

Revista Electrónica Nova Scientia

Uso del FitoMas-E[®] como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial de *Ocimum basilicum* L.
Use of FitoMas-E[®] to mitigate saline stress (NaCl) during emergence and early growth of *Ocimum basilicum* L.

D. Batista-Sánchez, A. Nieto-Garibay, L. Alcaraz-Meléndez, E. Troyo-Diéguez, L. Hernández-Montiel, C.M. Ojeda-Silvera y B. Murillo-Amador

Agricultura en Zonas Áridas, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C., La Paz, Baja California Sur

México

Bernardo Murillo-Amador. E-mail: bmurillo04@cibnor.mx

Resumen

El uso de bioestimulantes vegetales estimula la emergencia y el crecimiento vegetal debido a que están compuestos por sustancias naturales como carbohidratos, péptidos de bajo peso molecular y aminoácidos, activadores de las funciones fisiológicas de las plantas, por lo que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes y representa una opción para enfrentar problemas de estrés abiótico por salinidad. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del bioestimulante FitoMas-E® derivado de la caña de azúcar como atenuante de la salinidad en la emergencia y el crecimiento de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) con respuesta diferencial al estrés por salinidad. Tres variedades de albahaca: Napoletano, Emily y Nufar se sometieron a cuatro concentraciones de NaCl (0, 50, 100 y 150 mM) y cuatro dosis de FitoMas-E® (0, 0.5, 1.0 y 1.5 mL L⁻¹) en un diseño completamente al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones. El trabajo se desarrolló en una estructura de malla sombra y las variables que se midieron fueron: porcentaje y tasa de emergencia, longitud de radícula, altura de la plántula, biomasa fresca y seca de radícula y de parte aérea. Los resultados evidenciaron que en condiciones de estrés salino (NaCl) de moderado a severo, las variables disminuyeron significativamente. Largo de raíz, altura de planta y biomasa seca de raíz en 150 mM de NaCl fueron las más afectadas. Se observó que cuando se aplicó FitoMas-E® las plantas incrementaron significativamente sus valores en las variables, largo de raíz 32% y altura de planta 41%, lo que revela el efecto estimulante del FitoMas-E®, siendo 0.5 mL L⁻¹ la dosis estimulante para la variedad Napoletano y 1.0 mL L⁻¹ para la variedad Emily, aún y cuando se encontraban en condiciones de estrés salino hasta 100 mM de NaCl. Para la concentración de 150 mM se evidenció una afectación extrema para las variedades Emily y Nufar.

Palabras clave: FitoMas-E®, NaCl, porcentaje de emergencia, albahaca

Recepción: 19-09-2015

Aceptación: 05-11-2015

Abstract

The use of bioestimulants for vegetables may stimulate emergence and plant growth since they are composed of natural substances such as carbohydrates, peptides of low molecular weight and amino-acids, activators of the physiological functions of plants, thus its application allows for a better use of nutrients and represents an option to deal with problems of abiotic stress by salinity. The objective of this study was to determine the effect of the bioestimulant FitoMas-E[®] derived from sugarcane as to mitigate salinity stress in the emergence and growth of seedlings of varieties of basil (*Ocimum basilicum* L.). Three varieties of basil Napoletano, Emily and Nufar underwent four concentrations of NaCl (0, 50, 100 and 150 mM) and four doses of FitoMas-E[®] (0, 0.5, 1.0 and 1.5 mL L⁻¹) in a completely randomized arrangement design with four replicates. The work was carried-out in semicontrolled conditions in a mesh-shade structure and the variables that were measured were: percentage and rate of emergence, radicle length, seedling height, fresh and dry biomass of radicle and shoot. The results showed that when subjected to salt stress (NaCl) of moderate to severe, the variables decreased significantly, the most affected being the length of the root, the plant height and dry biomass of root at 150 mM NaCl. It was observed that when FitoMas-E[®] applied, values of plant variables increased significantly, length of root by 32% and plant height by 41%, which reveals the stimulatory effect of the FitoMas-E[®], where 0.5 mL L⁻¹ the stimulant dose for the variety Napoletano and 1.0 mL L⁻¹ for variety Emily, under saline stress conditions up to 100 mM of NaCl. For 150 mM concentration, the Emily and Nufa plant varieties were extremely affected.

