

**REFERENTES INTERNACIONALES EN INVESTIGACIÓN BÁSICA PARA LA CADENA PRODUCTIVA DE LOS CÍTRICOS**  
**ING.MSc DIEGO HERNANDO FLÓREZ MARTÍNEZ ENERO 2014 EDITOR CORPOICA**

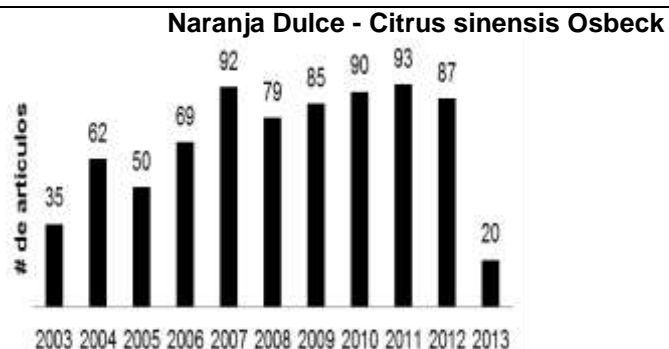
**CADENA PRODUCTIVA DE LOS CÍTRICOS**

Los cítricos son las frutas de mayor producción a nivel mundial, y son cultivadas en más de 50 países. En este grupo se encuentran las naranjas, mandarinas, limas, limones, pomelos y toronjas, además de otros cítricos de importancia comercial como el kumquat, calamondines y citrones. El cultivo, producción e industria de estas especies hacen una gran contribución a la economía mundial (más de 1.000 millones de dólares anuales) y provee trabajo a millones de personas en todas las labores de campo, manipulación, transporte, cultivo, almacenamiento y operaciones de mercadeo (Lanadiya, 2008), evidenciando la gran importancia de este cultivo a nivel mundial.

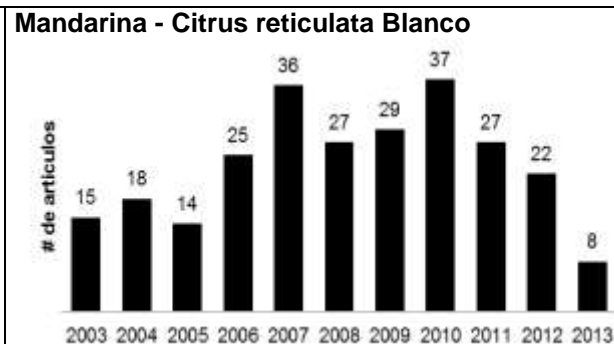
**INFORMACIÓN SOBRE Calidad del material vegetal para el establecimiento de los cultivos y mejoramiento genético**

Corpoica C.I. Palmira. Cálculos propios basados en la información de las bases de datos SCOPUS, EBSCO, CAB Direct, JStor, y DOAJ.  
 Periodo de consulta 2003 - Junio de 2013. Software de Análisis VantagePoint® 7 y Microsoft Excel® 2010.

**DINÁMICA TEMPORAL DE LA TEMÁTICA POR ESPECIE**

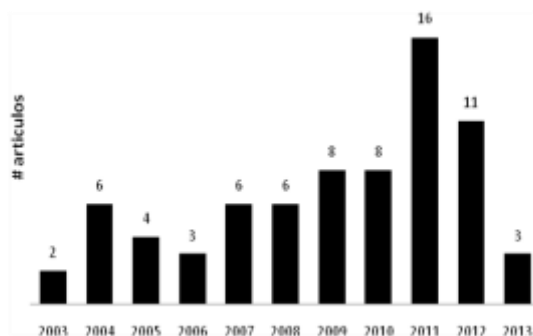


**La naranja** es el cítrico de mayor importancia con la mayor área sembrada como la mayor producción a nivel mundial y nacional. También es el más industrializado y procesado como jugo y concentrado. Se observa que en los últimos 10 años se ha aumentado la producción de publicaciones en investigación sobre mejoramiento genético de esta especie esto seguramente impulsado por el aumento del uso de herramientas moleculares y de biotecnología que aceleran el proceso de investigación en fisiología de la planta y el mejoramiento de especies



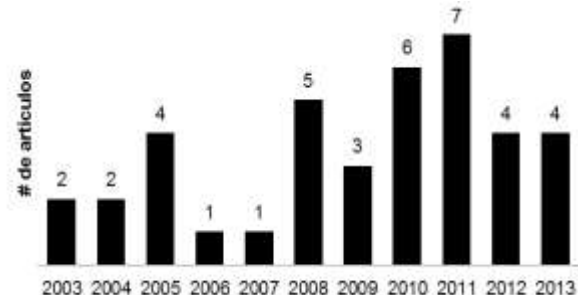
**Mandarina** Durante los últimos años se ha visto un aumento significativo en la siembra y producción de mandarina a nivel mundial, siendo la segunda especie de mayor importancia dentro del grupo de los cítricos. Esta tendencia al aumento de la producción puede tener alguna relación con el aumento relativo de la investigación en mejoramiento genético de mandarina durante los últimos 10 años

### Lima ácida común - Citrus aurantifolia Swingle



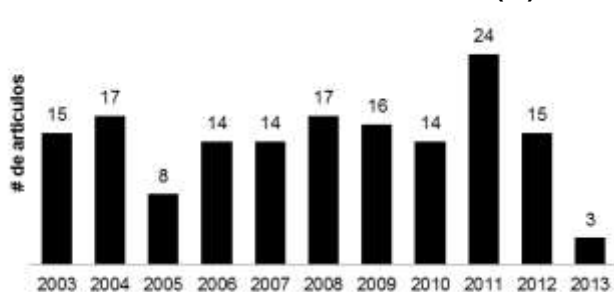
El limón común, pajarito o lima mexicana es muy utilizada en Colombia, después de la lima ácida Tahití. Además es ampliamente cultivada en México, India, Brasil, Irán y España que en conjunto concentran el 51,3% del área cosechada a nivel mundial (Báez et al., 2007). Al igual que las anteriores especies, la investigación en mejoramiento genético de esta especie, estuvo en aumento durante la última década presentando un pico en el 2011, cuando se realizaron varias investigaciones en biología molecular y en la enfermedad cáncer de los cítricos.

### Lima Ácida Tahití - Citrus latifolia Tanaka

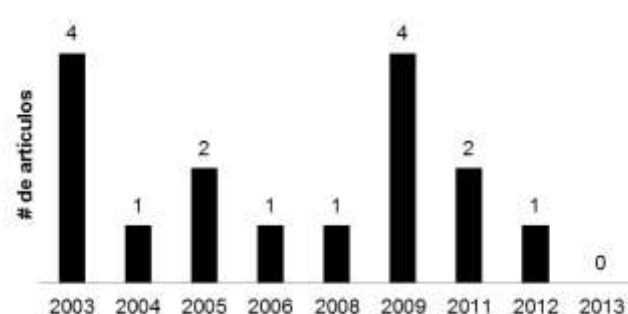


La lima ácida Tahití tiene un gran potencial para Colombia debido a que las zonas productoras tienen características climáticas favorables para su producción (altura entre 0 - 1600 msnm, temperatura entre 23 a 34 °C y precipitación entre 900 y 2000 mm/año). Además las condiciones tropicales del país permiten una producción continua en todo el año, aumentando aún más el posible potencial exportador del país (Dorado, 2011).

