

NUEVAS MOLECULAS PARA PREVENCIÓN DE ESTRÉS BIÓTICOS Y ABIÓTICOS EN CULTIVOS

ROS, “enfermedad y remedio” de los estrés bióticos y abióticos

El oxígeno O₂ y la ROS-ERO (Especies reactivas de Oxígeno), han sido parte de la vida aeróbica. El O₂ prefiere aceptar sus electrones uno a la vez, dando lugar a la generación de ROS (**Fig. 1**), a través de radicales libres y otros (Halliwell, 2006) que dañan las células.

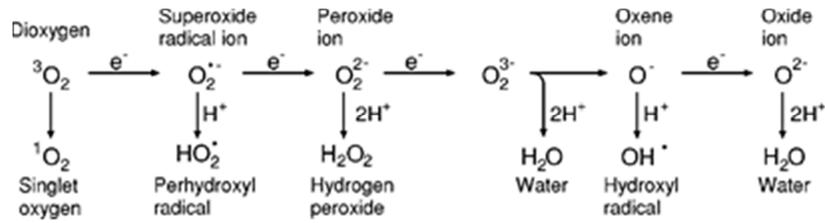


Fig 1.- Especies Reactivas de oxígeno básicas

Las formas reactivas de oxígeno conducen a un estrés oxidativo que interactúa con los sistemas de defensa que suprimen o eliminan especies reactivas de oxígeno (ERO-ROS). En la planta la reacción oxigenasa Rubisco y la vía fotorespiratoria conducen a la generación de H₂O₂ dentro del peroxisoma y en los cloroplastos. (**Fig. 2**)

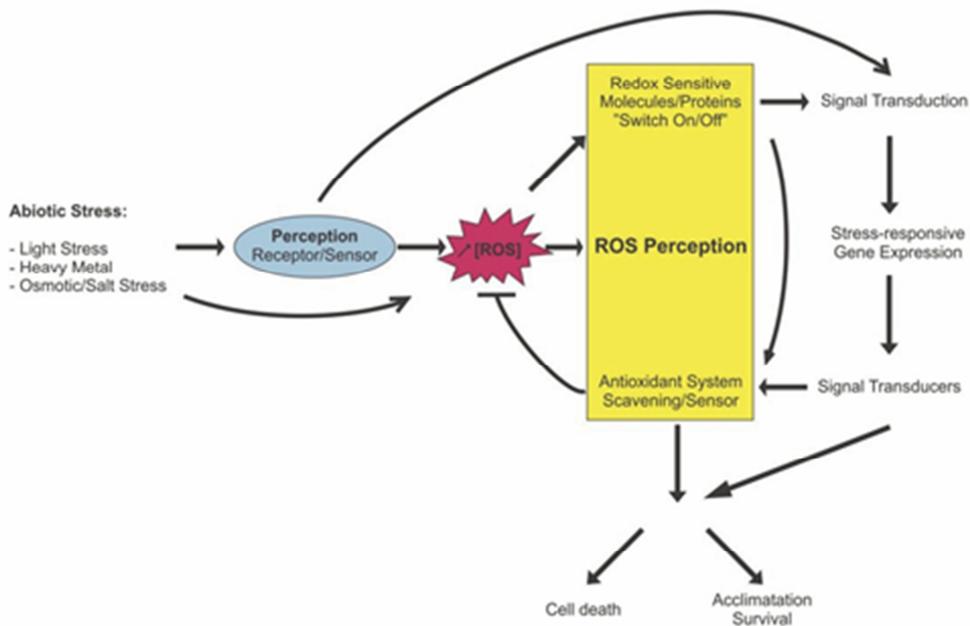


Fig. 2.- Estrés abiótico y respuestas en las plantas

Condiciones para la formación de Ros, Especies de oxígeno reactivas y estrés en las plantas

La producción de ROS es respuesta a desbalances estrés que rompe la homeostasis celular (Mittler, 2002; Meyer, 2008). Factores bióticos y abióticos, modifican el equilibrio entre la producción y eliminación de ROS, que induce el estrés oxidativo (Gill y Tuteja, 2010).