Keywords: FitoMas-E[®], NaCl, emergence percentage, basil

Introducción

Diversos son los métodos se utilizan para lograr producir en condiciones adversas para los cultivos, como el mejoramiento genético, métodos fitotécnicos, físicos, destacándose en los últimos años el uso de bioestimulantes (Tester y Langridge 2010, 818; Godfray *et al.*, 2010, 812). Estos bioestimulantes se utilizan como activadores de los mecanismos fisiológicos de las plantas, por lo que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes y por ende mayor crecimiento, desarrollo, incremento del rendimiento y activación de mecanismos de resistencia o tolerancia de las plantas ante condiciones estresantes del medio (Pulido *et al.*, 2013, 29; Reyes-Pérez *et al.*, 2013a, 101; Ojeda-Silvera *et al.*, 2015, 151). Existe una diversa variedad de bioestimulantes que en la actualidad se emplean en la agricultura, unos de naturaleza análoga y otros naturales como es el caso del FitoMas-E®, derivado de la industria azucarera de Cuba. Esta recomendado por su potencial antiestrés. El producto es una mezcla de 20% p/p de materia orgánica, con 6.94% de aminoácidos totales, 50% de los cuales son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos, 2.5% de sacáridos, 3% de polisacáridos biológicamente activos y 1.5% de lípidos y bases nitrogenadas, todos biológicamente activos. Estas sustancias naturales son propias del metabolismo vegetal y al estar disponibles, las plantas reducen el consumo de energía adicional para sintetizarlas, con una respuesta más rápida ante condiciones estresantes (Montano, 2008, 1025; Pulido *et al.*, 2013, 29).

Los compuestos contenidos en el FitoMas-E® tienen el potencial de vigorizar cualquier cultivo, desde la germinación hasta la fructificación, con la disminución de los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, plagas y trasplantes, no son tóxicas para las plantas ni para los animales (Castillo *et al.*, 2011, 64; Pulido *et al.*, 2013, 29). Es por ello que el uso de este bioestimulante es una alternativa viable para incrementar la producción en áreas afectadas por salinidad. La salinidad es uno de los principales problemas de degradación de tierras que enfrenta el hombre (Khaliq *et al.*, 2014, 18). Este factor tiene consecuencias a nivel ambiental, social y económico debido a la cantidad de áreas afectadas, disminuye el rendimiento de los cultivos, ya que afecta el metabolismo y el crecimiento de las plantas, provocando una disminución de la productividad (Chen *et al.*, 2008, 1382; Dai-Yin *et al.*, 2013, 658; Kamel-Hessini *et al.*, 2015, 1). Las pérdidas a nivel mundial por la salinidad se calculan en 12 mil millones de dólares anuales y afectan una quinta parte de las tierras de cultivo (Finkel, 2009, 380; Khaliq *et al.*, 2014, 18). Los principales efectos en las plantas es la disminución de la absorción de agua, absorción de iones

que provocan toxicidad, desbalance nutrimental, cambios fisiológicos, entre otros (Tarchoune *et al.*, 2013, 23; Postnikova y Nemchinov, 2015, 39; Ghulam-Abbas *et al.*, 2015, 306). Por otro lado, la albahaca es uno de los cultivos con mayor potencial para el mercado de exportación en el estado de Baja California Sur (Ojeda-Silvera *et al.*, 2015, 151), debido a las características de sus aceites esenciales, utilizados principalmente en la industria de cosméticos para la elaboración de perfumes. En la industria farmacéutica se utiliza por sus propiedades diuréticas y estimulantes, en la alimenticia se aplica para aromatizar vinagres, por su agradable olor y sabor, también se emplea como condimento fresco (Tarchoune *et al.*, 2013, 24; Heidari y Golpayegani, 2012, 57). Este cultivo es fuente de ingresos para muchos productores del estado de Baja California Sur; sin embargo, su producción se limita por niveles altos de sales en algunas de las áreas donde se cultiva en este estado. El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la salinidad (NaCl) y su interacción con un bioestimulante (FitoMas-E®) en variedades de albahaca con respuesta diferencial al estrés salino en la etapa de emergencia y crecimiento vegetativo inicial.