### Patrones trifoliados - Poncirus trifoliata (L.) Raf.



### Mandarina sunki - Citrus sunki Nortex Jan

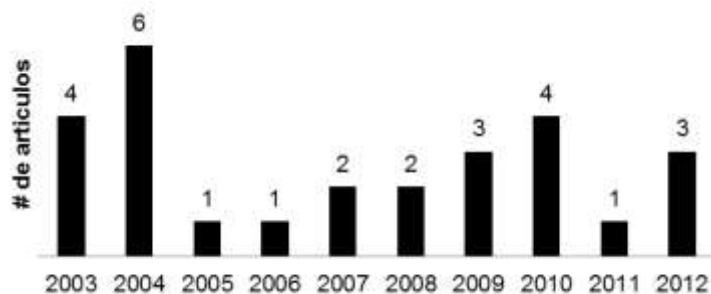


Los patrones trifoliados son de gran importancia en el contexto de la producción de cítricos a nivel mundial, algunos de ellos tiene características deseables para la producción como reducción del tamaño del árbol, resistencia al virus de la tristeza de los cítricos, pudrición de raíz causada por Phytophthora y nematodos, además los arboles injertados en este tipo de patrones poseen buena calidad de fruto (Cheng y Roose, 1995). Para esta especie también se observa un crecimiento en la producción de literatura relacionada al mejoramiento genético

Esta especie es uno de los parentales de algunos de los híbridos de cítricos usados como patrones para naranja, mandarina y pomelo. Además presenta características deseables como la buena formación de copa en los árboles, resiliencia ante diferentes condiciones climáticas, buen rendimiento, resistencia a tristeza, xiloporosis, psorosis, tolerancia a suelos salinos y sequía que hace de la mandarina Sunki sea un material de gran interés comercial y ampliamente usado en cruces para obtención de nuevos materiales (Schinor et al., 2011 ).

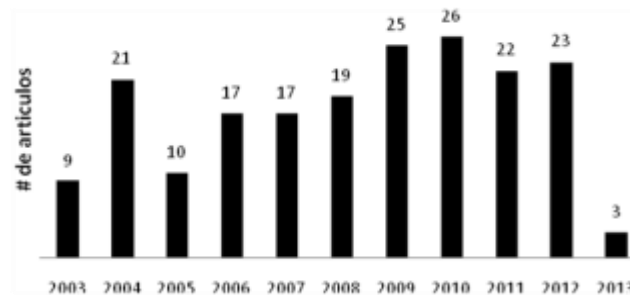
Esta especie, en comparación a las anteriormente revisadas tiene un menor número de publicaciones, probablemente debido a la dificultad y alto costo del mejoramiento de patrones para cítricos, sin embargo la investigación ha sido estable a través de los años.

**Limón volkameriano - Citrus volkameriana V. Ten. & Pasq**



El limón volkameriano es altamente usado como patrón para Lima Tahití sobre todo en el departamento del Tolima. Este se caracteriza por ser resistente a suelos calcáreos, tolerancia a suelos salinos y pesados, gran vigor sobre la variedad o especie injertada y adelanta la entrada en producción. Sin embargo es sensible a pudrición radical, produce frutos

**Naranja Agrio - Citrus aurantium Linn**

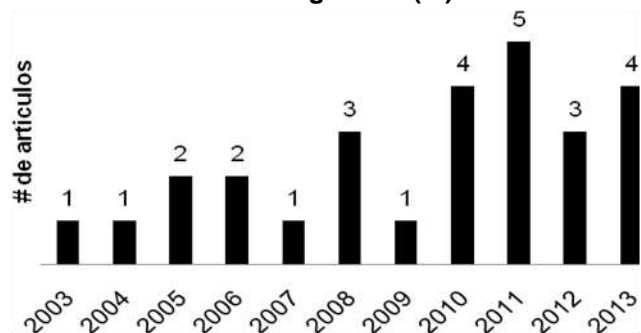


El naranjo agrio fue el patrón más usado por los citricultores a nivel mundial, pero la susceptibilidad al virus de la tristeza de los cítricos disminuyó su uso (Citrus Friends of Europe, 2000). A pesar de ello, el interés en esta planta aumento debido a la potencialidad de su uso

de baja calidad y genera plantas heterogéneas (IVIA, 2001). Esta especie también tiene poca investigación específica en mejoramiento genético, esto probablemente debido al alto costo para generar nuevos patrones provenientes de este limón, además de su dificultad logística y técnica, al igual que lo presentado en mandarina sunki.

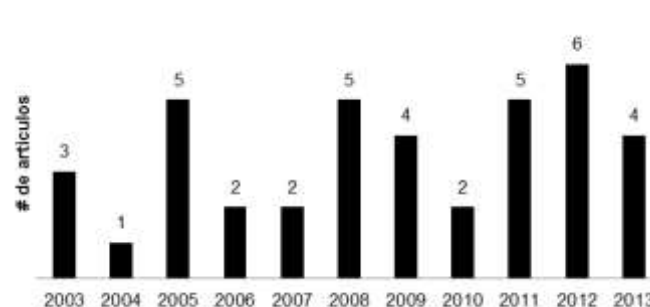
a nivel industrial, cosmético y alimenticio (Fugh-Berman y Myers, 2004).

**Pomelo - Citrus grandis (L.) Osbeck**



Pomelo es una de las especies más importantes de cítricos a nivel mundial. La producción mundial de esta fruta es de 4 millones de toneladas anuales y es cultivada en 74 países en alrededor de 264,000 ha (Quang et al., 2011). En los últimos años se ha aumentado la producción de artículos científicos relacionados al mejoramiento genético de pomelo, posiblemente relacionado a las buenas características nutricionales y medicinales que han sido atribuidas a esta fruta.

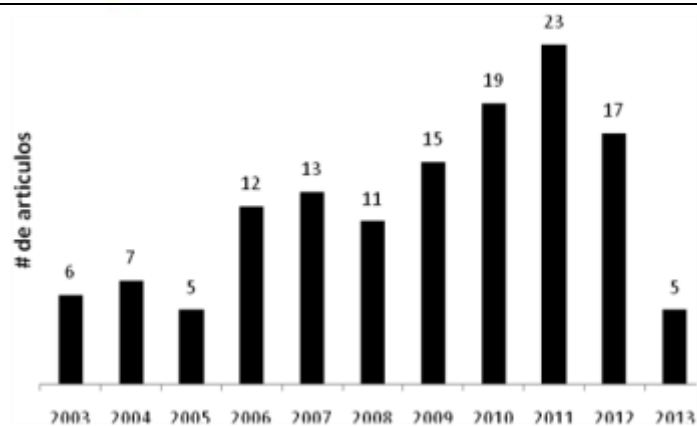
**Clementina - Citrus clementina Hort. ex Tan.**



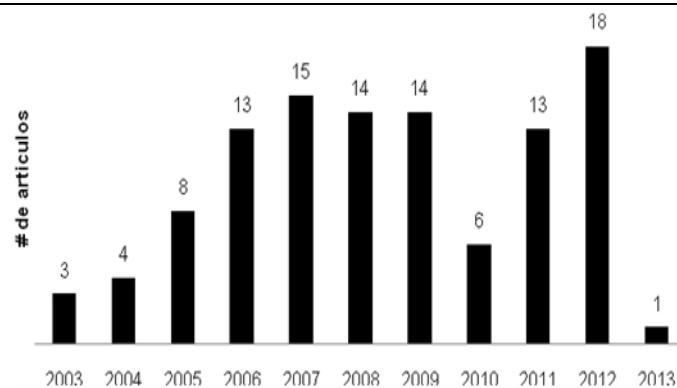
Las clementinas durante los últimos años han sido investigadas cada vez más, probablemente debido a que son similares a las mandarinas, pero presentan mayor facilidad de pelado, son más pequeñas y tienen mayores conveniencias en el mercadeo.