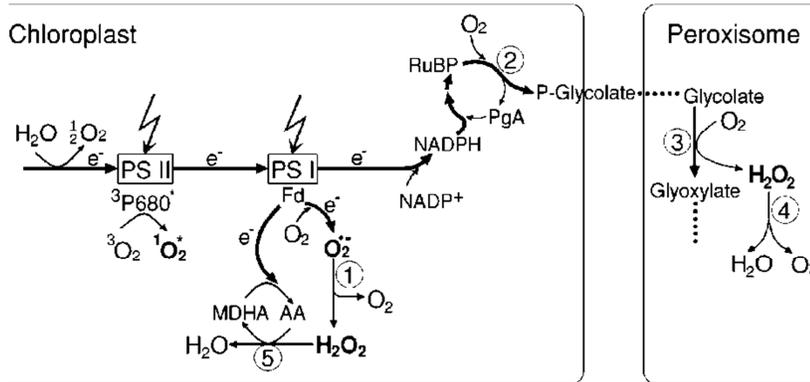


Fig.3 Ejemplo estrés abiótico y reacciones oxidativas

El transporte de electrones bajo alta tensión de luz (**DAÑO POR SOL**) conduce a la producción de ROS en los cloroplastos y peroxisomas. (**Fig. 3**)

Generación de ROS en los cultivos y lipo-oxigenacion

Las ROS se producen en compartimentos celulares, principalmente en cloroplastos y mitocondrias. Los cloroplastos son los principales productores de ROS en el fotosistema II y en el fotosistema I. La respiración mitocondrial también produce cantidades importantes. En el apoplasto, la actividad de oxidasas y peroxidasas es la principal fuente de radicales libres, mientras que en los peroxisomas la foto respiración genera H₂O₂ (Halliwell, 2006).

La especie más oxidante: de ROS (Lípidos oxidados) afectan al ADN, proteínas y lípidos a través de ácidos grasos polinsaturados PUFA ácido linoleico (18:2) y ácido linolenico (18:3) y derivados, (peroxidacion de lípidos LPO). Produciéndose fuertes ROS que incluyen lípidos, radicales alcaloides, aldehídos, alkanos y alcoholes. Además de la producción de jazmonatos, precursor de señal ante condiciones de estrés.

LPO, reducen la fluidez de la membrana permitiendo la entrada de moléculas que normalmente no cruzan y finalmente dañan inactivando receptores. (**DAÑO POR ESTRÉS**), por ejemplo, bajo condiciones de **SALINIDAD** y **ESTRÉS LUMINICO O RADIACION**.

Los genes que codifican la detección de **estrés bióticos y abióticos** inducen cascadas de señalización que finalmente, conducen a la acumulación de ácido salicílico (SA), etileno (ET), ácido jasmónico (JA) y ácido abscísico (ABA) que inducen la reacción general de defensa. Así mismo el nivel de oxilipinas y Ácidos dicarboxílicos, es baja y aumenta en respuesta a heridas mecánicas, herbívoros, o el ataque de patógenos, y otros estrés abióticos ambientales (Hughes, De Domenico et al. 2009).

En respuesta a estrés abióticos y bióticos los mensajeros Ca^{2+} y ROS modulan la actividad de proteínas para controlar la expresión de genes de defensa. Estudios recientes han identificado señalizadores de estrés donde destacan el Ácido Azelaico AZA y el metil jasmonato MJAZ, Ácido 9.oxa-nonanoico ONA los cuales son derivados de la peroxidación de lípidos. (Fig.4).

