by integration of antagonistic yeast with salicylic acid and their effects on postharvest quality parameters. *Biological control*. 47: 60-65