**Pummelo - Citrus máxima Osbeck**

**Toronja - Citrus paradisi Macf**



En la última década se han aumentado las publicaciones relacionadas al mejoramiento del pummelo, esto probablemente está relacionado a que es un alimento con grandes propiedades nutraceuticas y benéficas para la salud (ayuda contra la diabetes y curas contra golpes), esto debido a la constante y creciente preocupación mundial acerca de la salud y bienestar personal y familiar (Oyedepot y Babarinde, 2013).

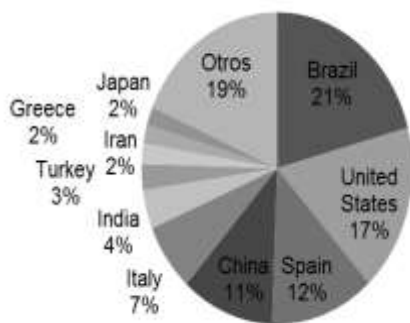


La toronja al igual que el pummelo ha generado gran investigación en los últimos años, gracias a sus grandes beneficios para la salud, que incluyen gran contenido de antioxidantes, disminución de la cantidad de azuceres en la sangre, tratamiento de la ansiedad y propiedades antimicrobiales, entre otras (Sharma y Sharma, 2010).

**ANÁLISIS POR REFERENTES COMPETIDORES POR ESPECIE**

**PAÍSES LÍDERES**

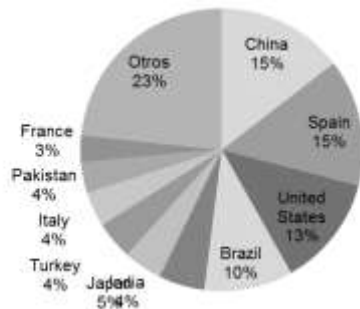
**Naranja Dulce - Citrus sinensis Osbeck**



El país que hace más investigación en mejoramiento genético de naranja es Brasil (21%), seguido por Estados Unidos (17%), España (12%) y China (11%). En Brasil, la investigación publicada está centrada principalmente en evaluación molecular, fisiológica y genética de variedades bajo diferentes condiciones ambientales y ataque de enfermedades. También están iniciando trabajos en transgénesis.

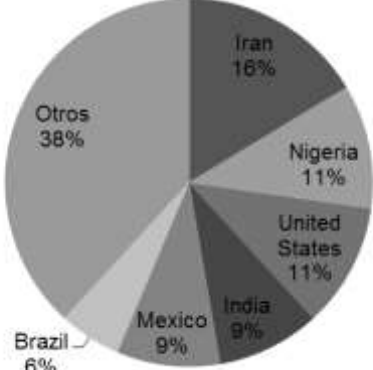
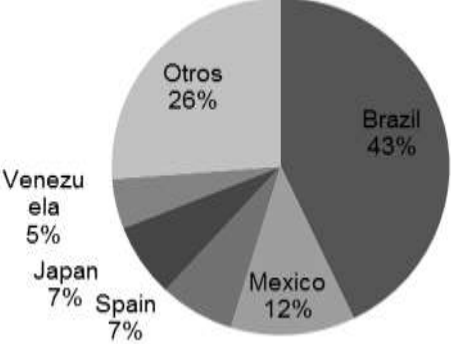
En Estados Unidos, concentraron esfuerzos en el mejoramiento de la calidad pos cosecha de naranja, y la evaluación fisiológica de variedades y patrones, junto con avances en transformación genética. España, es el país más avanzado en transgénesis y en estudios moleculares y genéticos bajo diferentes condiciones abióticas y bióticas. Finalmente la investigación en China, está enfocada a la evaluación de variedades al igual que los otros países de importancia


**Mandarina - Citrus reticulata Blanco**

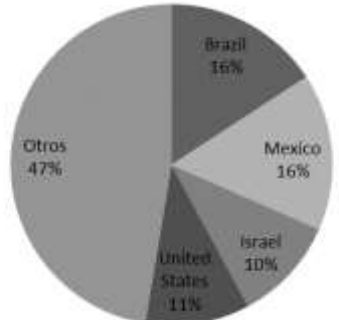
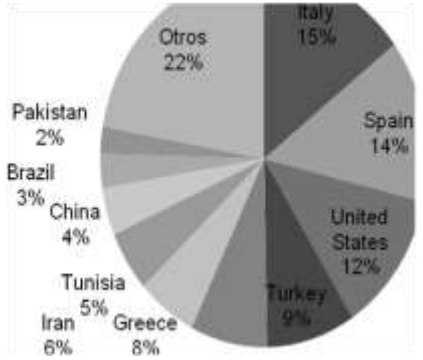


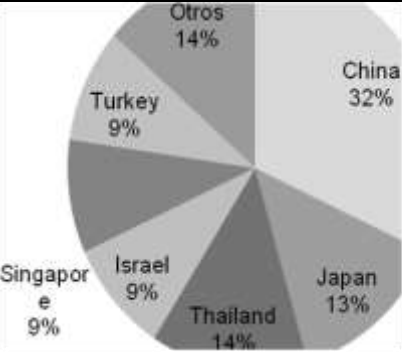
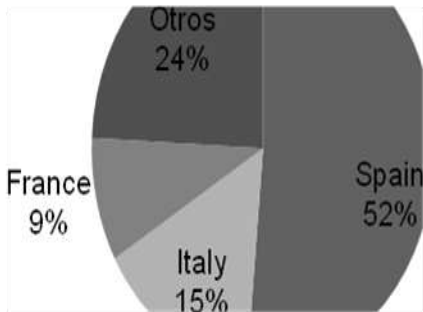
Para esta especie China, España, EEUU y Brasil son los países con mayor investigación en mandarina a nivel mundial, acumulando entre ellos más del 50% de la producción de artículos científicos. En China, la investigación está orientada hacia las características de calidad nutricional de los frutos y el jugo de mandarina, además de la caracterización fisiológica y genética de variedades. España, investiga en calidad postcosecha y procesamiento del fruto, además de la caracterización fisiológica y genética de variedades.

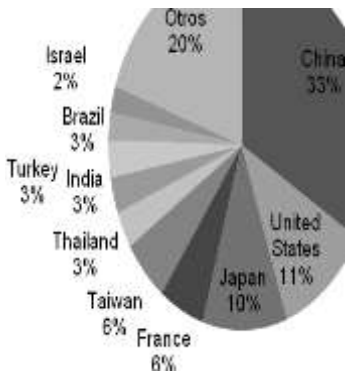
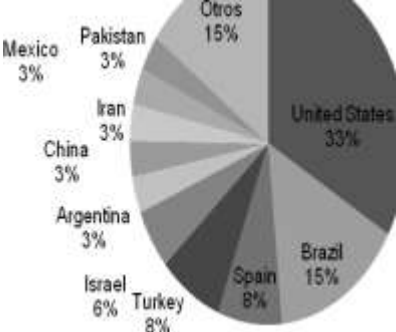
En EEUU la investigación también está dirigida hacia mejorar la calidad postcosecha y nutricional del fruto, particularmente en el contenido de carotenoides, flavonoles y antioxidantes. Finalmente Brasil, está haciendo caracterización genética de variedades,