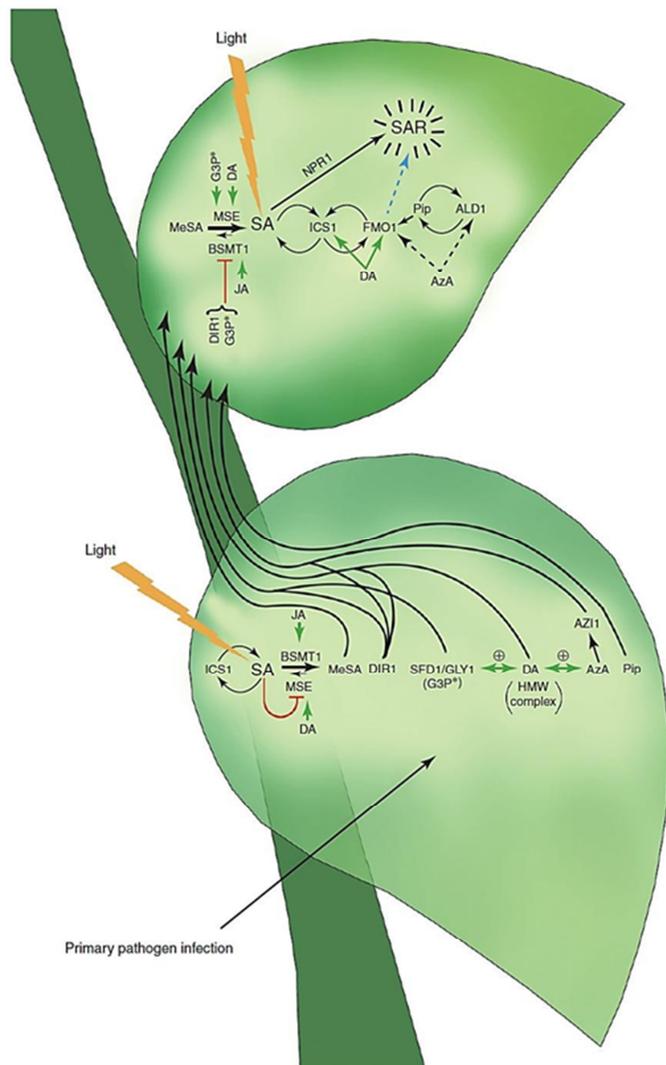


Fig. 4.-Respuesta de la planta ante stress bióticos y abióticos

Eventos de oxidación y señalización; la adaptación a estrés abiótico y biótico

La generación de ROS es “beneficiosa” (Apel y Hirt 2004). Ya que La explosión oxidativa ROS, producto de patógenos o estrés abióticos dan estímulo de defensa a la planta (Doke; 1983).

La producción de ROS es denominador común ante estrés bióticos y abióticos, tales como salinidad, sequía, luz, radiación, temperatura y es la causa de las mayores pérdidas en cultivos en todo el mundo (Kawano et al 2001). (Fig. 5)

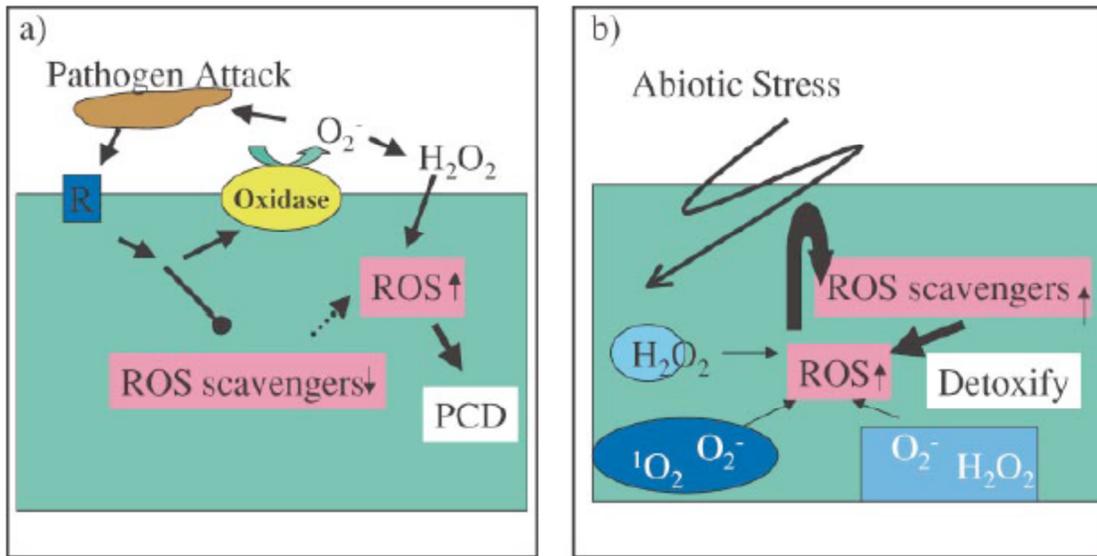


Fig. 5 Diferentes roles de ROS en condiciones de (a) el ataque de patógenos o (b) estrés abióticos

a) Tras el ataque de patógenos, membrana plasmática activa oxidasas que producen radicales superóxido apoplasto-localizada (O_2^-) altamente tóxicos y ayudan a matar al patógeno invasor. ROS asciende a niveles críticos e inducir la muerte celular programada (PCD) de la planta.