Método

Sitio de estudio

El experimento se realizó en el periodo comprendido del 4 al 27 de marzo del 2015, en una estructura de malla sombra (50% de sombra) en el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. (CIBNOR), localizado al norte de la ciudad de La Paz, Baja California Sur, México, a los 24°08'10.03" LN y 110°25'35.31" LO, a 7 m.s.n.m (Ojeda-Silvera *et al.*, 2015). La temperatura media, máxima y mínima dentro de la malla sombra durante el periodo de experimentación fueron, 21.4, 31.8 y 8.9 °C, respectivamente, con 70% de humedad relativa promedio. Las observaciones de las variables meteorológicas registradas durante el periodo de estudio, se obtuvieron de una estación climatológica portátil (Vantage Pro2® Davis Instruments, USA) que se colocó dentro de la estructura de malla sombra. El sitio experimental tiene un clima del tipo Bw (h') hw (e) considerado como semiárido, con vegetación xerófila (García 1981).

Material genético

Se utilizaron semillas de albahaca de las variedades Napoletano, Emily y Nufar (Seed Company®, USA), con respuesta diferencial al estrés por NaCl de acuerdo con Reyes-Pérez *et al.* (2013a, 101; b, 869) y Reyes-Pérez *et al.* (2014, 45). Previo al experimento y con el fin de evaluar la

Uso del FitoMas-E[®] como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial de *Ocimum basilicum* L.

calidad de las semillas de las variedades en estudio, se realizó una prueba de germinación, mediante la metodología propuesta por ISTA (1999).

Manejo del experimento

Las semillas se desinfectaron por inmersión durante 5 minutos en una solución de hipoclorito de calcio, con 5% de cloro activo. Posteriormente se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, cuyo sustrato fue Sogemix PM[®] (sustrato comercial inerte), el cual contiene turba de Sphagnum Canadiense (65-75% vol⁻¹), vermiculita, cal dolomítica y calcítica y un agente humectante. El riego se aplicó diariamente con las diferentes soluciones salinas (1500 mL por charolas garantizando que ocurriera un escurrimiento para evitar la acumulación de NaCl en el sustrato) y las correspondientes dosis del bioestimulante, así como el control (agua destilada). La emergencia de las plántulas se registró diariamente y el porcentaje final se determinó a los catorce días. La tasa de emergencia se calculó utilizando la ecuación de Maguire (1962): $M = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n_{30}/t_{14}$; donde n_1, n_2, \dots, n_{30} son el número de semillas germinadas en los tiempos t_1, t_2, \dots, t_{14} (hasta los catorce días) y se consideraron emergidas cuando la plántula rompió y surgió a través de la superficie del sustrato.

Diseño experimental

El experimento se realizó mediante un diseño completamente al azar con arreglo trifactorial de $3 \times 4 \times 4$, donde el factor A fueron las tres variedades (Napoletano, Emily y Nufar), el factor B fueron cuatro concentraciones de NaCl (0, 50, 100 y 150 mM) y el factor C fueron cuatro dosis del bioestimulante FitoMas-E[®] (0, 0.5, 1.0 y 1.5 mL L⁻¹) con cuatro repeticiones de 30 semillas cada una.

Variables morfométricas evaluadas

Las plántulas emergidas se mantuvieron durante 21 días y después de este periodo, se seleccionaron al azar 10 plántulas por repetición, a las cuales se les determinó la longitud de raíz (cm), altura de la plántula (cm), biomasa fresca (mg) y seca (mg) de raíz y de parte aérea (mg). Estas variables se determinaron por el método destructivo al dividir cada plántula en radícula y parte aérea y pesar cada una por separado, utilizando una balanza analítica (Mettler[®] Toledo, AG204, USA). Una vez que se obtuvo el peso fresco de raíces y parte aérea, se colocaron en

bolsas de papel y se introdujeron en una estufa de secado (Shel-Lab[®], FX-5, serie-1000203, USA) a una temperatura de 70°C por 72 horas hasta obtener peso constante. Posteriormente se pesaron en balanza analítica (Mettler Toledo[®], AG204, USA) expresando el peso en miligramos de materia seca.

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza y comparaciones múltiples de medias (Tukey HSD, $p=0.05$). En todas las variables, los valores promedio se consideraron significativamente diferentes cuando $p\leq 0.05$. Los datos de porcentaje de emergencia se transformaron mediante arcoseno (Little y Hills, 1989; Steel y Torrie, 1995). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft[®], Inc., 2011).