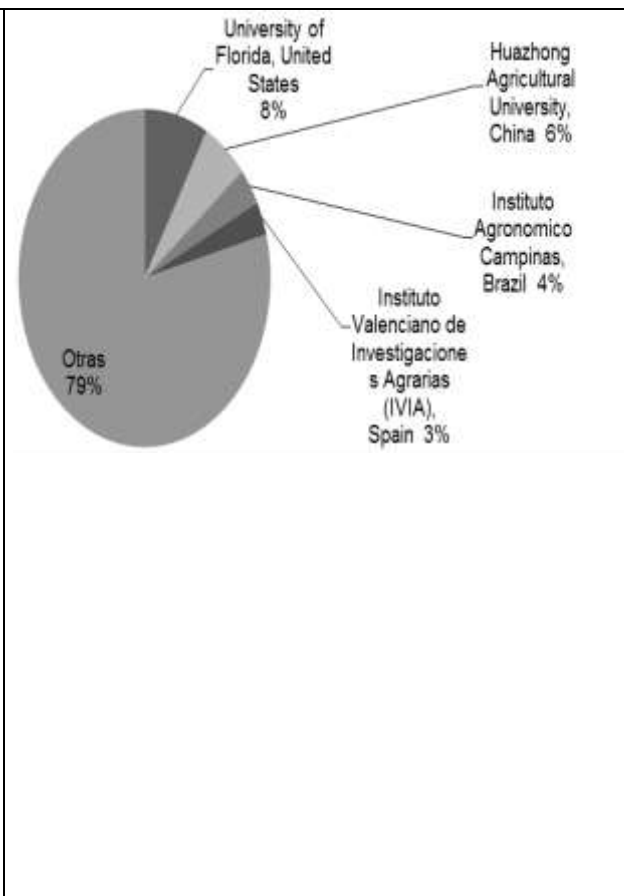
	<p><b>Lima ácida común - Citrus aurantifolia Swingle</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>País</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Iran</td> <td>16%</td> </tr> <tr> <td>Nigeria</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>United States</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>India</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Mexico</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Brazil</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>38%</td> </tr> </tbody> </table>	País	Porcentaje	Iran	16%	Nigeria	11%	United States	11%	India	9%	Mexico	9%	Brazil	6%	Otros	38%	<p>evaluación de patrones y en control de enfermedades limitantes del cultivo.</p> <p>Los países con una mayor proporción de publicaciones relacionadas al mejoramiento de Lima Común son Irán, Nigeria, EEUU e India que acumulan el 45% de la producción científica en este tema. Irán, ha enfocado sus esfuerzos en la caracterización genética de lima común ante diferentes enfermedades como cáncer y escoba de bruja. En el caso de Nigeria, ha sido en la selección de materiales para usos industriales y farmacéuticos.</p> <p>En Estados Unidos, se han hecho trabajos en transformación genética de lima y en caracterización genética de progenitores. En India, los esfuerzos han sido orientados a la caracterización de enfermedades y evaluación de nuevos cultivares</p>
País	Porcentaje																	
Iran	16%																	
Nigeria	11%																	
United States	11%																	
India	9%																	
Mexico	9%																	
Brazil	6%																	
Otros	38%																	
	<p><b>Lima Ácida Tahití - Citrus latifolia Tanaka</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>País</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Brazil</td> <td>43%</td> </tr> <tr> <td>Mexico</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>Spain</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Japan</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>Venezuela</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>26%</td> </tr> </tbody> </table>	País	Porcentaje	Brazil	43%	Mexico	12%	Spain	7%	Japan	7%	Venezuela	5%	Otros	26%	<p>Los países con mayor investigación relacionada al mejoramiento genético de esta especie son Brasil (43%), seguido de México (12%), España y Japón (7%, respectivamente). En el caso de Brasil, la investigación está enfocada en evaluación fisiológica de diferentes limas y patrones. En México, las investigaciones están relacionadas con el comportamiento de lima ante el ataque de diferentes enfermedades y la creación de perfiles genéticos de lima Tahití.</p> <p>España, está realizando transformación y caracterización genética para generar resistencia al virus de la tristeza de los cítricos. Finalmente Japón está haciendo evaluaciones de limas ácidas para uso farmacéutico.</p>		
País	Porcentaje																	
Brazil	43%																	
Mexico	12%																	
Spain	7%																	
Japan	7%																	
Venezuela	5%																	
Otros	26%																	

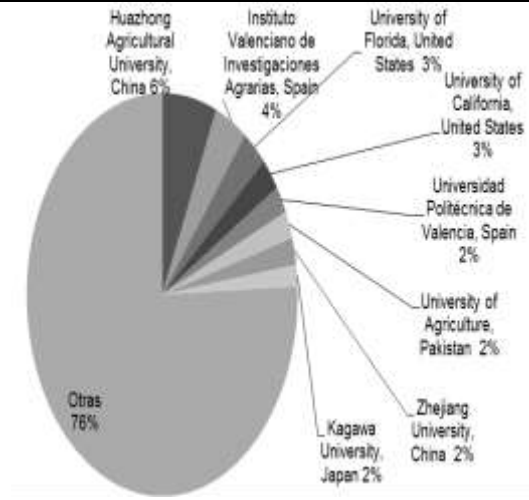
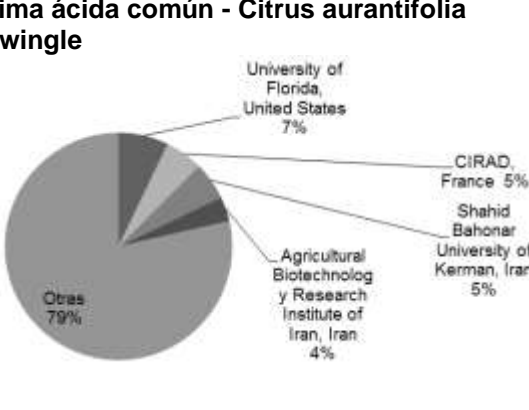
	<p><b>Patrones trifoliados - Poncirus trifoliata (L.) Raf</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>País</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>China</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>United States</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Spain</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>Otros</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>Brazil</td> <td>14%</td> </tr> <tr> <td>Turkey</td> <td>8%</td> </tr> <tr> <td>Japan</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Italy</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	País	Porcentaje	China	19%	United States	18%	Spain	17%	Otros	17%	Brazil	14%	Turkey	8%	Japan	5%	Italy	4%	<p>China, EEUU y España tienen el 54% de la investigación en mejoramiento genético de <i>Poncirus trifoliata</i>. En China, la investigación está dirigida hacia caracterización genética y fisiológica bajo diferentes condiciones como interacción con micorrizas arbusculares y déficit nutricional. En EEUU, la investigación está enfocada en caracterización fisiológica de patrones con respecto a nutrición y calidad de fruto, también han realizado transformación genética. Finalmente España, también realiza caracterización fisiológica de patrones en relación a tolerancia a estrés hídrico, optimización de la fertilización y calidad del fruto</p>
País	Porcentaje																			
China	19%																			
United States	18%																			
Spain	17%																			
Otros	17%																			
Brazil	14%																			
Turkey	8%																			
Japan	5%																			
Italy	4%																			
	<p><b>Mandarina sunki - Citrus sunki Nortex Jan</b></p>	<p>Al tener tan pocas publicaciones, hacer un análisis profundo de la investigación es complicado y no da resultados concretos, sin embargo fue posible hacer la identificación de las redes de trabajo de importancia en esta especie. Se destaca el grupo liderado por Cristofani-Yali, M. del IAC (Brasil) que trabaja en caracterización genética de diferentes patrones incluyendo mandarina sunki; también se destaca el grupo de Lopes de Siqueira, D. de la Universidad Federal de Viçosa en donde se hace caracterización fisiológica de patrones para diferentes especies de cítricos, incluida esta especie.</p>																		