b) Durante el **estrés abiótico**, la producción de ROS se produce principalmente en cloroplastos y mitocondrias, ROS asciende a niveles tóxicos en la célula. La respuesta es con mecanismos de eliminación de ROS y detoxificar.

AVANCES EN PREVENCIÓN DE ESTRÉS ABIÓTICOS, NUEVAS FORMULACIONES

Formulaciones que incluyen Acido azelaico AZA como sales y esteres

El ácido Azelaico AZA es un ácido dicarboxílico, inductor de SAR para patógenos (Jung, Tschaplinski et al 2009.). AZA es transportado vía floema como señal de larga distancia en las plantas (Shah, 2009). Al aplicar AZA., las plantas acumulan SA Acido Salicílico, cambian expresión génica frente a estrés (Jung, et al. 2009 **Universidad de Chicago-estrés biótico**). (Patentado en USPTO).

Estudios paralelos los años 2009-2010 en la **Universidad de Marquette, Milwaukee-estrés abiótico** desarrolladas por Xu, Schläppi et. Al demostraron que el frio se induce la expresión de AZI1 lo que indica la efectividad de aplicaciones exógenas de ácido azelaico y sus derivados incrementar e inducir la tolerancia a estrés abióticos. (Declarado por Marquette University como dominio público PRIOR ART-no patentable).

La efectividad de los esteres de ácidos dicarboxílicos ha sido corroborado en Chile y el extranjero mediante ensayos en centros de investigación en Chile (INIA), Australia por NUTRIPROVE S.A con OASIS-SUNOFF (Esteres de Ácidos dicarboxílicos), aplicados para prevención de daño por sol en uva de mesa y Arándanos. **(Fig. 6 Y 7), (Foto.1)**.

Tratamiento	Racimos bronceados (%)
Testigo	87
OASIS-SUNOFF	25

Fig 6. Incidencia de racimos bronceados, variedad Sultanina (Thompson Seedless)



Foto 1.-Uva de mesa Thompson seedless, bronceada control v/s tratada con Oasis-Sunoff (INIA)

		OASIS-SUNOFF		CONTROL	
Elliot	FRUTA FRESCA	91	a	82	a
	FRUTA IQF	9	b	18	b
	RECHAZO BLANDA	25	a	40	b
Brighitta	FRUTA FRESCA	90	a	79	a
	FRUTA IQF	10	b	21	b
	RECHAZO BLANDA	27	a	39	b

Fig. 7.-Arandanos, ensayo Oasis-Sunoff sobre calidad de la fruta cosechada (Pelarco, Talca)

Formulaciones que incluyen el uso de ácido 9-Oxo-nonanodioc (ONA)

ONA muestra la mejor correlación con SAR (resistencia sistémica). En planta ONA es relativamente rápida en convertirse en PIM a través de AZA. o se produce en su forma unida a la membrana (esterificado). Dado que las concentraciones de ONA son más bajas en comparación con AZA, son suficientes para desencadenar SAR, ONA entonces es un intermediario para AZA o PIM en SAR. ONA puede ser obligado por una. Proteínas de transferencia de lípidos tales como DIR1 y AZI1, que se necesitan para SAR (Jung et al, 2009;.. Maldonado et al, 2002) **(Fig. 8). ONA en fase de patentamiento para reducción de stress abióticos NUTRIPROVE S.A.**

Formulaciones que incluyen el uso de Ácido Pipecolico PIP

Aplicaciones de Ácido Pipecolico o PIP promueven SAR y aplicaciones de PIP exógeno aumentan la inducción de la biosíntesis de SA localizado **(Fig. 8)** sobre la infección de patógenos y estímulos mecánicos y prevención de los estrés abióticos en las plantas. Importancia de PIP en la acumulación de SA ácido salicílico al aplicarlo exógenamente. **(Fig.8) PIP en proceso de patentamiento para reducción de estrés abióticos NUTRIPROVE S.A**