Resultados y discusión

Tasa y porcentaje de emergencia

Para la tasa de emergencia (TE) se encontraron diferencias significativas entre variedades ($F_{2,18}=3.5$, $p\leq 0.004$), NaCl ($F_{2,18}=1190$, $p\leq 0.000001$), dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=834.9$, $p\leq 0.000001$), las interacciones variedades \times NaCl ($F_{2,18}=18.09$, $p\leq 0.00001$), variedades \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=18.41$, $p\leq 0.00001$) y variedades \times NaCl \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=9.13$, $p\leq 0.00001$). El análisis de la interacción variedades \times NaCl, mostró que las variedades Napoletano y Emily fueron las de mayor TE en 0 mM de NaCl. Los resultados mostraron una disminución significativa de TE en las tres variedades conforme se incrementó la concentración salina (Tabla 1). Debido a que uno de los efectos primarios del estrés por sales es retardar la emergencia de plántulas (Lamz-Piedra *et al.*, 2013, 11; Postnikova *et al.*, 2015, 33) al incrementar la salinidad, el porcentaje disminuyó debido a la inhibición del crecimiento del eje embrionario por un retraso de la movilización de reservas y a los disturbios de la membrana causado por la salinidad, el cual es evidenciado por el incremento de la pérdida de materiales del eje embrionario. Para la interacción variedades \times dosis de FitoMas-E[®], la TE fue mayor cuando se aplicó FitoMas-E[®], se encontró que la variedad Napoletano fue superior en un 71% y Nufar en un 60% con respecto al control al utilizar la dosis de 0.5 mL L⁻¹ del bioestimulante, seguidas de la variedad Emily con un aumento de 57% en igual dosis (Tabla 2). En la triple interacción, los resultados revelaron que las tres variedades incrementaron la TE cuando se aplicó FitoMas-E[®], la

Uso del FitoMas-E[®] como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial de *Ocimum basilicum* L.

dosis más efectiva fue de 0.5 mL L⁻¹, aún y cuando fueron sometidas a niveles de estrés salino de 50 y 100 mM (Tabla 3). Napoletano superó la TE en un 77% (en 50 mM) y 47% (en 100 mM) respectivamente con respecto a las plántulas que no se les aplicó el bioestimulante. Sin embargo, cuando la concentración de NaCl alcanzó los 150 mM, la TE fue de cero para las tres variedades. El incremento observado en la TE cuando se aplicó FitoMas-E[®] se debe a las sustancias que lo componen, las cuales son propias del metabolismo de las plantas, lo que facilita un ahorro de energía metabólica y una mayor movilización de sustancias de reserva ante situaciones de estrés (Pulido *et al.*, 2013, 29; Viñals *et al.*, 2011, 1).

El porcentaje de emergencia (PE) mostró diferencias significativas entre variedades ($F_{2,18}=8.98$, $p\leq 0.00001$), NaCl ($F_{2,18}=683.6$, $p\leq 0.00001$), dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=281.24$, $p\leq 0.00001$), las interacciones variedades \times NaCl ($F_{2,18}=14.27$, $p\leq 0.00001$), variedades \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=16.22$, $p\leq 0.00001$) y variedades \times NaCl \times dosis de FitoMas-E ($F_{2,18}=8.37$, $p\leq 0.00001$). El análisis de la interacción variedades \times NaCl, mostró que las tres variedades en 0 mM de NaCl presentaron mayor PE y cuando se aplicó el estrés salino de moderado a severo, el PE disminuyó significativamente hasta llegar a cero en la variedad Emily para 150 mM de NaCl (Tabla 1). Estos resultados probablemente se deben a que al aumentar los niveles de NaCl, impiden una correcta imbibición y ocurre una inhibición del crecimiento del eje embrionario por un retraso de la movilización de reservas y a los disturbios de la membrana causado por la salinidad (Lamz-Piedra *et al.*, 2013, 11; Kamel-Hessini *et al.*, 2015, 1). Resultados similares encontró Reyes-Pérez *et al.* (2013b, 869) al someter a concentraciones de 50 y 100 mM de NaCl las variedades de albahaca Napoletano y Emily, donde al incrementar la salinidad, el PE disminuyó. Para la interacción variedades \times dosis de FitoMas-E[®], se observó un incremento del PE cuando se aplicó FitoMas-E[®] en las tres variedades, con un 33% en la variedad Napoletano y 37% en Nufar con respecto al control, con dosis de 0.5 mL L⁻¹ de FitoMas-E[®] siendo estas las de mayor PE (Tabla 2). En la triple interacción, los resultados mostraron que las tres variedades incrementaron el PE cuando se aplicó FitoMas-E[®], donde la dosis más efectiva fue 0.5 mL L⁻¹, con un incremento entre 14 y 43% con respecto a las plantas del control aún y cuando se sometieron a niveles de estrés salino de 50 y 100 mM (Tabla 3); sin embargo, cuando la concentración de NaCl alcanzó los 150 mM, el PE disminuyó para las tres variedades. El incremento en el PE cuando las plántulas se trataron con FitoMas-E[®], pudiera estar explicado por el efecto benéfico del bioestimulante, relacionado con la presencia en su composición química de sustancias