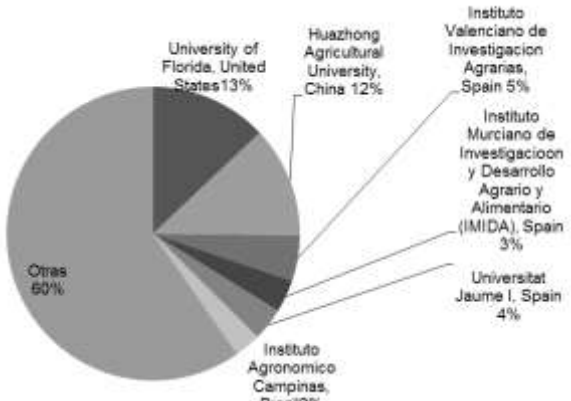
	<p><b>Limón volkameriano - Citrus volkameriana V. Ten. &amp; Pasq</b></p> 	<p>Para limón volkameriano los países con mayor investigación son Brasil, México e Israel, acumulando el 42% de la producción científica sobre la especie. Brasil ha hecho investigación en caracterización de patrones a nivel nutricional e interacción con micorrizas arbusculares. En México, se ha hecho caracterización de interacción con patógenos y micorrizas arbusculares. Finalmente, Israel hace investigación en caracterización de patrones en salinidad y su influencia sobre la calidad de fruto</p>
	<p><b>Naranja Agrio - Citrus aurantium Linn</b></p> 	<p>Los países que han realizado el 50% de la investigación en temas relacionados al mejoramiento genético de esta especie son Italia, España, EEUU y Turquía. En Italia hacen evaluaciones de patrones a nivel fisiológico y genético en relación a la nutrición de la planta e infección por enfermedades, también destacan trabajos en evaluación de generación de aceites esenciales, calidad de los mismos y uso medicinal. En España se han hecho trabajos en comportamiento de patrones bajo condiciones de estrés hídrico y baja fertilidad, al mismo tiempo han realizado investigaciones en infección de diferentes enfermedades sobre la expresión genética de varios limones. En EEUU se investiga en identificación y evaluación del efecto de diferentes enfermedades en especies de cítricos y generación de metodologías para la evaluación de la calidad de aceites esenciales provenientes de naranja agrio.</p>
	<p><b>Pomelo - Citrus grandis (L.) Osbeck</b></p>	<p>Tres países orientales hacen el 59% de las publicaciones científicas relacionadas al mejoramiento genético del pomelo. En</p>

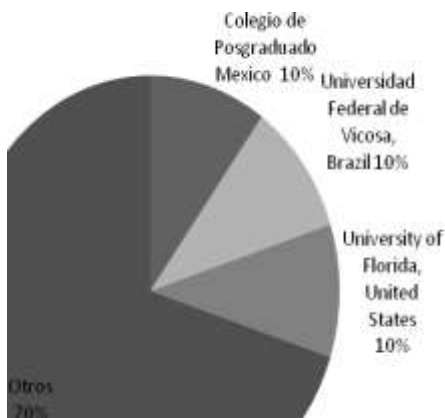
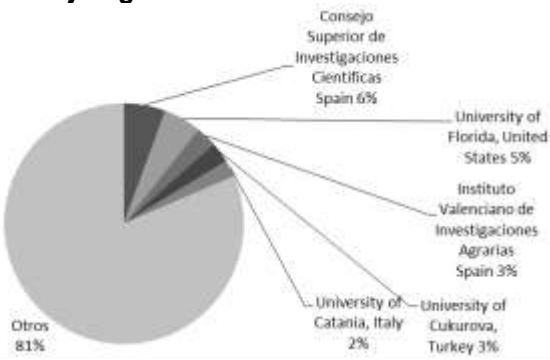
		<p>China hacen caracterización de variedades de pomelo con respecto al contenido de sustancias antioxidantes, aumentando el valor nutricional de la fruta. En Japón, se han hecho investigaciones en cruces de pomelo y su caracterización genética. Finalmente, Tailandia hace caracterizaciones del fruto con respecto al contenido de aceites esenciales y antioxidantes que puedan darle un valor adicional al fruto.</p>
	<p><b>Clementina - Citrus clementina Hort. ex Tan</b></p> 	<p>España es el líder en investigación relacionada al mejoramiento genético de este cultivo con el 52% de los artículos publicados allí se han hecho investigaciones usando herramientas moleculares para caracterización de diferentes clementinas, además se ha trabajado en la reacción de la planta ante ataques de enfermedades y plagas de importancia. Italia, el segundo de mayor importancia hace investigación principalmente en evaluación de patrones y en diversidad genética. También tiene algunos estudios relacionados con embriogénesis y polinización.</p>
	<p><b>Pummelo - Citrus máxima Osbeck</b></p>	<p>La investigación en este cultivo está liderada por China que generó el 33% de las publicaciones y evalúa y caracteriza la diversidad genética de cítricos, incluyendo el pummelo También se</p>

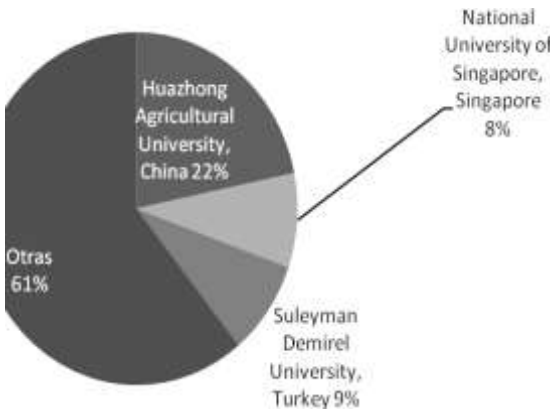
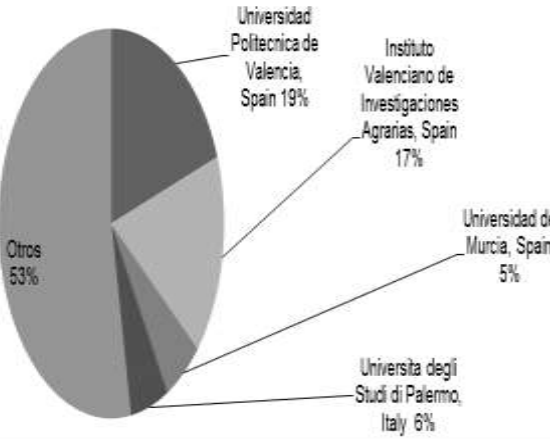
	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>País</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>China</td><td>33%</td></tr> <tr><td>United States</td><td>11%</td></tr> <tr><td>Japan</td><td>10%</td></tr> <tr><td>Taiwan</td><td>6%</td></tr> <tr><td>France</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Otros</td><td>20%</td></tr> <tr><td>Israel</td><td>2%</td></tr> <tr><td>Brazil</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Turkey</td><td>3%</td></tr> <tr><td>India</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Thailand</td><td>3%</td></tr> </tbody> </table>	País	Porcentaje	China	33%	United States	11%	Japan	10%	Taiwan	6%	France	6%	Otros	20%	Israel	2%	Brazil	3%	Turkey	3%	India	3%	Thailand	3%	<p>encuentran varios artículos relacionados con la calidad nutricional de frutos (almidones y metabolitos secundarios) y han generado híbridos y ha fusionado protoplastos.</p> <p>En EEUU estudia la embriogénesis somática (apomixis) y se está caracterizando la especie a nivel genético, también ha explorado la biología molecular como herramienta para caracterización fisiológica y su interacción con algunos patógenos. Japón realiza caracterizaciones de diferentes genotipos en cuanto a hibridación (autoincompatibilidad, cruces haploide - diploide y semillas homocigotas).</p>
País	Porcentaje																									
China	33%																									
United States	11%																									
Japan	10%																									
Taiwan	6%																									
France	6%																									
Otros	20%																									
Israel	2%																									
Brazil	3%																									
Turkey	3%																									
India	3%																									
Thailand	3%																									
	<p><b>Toronja - Citrus paradisi Macf</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>País</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>United States</td><td>33%</td></tr> <tr><td>Brazil</td><td>15%</td></tr> <tr><td>Otros</td><td>15%</td></tr> <tr><td>Spain</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Turkey</td><td>8%</td></tr> <tr><td>Israel</td><td>6%</td></tr> <tr><td>Mexico</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Pakistan</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Iran</td><td>3%</td></tr> <tr><td>China</td><td>3%</td></tr> <tr><td>Argentina</td><td>3%</td></tr> </tbody> </table>	País	Porcentaje	United States	33%	Brazil	15%	Otros	15%	Spain	8%	Turkey	8%	Israel	6%	Mexico	3%	Pakistan	3%	Iran	3%	China	3%	Argentina	3%	<p>La investigación en esta especie es liderada por Estados Unidos (33%), seguida por Brasil (15%) y España (8%) EEUU hace investigación relacionada a transformación genética mediada por A. tumefaciens, calidad nutricional del fruto y jugo, usos farmacéuticos y generación de metodologías y fisiología vegetal. En Brasil hacen investigación relacionada con evaluación de patrones para toronja y su compatibilidad, también caracterizaciones genéticas y destaca un trabajo acerca del origen de la toronja. En España trabajan en caracterización de la calidad nutricional de la fruta y su jugo, usando herramientas moleculares.</p>
País	Porcentaje																									
United States	33%																									
Brazil	15%																									
Otros	15%																									
Spain	8%																									
Turkey	8%																									
Israel	6%																									
Mexico	3%																									
Pakistan	3%																									
Iran	3%																									
China	3%																									
Argentina	3%																									
<p><b>ENTIDADES LIDERES</b></p>	<p><b>Naranja Dulce - Citrus sinensis Osbeck</b></p>	<p>A pesar de que Brasil tiene el mayor número de publicaciones, su investigación está dispersa en diferentes instituciones como el</p>																								