Formulaciones que incluyen el uso de ácido arachidonico AA

Aplicaciones de Ácido Arachidonico o AA promueven SAR y aplicaciones de AA exógeno aumentan la inducción de la biosíntesis de SA localizado sobre la infección de patógenos y estímulos mecánicos y prevención de los estrés abióticos puntuales en las plantas. Importancia de AA en la

acumulación de MeSA (Ester de ácido salicílico) al aplicarlo exógenamente. **AA en proceso de patentamiento para reducción de estrés abiótico NUTRIPROVE S.A**

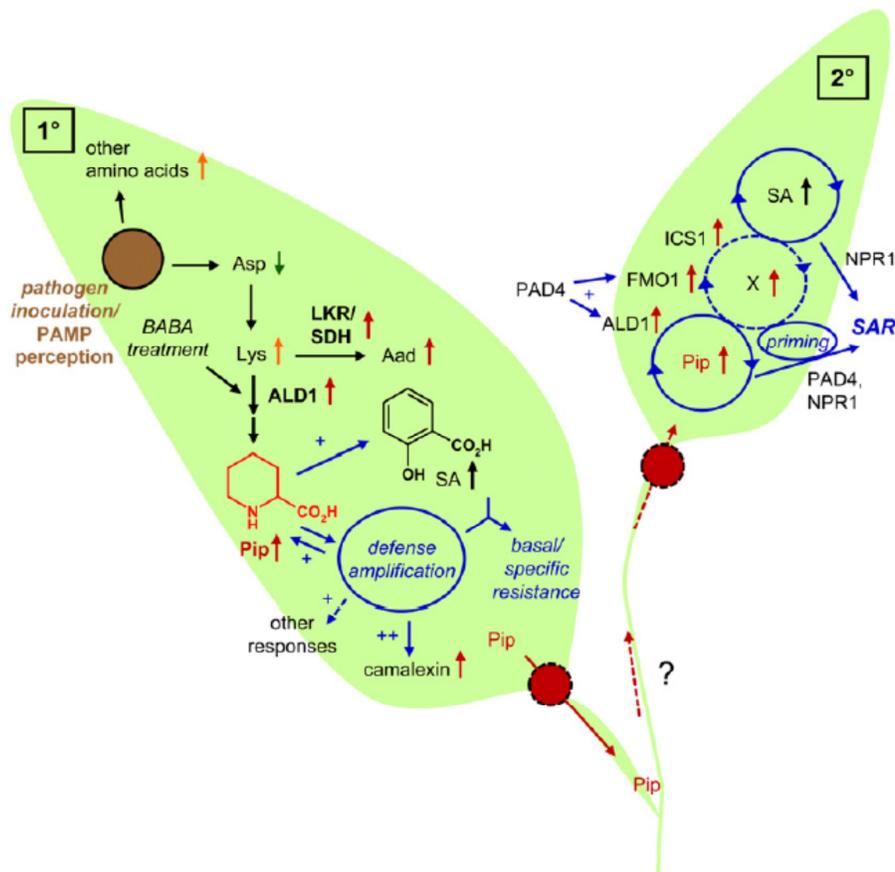


Fig.8 Modelo propuesto del rol de PIP en la prevención de estrés

- 1.-Jung, Greenberg JT ; 2009. Priming in systemic plant immunity. Science 324: 89-91.
- 2.-Jane E. Parker; Distance Signals in Plant Systemic Immunity; 12 May 2009; Volume 2 Issue 70; Plant Biology.
- 3.-Wasternack, C. Jasmonates: An Update on Biosynthesis, Signal Transduction and Action in Plant Stress
- 4.-Shah, J. (2005). Lipids, lipases, and lipid-modifying enzymes plant disease resistance. Phytop. 43, 229-260
- 7.- ZY1 Xu, Zhang X, Schläppi M, Xu. Cold-inducible expression of AZI1 and Its function in improvement of freezing tolerance of Arabidopsis thaliana and Saccharomyces cerevisiae..