promotoras del crecimiento vegetal como aminoácidos, proteínas, péptidos, carbohidratos y macroelementos (NO_3 , P_2O_5 , K_2O). Las plantas fabrican las proteínas que necesitan, sintetizándolas a partir de aminoácidos, los cuales a su vez, se producen a partir de un proceso bioquímico complejo. Este proceso consume gran cantidad de energía bioquímica y biológica (Montano 2008, 1025). El FitoMas-E[®] proporciona aminoácidos y péptidos ya formados, que la planta necesita para realizar funciones metabólicas, disminuyendo así el consumo de energía de los procesos biológicos. También puede relacionarse con la presencia de aminoácidos como el L-triptófano, que es un precursor de la síntesis de las auxinas, favorece la germinación y emergencia de las semillas, contiene glicina y ácido glutámico, que actúan como metabolitos fundamentales en la formación de tejidos vegetales (Castillo *et al.*, 2011, 64).

Tabla 1. Efecto de la interacción de variedades \times NaCl en el promedio de tasa, porcentaje de emergencia y variables morfométricas de plántulas de tres variedades de albahaca sometidas a estrés salino.

Variedades	NaCl (mM)	TE	PE %	LR (cm)	AP (cm)	BSR (mg)
Napoletano	0	4.93 ^a	94.79 ^a	9.0 ^a	2.6 ^a	0.07 ^b
Napoletano	50	3.43 ^c	78.95 ^c	6.4 ^c	2.0 ^c	0.04 ^{bc}
Napoletano	100	2.39 ^e	74.37 ^{de}	4.4 ^e	1.3 ^f	0.01 ^{bc}
Napoletano	150	0.13 ^{gh}	5.41 ^g	0.8 ^g	0.3 ⁱ	0.02 ^c
Emily	0	5.02 ^a	95.62 ^a	7.3 ^b	2.4 ^b	0.18 ^a
Emily	50	3.34 ^c	76.66 ^{cd}	6.6 ^c	1.8 ^d	0.04 ^{bc}
Emily	100	2.38 ^e	71.04 ^{ef}	4.1 ^e	1.0 ^h	0.02 ^{bc}
Emily	150	0.01 ^h	0.41 ^h	0.0 ^h	0.0 ^j	0.0 ^c
Nufar	0	4.74 ^b	90.00 ^b	6.3 ^c	2.4 ^b	0.06 ^{bc}
Nufar	50	3.54 ^c	79.37 ^c	5.1 ^d	1.6 ^e	0.02 ^{bc}
Nufar	100	2.15 ^f	69.58 ^f	3.0 ^f	1.2 ^g	0.01 ^{bc}
Nufar	150	0.24 ^g	8.75 ^g	0.0 ^h	0.0 ^j	0.0 ^c

TE: tasa de emergencia; PE: porcentaje de emergencia; LR: longitud de raíz; AP: altura de la plántula; BSR: biomasa seca de raíz. Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $p=0.05$).

Tabla 2. Efecto de la interacción variedades × dosis de FitoMas-E® en el promedio de tasa, porcentaje de emergencia y variables morfométricas de plántulas de tres variedades de albahaca sometidas a estrés salino.