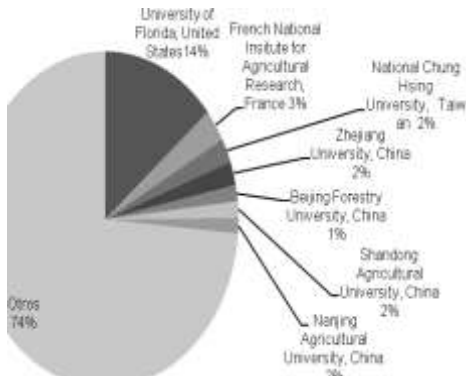
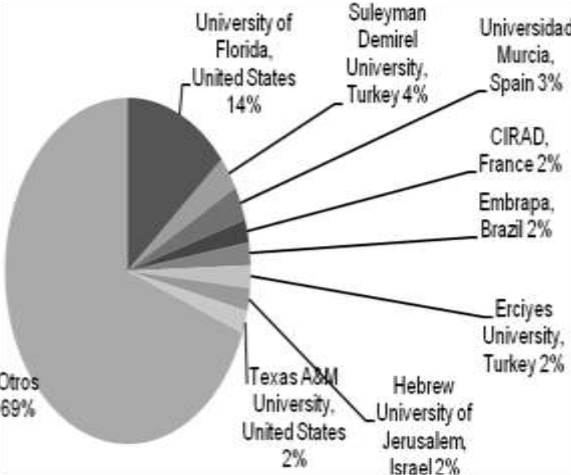
		<p>Instituto Agronómico de Campinas (IAC), Universidad de Sao Pablo (USP), FUNDECITRUS y Universidad Estatal de Campinas (UEC). En el caso de EEUU, la mayoría de la investigación es realizada en la Universidad de Florida, seguida del Departamento de Agricultura (USDA) y Universidad de California.</p> <p>Para España, la institución con mayor investigación es el Instituto Valenciano de Investigaciones agrarias (IVIA) seguido por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). En China, la institución de mayor importancia es la Universidad Agrícola de Huazhong</p> <p>La Universidad de Florida (EEUU) hace transformación genética de naranja, caracterización fisiológica y fitopatológica de variedades y la evaluación de su comportamiento en diferentes portainjertos. La Universidad Agrícola de Huazhong (China) se especializa en la caracterización bioquímica y molecular de diferentes características del fruto (maduración, contenido de carotenoides, calidad del jugo) relacionado a la calidad nutricional. También ha desarrollado metodologías de generación de embriones somáticos in vitro y de caracterización molecular.</p> <p>El IAC (Brasil) tiene evaluaciones y caracterizaciones de variedades y patrones bajo diversas condiciones abióticas y bióticas, al igual que el IVIA (España), sin embargo este último incluye también investigaciones de caracterización molecular y genética.</p>
	<p><b>Mandarina - Citrus reticulata Blanco</b></p>	<p>Al igual que en naranja, la investigación en mejoramiento genético está dispersa en múltiples organizaciones, sin embargo, se destacan la Universidad Agrícola de Huazhong que investiga en la respuesta molecular y genética a la interacción planta patógeno o con microorganismos benéficos, también hacen caracterización</p>

	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Institución</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Otras</td> <td>76%</td> </tr> <tr> <td>Huazhong Agricultural University, China</td> <td>6%</td> </tr> <tr> <td>Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Spain</td> <td>4%</td> </tr> <tr> <td>University of Florida, United States</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>University of California, United States</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>Universidad Politécnica de Valencia, Spain</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>University of Agriculture, Pakistan</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Zhejiang University, China</td> <td>2%</td> </tr> <tr> <td>Kagawa University, Japan</td> <td>2%</td> </tr> </tbody> </table>	Institución	Porcentaje	Otras	76%	Huazhong Agricultural University, China	6%	Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Spain	4%	University of Florida, United States	3%	University of California, United States	3%	Universidad Politécnica de Valencia, Spain	2%	University of Agriculture, Pakistan	2%	Zhejiang University, China	2%	Kagawa University, Japan	2%	<p>genómica de mandarinas y mejoramiento de características postcosecha (frutos sin semillas ).</p> <p>El IVIA trabaja en el mejoramiento de la calidad postcosecha de mandarinas en diferentes condiciones de almacenamiento y hace estudios en diversidad y expresión genética bajo infección de enfermedades y diferentes condiciones ambientales. La Universidad de Florida tiene investigación relacionada a la calidad postcosecha con respecto a enfermedades y maduración y hace evaluación de diferentes patrones.</p> <p>Finalmente otra organización destacada es la Universidad de California, la cual posee el banco de germoplasma y colección de campo más grande a nivel mundial de diferentes especies de cítricos y hace investigación en el comportamiento fisiológico de cultivares en diferentes condiciones abióticas y aumento de la calidad nutricional y calidad postcosecha del fruto.</p>
Institución	Porcentaje																					
Otras	76%																					
Huazhong Agricultural University, China	6%																					
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Spain	4%																					
University of Florida, United States	3%																					
University of California, United States	3%																					
Universidad Politécnica de Valencia, Spain	2%																					
University of Agriculture, Pakistan	2%																					
Zhejiang University, China	2%																					
Kagawa University, Japan	2%																					
	<p><b>Lima ácida común - Citrus aurantifolia Swingle</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Institución</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Otras</td> <td>79%</td> </tr> <tr> <td>University of Florida, United States</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>CIRAD, France</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Shahid Bahonar University of Kerman, Iran</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Agricultural Biotechnology and Research Institute of Iran, Iran</td> <td>4%</td> </tr> </tbody> </table>	Institución	Porcentaje	Otras	79%	University of Florida, United States	7%	CIRAD, France	5%	Shahid Bahonar University of Kerman, Iran	5%	Agricultural Biotechnology and Research Institute of Iran, Iran	4%	<p>La institución con el mayor número de artículos publicados acerca del mejoramiento genético de lima común es la Universidad de Florida que ha publicado trabajos en transformación genética de lima mediada por Agrobacterium tumefaciens y evaluación de transformados. La siguiente organización es el Centro de Investigación Agrícola para el Desarrollo (CIRAD - Francia) que trabaja en estrategias moleculares de caracterización de materiales de lima ácida común. En Irán, existen dos organizaciones de importancia que hacen investigación en lima común, la primera es la Universidad Shahid Bahonar de Kerman, que se especializa en metodologías in vitro y caracterización de genes de resistencia a cáncer de cítricos y la otra es el Instituto de Investigación Biotecnología Agrícola de Irán, en donde se hace la caracterización molecular de resistencia a enfermedades.</p>								
Institución	Porcentaje																					
Otras	79%																					
University of Florida, United States	7%																					
CIRAD, France	5%																					
Shahid Bahonar University of Kerman, Iran	5%																					
Agricultural Biotechnology and Research Institute of Iran, Iran	4%																					
	<p><b>Lima Ácida Tahití - Citrus latifolia Tanaka</b>  <b>Patrones trifoliados - Poncirus trifoliata (L.) Raf</b></p>	<p>La Universidad de Florida (EEUU) es la organización con más publicaciones en esta especie. Allí la investigación está enfocada</p>																				

		<p>en caracterización fisiológica de patrones y transformación genética. Seguida por La Universidad Agrícola de Huazhong (China) que se especializa en la caracterización genética y fisiológica de <i>P. trifoliata</i> en diferentes condiciones (interacción con micorrizas arbusculares y déficit nutricionales). En el IVIA (España) se hace caracterización fisiológica de patrones (estrés hídrico, fertilización, calidad de frutos) y en el Instituto Murciano de Investigación y Desarrollo Agrario y Alimentario (IMIDA) de España ha hecho caracterización fisiológica bajo condiciones de estrés hídrico.</p>
<p><b>Mandarina sunki - Citrus sunki Nortex Jan</b></p>		<p>Se destaca el grupo liderado por Cristofani-Yali, M. del IAC (Brasil) que trabaja en caracterización genética de diferentes patrones incluyendo mandarina sunki; también se destaca el grupo de Lopes de Siqueira, D. de la Universidad Federal de Viçosa en donde se hace caracterización fisiológica de patrones para diferentes especies de cítricos, incluida esta especie.</p>
<p><b>Limón volkameriano - Citrus volkameriana V. Ten. &amp; Pasq</b></p>		<p>Las instituciones de mayor importancia para esta especie son el Colegio de Posgraduados de México que investiga en caracterización fisiológica y genética de patrones para cítricos y la Universidad Federal de Viçosa que trabaja también en caracterización fisiológica de patrones al igual que en la Universidad de Florida</p>

		
	<p><b>Naranja Agrio - Citrus aurantium Linn</b></p> 	<p>En cuanto a las instituciones destaca el CSIC (España) en donde se han realizado investigaciones relacionadas al comportamiento de patrones para cítricos en condiciones de estrés hídrico y déficit de riego, y respuesta ante la re-entrada de agua al sistema. La Universidad de Florida se destaca por el uso de herramientas de biología molecular para tener un conocimiento más profundo de los patrones disponibles para cítricos y su efecto sobre diferentes características del árbol.</p>

	<p><b>Pomelo - Citrus grandis (L.) Osbeck</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Institución</th> <th>País</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Otras</td> <td></td> <td>61%</td> </tr> <tr> <td>Huazhong Agricultural University</td> <td>China</td> <td>22%</td> </tr> <tr> <td>Suleyman Demirel University</td> <td>Turkey</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>National University of Singapore</td> <td>Singapore</td> <td>8%</td> </tr> </tbody> </table>	Institución	País	Porcentaje	Otras		61%	Huazhong Agricultural University	China	22%	Suleyman Demirel University	Turkey	9%	National University of Singapore	Singapore	8%	<p>La institución de mayor importancia en el mejoramiento genético de pomelo es la Universidad Agrícola de Huazhong que investiga en caracterización e identificación genética de diferentes pomelos. La Universidad Nacional de Singapur hace caracterización de volátiles de pomelo y composición química de estos volátiles. Finalmente la Universidad Suleyman Demirel de Turquía hace investigación en caracterización fisiológica y genética de pomelo, relacionado con la tolerancia a sequía y frío.</p>			
Institución	País	Porcentaje																		
Otras		61%																		
Huazhong Agricultural University	China	22%																		
Suleyman Demirel University	Turkey	9%																		
National University of Singapore	Singapore	8%																		
	<p><b>Clementina - Citrus clementina Hort. ex Tan</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Institución</th> <th>País</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Otros</td> <td></td> <td>53%</td> </tr> <tr> <td>Universidad Politécnica de Valencia</td> <td>Spain</td> <td>19%</td> </tr> <tr> <td>Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias</td> <td>Spain</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>Universidad de Murcia</td> <td>Spain</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Università degli Studi di Palermo</td> <td>Italy</td> <td>6%</td> </tr> </tbody> </table>	Institución	País	Porcentaje	Otros		53%	Universidad Politécnica de Valencia	Spain	19%	Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias	Spain	17%	Universidad de Murcia	Spain	5%	Università degli Studi di Palermo	Italy	6%	<p>En España se encuentran las tres principales organizaciones que hacen investigación en clementinas. La Universidad Politécnica de Valencia con 7 publicaciones es la organización de mayor importancia para el mejoramiento genético, hacen investigaciones en genómica y control, análisis y caracterización del comportamiento de la planta ante ataques de plagas y enfermedades.</p> <p>También se destaca el IVIA en donde realizan investigaciones en la respuesta de la clementina a estrés hídrico, además su caracterización genética y aumento de la calidad nutricional del fruto. Finalmente la Universidad de Murcia hace investigaciones a nivel postcosecha del fruto, ya sea en calidad nutricional o control de enfermedades.</p>
Institución	País	Porcentaje																		
Otros		53%																		
Universidad Politécnica de Valencia	Spain	19%																		
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias	Spain	17%																		
Universidad de Murcia	Spain	5%																		
Università degli Studi di Palermo	Italy	6%																		

	<p><b>Pummelo - Citrus máxima Osbeck</b></p> 	<p>En la Universidad de Florida se lleva a cabo la mayoría de investigación relacionada al pummelo a nivel mundial y por tanto maneja los temas relacionados anteriormente a EEUU (embriogénesis somática, biología molecular de interacción con patógenos y fisiología del árbol). En cuanto al INRA (Francia) hace investigaciones en diversidad genética de cítricos y respuesta fisiológica a salinidad, congelación y alta radiación).</p>
	<p><b>Toronja - Citrus paradisi Macf</b></p> 	<p>Al igual que en pomelo, la Universidad de Florida lidera la investigación en EEUU, manejando los temas descritos para el país. La Universidad Suleyman Demirel (Turquía), se especializa en la transformación genética de toronja y su caracterización genética con respecto a estrés por sequía y frío.</p>



<b>INVESTIGADORES LÍDERES</b>	<b>Naranja Dulce - Citrus sinensis Osbeck</b>	<p>En cuanto a los grupos de investigación, se destacan los grupos de Deng, X. de la Universidad Agrícola de Huazhong con 15 publicaciones en evaluación de variedades de naranja en cuanto a su contenido de carotenos y licopenos con objetivo de mejorar la calidad nutricional del fruto. También han desarrollado metodologías in vitro y moleculares para el estudio de síntesis de carotenos en el fruto.</p> <p>Otro grupo de investigación destacado es el de Machado M.A. con 15 publicaciones del Centro de Citricultura de Silvio Moreira (Brasil) perteneciente al IAC. Este grupo ha realizado investigaciones sobre el comportamiento genético de naranjas bajo ataque de enfermedades como leprosis y CVC. También han sido participantes de la creación de librerías y mapas genéticos para cítricos.</p> <p>En la Universidad de Florida se encuentran otros dos grupos de gran importancia, el de Burns, J. y de Syversten, J. con 14 publicaciones cada uno. Ambos grupos tienen temáticas diferentes; el primero está investigando en factores que afecten la calidad del fruto a nivel molecular, como los factores externos abióticos y bióticos.</p> <p>El segundo, participa en investigaciones relacionadas con el comportamiento de variedades ante diferentes condiciones abióticas y en propagación en vivero de cítricos.</p>
	<b>Mandarina - Citrus reticulata Blanco</b>	<p>Dentro de las redes de trabajo, se destacan la liderada por Machado M.A. con 11 publicaciones realizadas en el IAC, donde trabajan en caracterización molecular de cultivares de mandarina y naranja para caracteres fisiológicos y fitopatológicos. También el grupo perteneciente al Instituto Nacional para la Investigación Agrícola de Francia (INRA) con siete publicaciones y liderado por Luro, F., hacen selección por calidad postcosecha de frutos y caracterización fisiológica en condiciones de frío y estrés oxidativo.</p>



		También se destacan con seis publicaciones cada uno, el grupo de Deng, X., en la Universidad Agrícola de Huazgong, en donde realizan trabajos de caracterización genética de cítricos, incluyendo mandarina, buscando genes relacionados a resistencia, calidad postcosecha y nutricional de frutos, y tolerancia a condiciones abióticas desfavorables. Y el grupo de Peever, T., el cual trabaja con múltiples organizaciones en la interacción a nivel genético de la planta y patógenos, en particular Alternaria.
	<b>Lima ácida común - Citrus aurantifolia Swingle</b>	El grupo de trabajo con más investigaciones en lima común es el liderado por Grosser, J. de la Universidad de Florida, que investigan la transformación genética de lima mediada por Agrobacterium tumefaciens, y en la evaluación de estos transformados, además en la evaluación de métodos de mejoramiento genético como la hibridación. Se destaca el grupo de Medina-Urrutia, V. del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México, que realiza investigación en caracterización molecular de enfermedades que atacan a la lima común y hacen caracterización de perfiles moleculares. Finalmente el grupo liderado por Saladek, G. del Instituto de Biotecnología Agrícola de Irán es el tercero con mayor número de publicaciones haciendo investigaciones particularmente en expresión de genes de la enfermedad de escoba de bruja
	<b>Lima Acida Tahití - Citrus latifolia Tanaka</b>	Las redes de trabajo en mejoramiento genético de lima Tahití de mayor importancia a nivel mundial están ubicadas en Brasil, en diferentes organizaciones. La liderada por Alves, F. de la Universidad Federal de Paraíba genera investigación relacionada con propagación vegetativa, por otra parte Alves-Junior, J. de la Universidad de Sao Pablo estudia ecofisiología de Lima, al igual que de Siqueira, D.L. de la Universidad Federal de Rondonia. Finalmente el grupo de Vieira-Janeiro, C.S. del Instituto Agronómico de Paraná hace evaluaciones de patrones ideales para lima acida Tahití.
	<b>Patrones trifoliados - Poncirus trifoliata (L.) Raf</b>	El grupo de investigación de Wu, Q.S. de la Universidad Agrícola de Huazgong es el más prolífico con 9 artículos publicados de P.



		trifoliata, este trabaja en caracterización de la interacción patrón micorrizas arbusculares y efecto de déficit nutricionales en el patrón. Este es seguido por el grupo de Botia, P. del IMIDA (España) especializado en respuesta de patrones y variedades a estrés hídrico y déficit de riego. Davies, F., lidera el grupo de la Universidad de Florida especializándose en el efecto de los patrones en la calidad de fruto de diferentes cítricos y finalmente el grupo de Gómez-Cárdenas, A. de la Universidad Jaume I, se especializa en el efecto de los patrones sobre la calidad nutricional de los frutos, particularmente en el tema de contenido de antioxidantes.
	<b>Mandarina sunki - Citrus sunkiNortex Jan</b>	Se destaca el grupo liderado por Cristofani-Yali, M. del IAC (Brasil) que trabaja en caracterización genética de diferentes patrones incluyendo mandarina sunki; también se destaca el grupo de Lopes de Siqueira, D. de la Universidad Federal de Viçosa en donde se hace caracterización fisiológica de patrones para diferentes especies de cítricos, incluida esta especie.
	<b>Limón volkameriano - Citrus volkameriana V. Ten. &amp; Pasq</b>	Las redes de trabajo de mayor importancia para limón volkameriano son las lideradas por Lopes de Siqueira, D. de la Universidad de Viçosa, quienes trabajan en evaluación del comportamiento de diferentes patrones bajo condiciones de estrés abiótico, como altas concentraciones de aluminio en el suelo y baja fertilidad; y el por Arrieta- Ramos, B. del Colegio de Posgraduados de México en donde evaluaron el comportamiento estomático de varios patrones tolerantes a CTV.
	<b>Naranja Agrio - Citrus aurantium Linn</b>	Se destacan dentro de los grupos de trabajo el de Garcia-Sanchez, F., del CSIC con 7 publicaciones, que han hecho estudios sobre del efecto de los patrones sobre el comportamiento de la copa ante condiciones de estrés hídrico, salino y de fertilidad de suelos. También Ortuño, M., con 7 publicaciones y también del CSIC que hace investigaciones acerca de las relaciones hídricas dentro del árbol y el efecto del patrón sobre dichas relaciones





	<b>Pomelo - Citrus grandis (L.) Osbeck</b>	<p>El grupo de Deng, X. es el más prolífico con 5 publicaciones relacionadas con el mejoramiento genético de pomelo, hace investigación en caracterización genética de los pomelos y en perfiles antioxidantes. Otro grupo es el de Grosser, J. que investiga nuevos métodos de mejoramiento genético, a través de transformación mediada por <i>A. tumefaciens</i>, hibridación somática e hibridación.</p>
	<b>Clementina - Citrus clementina Hort. ex Tan</b>	<p>En clementina, hay dos grupos de trabajo de importancia el más destacado el de Ollitrault, P., con 5 publicaciones de diferentes organizaciones, haciéndola una relación interinstitucional con varios autores. Ellos usan clementina como modelo de análisis genético de cítricos para generar una secuencia del genoma y también han generado investigación en patrones. El segundo grupo, el de Agusti, M. de la Universidad Politécnica de Valencia en donde han realizado investigaciones relacionadas con floración, fructificación y polinización.</p>
	<b>Pummelo - Citrus máxima Osbeck</b>	<p>La mayor cantidad de trabajo publicado lo ha hecho Luro, F. en forma de red con múltiples organizaciones francesas y españolas, este autor se ha especializado en utilizar herramientas de biología molecular para caracterización de cítricos incluyendo estreses abióticos, diversidad y genómica. El siguiente grupo más importante es el liderado por Biswas, M.K. de la Universidad Agrícola de Huazhong (China), allí han hecho investigaciones en análisis genómico y transcriptómico de pummelo relacionado a estrés por frío y caracterización genética (mapeamiento, contenidos de licopeno, esterilidad, callos embriogenéticos).</p>
	<b>Toronja - Citrus paradisi Macf</b>	<p>Moore, G. es el autor con más publicaciones en temas relacionados a mejoramiento genético de toronja Este autor trabaja en la Universidad de Florida, junto con su grupo en caracterización y transformación genética para tolerancia al congelamiento de toronja, además usan herramientas de biología molecular para caracterizar la síntesis de carotenoides. Otro grupo de importancia es el liderado por Girardi, E. en Brasil que hace evaluaciones de propagación vegetativa de toronja en vivero e injertación.</p>