Variedades	FitoMas-E® (mL L ⁻¹)	TE	PE %	LR (cm)	AP (cm)	BSR (mg)	BSPA (mg)
Napoletano	0	2.01 ^g	55.62 ^f	4.66 ^{bc}	1.31 ^g	0.034 ^b	0.121 ^a
Napoletano	0.5	3.44 ^a	73.95 ^a	6.16 ^a	1.86 ^a	0.039 ^b	0.122 ^a
Napoletano	1.0	2.87 ^c	64.37 ^c	5.11 ^b	1.55 ^{bc}	0.035 ^b	0.136 ^a
Napoletano	1.5	2.57 ^e	59.58 ^{de}	4.73 ^{bc}	1.65 ^b	0.032 ^b	0.112 ^{ab}
Emily	0	2.07 ^g	54.16 ^f	3.93 ^{ef}	1.13 ^h	0.03 ^b	0.071 ^b
Emily	0.5	3.25 ^b	68.54 ^b	4.47 ^{cd}	1.45 ^{cdef}	0.039 ^b	0.088 ^{ab}
Emily	1.0	2.77 ^{cd}	61.04 ^{cd}	4.45 ^{cde}	1.33 ^{fg}	0.038 ^b	0.096 ^{ab}
Emily	1.5	2.67 ^{de}	60.00 ^{de}	5.17 ^b	1.52 ^{cd}	0.14 ^a	0.123 ^a
Nufar	0	2.15 ^{fg}	56.25 ^f	3.09 ^g	1.06 ^h	0.022 ^b	0.069 ^b
Nufar	0.5	3.46 ^a	77.08 ^a	4.03 ^{def}	1.47 ^{cde}	0.031 ^b	0.115 ^{ab}
Nufar	1.0	2.76 ^{cd}	61.45 ^{cd}	3.91 ^{ef}	1.42 ^{defg}	0.026 ^b	0.094 ^{ab}
Nufar	1.5	2.28 ^f	52.91 ^f	3.57 ^{fg}	1.35 ^{efg}	0.027 ^b	0.098 ^{ab}

TE: tasa de emergencia; PE: porcentaje de emergencia; LR: largo de raíz; AP: altura de la planta; BSR: biomasa seca de raíz; BSPA: biomasa seca parte aérea. Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $p=0.05$).

Tabla 3. Efecto de la interacción de variedades × NaCl × dosis de FitoMas-E®, en el promedio de tasa y porcentaje de emergencia de tres variedades de albahaca sometidas a estrés salino.

Variedades	NaCl (mM)	FitoMas-E® (mL L ⁻¹)	TE	PE (%)
Napoletano	0	0	3.50 ^{ij}	87.5 ^{cdefg}
Napoletano	0	0.5	5.89 ^a	100 ^a
Napoletano	0	1.0	5.38 ^b	100 ^a
Napoletano	0	1.5	4.96 ^c	91.66 ^{abcde}
Napoletano	50	0	2.51 ^{nñ}	70.00 ^{lmnño}
Napoletano	50	0.5	4.46 ^d	92.50 ^{abcd}
Napoletano	50	1.0	3.68 ^{hi}	79.16 ^{ghijklm}
Napoletano	50	1.5	3.08 ^{kl}	74.16 ^{ijklmnño}
Napoletano	100	0	2.02 ^{pq}	65.00 ^{op}
Napoletano	100	0.5	2.98 ^l	85.83 ^{cdefg}
Napoletano	100	1.0	2.33 ^{mñop}	74.16 ^{ijklmnño}
Napoletano	100	1.5	2.23 ^{ñop}	72.50 ^{ijklmnño}
Napoletano	150	0	0.00 ^t	0.00 ^s
Napoletano	150	0.5	0.43 ^s	17.50 ^f
Napoletano	150	1.0	0.10 st	4.16 ^s
Napoletano	150	1.5	0.00 ^t	0.00 ^s
Emily	0	0	3.91 ^{fgh}	90.00 ^{bcedf}
Emily	0	0.5	5.85 ^a	99.16 ^{ab}
Emily	0	1.0	5.24 ^{bc}	99.16 ^{ab}
Emily	0	1.5	4.96 ^c	94.16 ^{abc}
Emily	50	0	2.60 ^{mn}	69.16 ^{mñño}
Emily	50	0.5	4.16 ^{def}	90.83 ^{abcde}
Emily	50	1.0	3.24 ^{jkl}	71.66 ^{ijklmnño}
Emily	50	1.5	3.37 ^{ijk}	75.00 ^{hijklmnñ}

Emily	100	0	1.78 ^q	57.50 ^p
Emily	100	0.5	2.94 ^{lm}	82.50 ^{efghi}
Emily	100	1.0	2.47 ^{nño}	73.33 ^{ijklmnño}
Emily	100	1.5	2.34 ^{nñop}	70.83 ^{klmnño}
Emily	150	0	0.00 ^t	0.00 ^s
Emily	150	0.5	0.06 ^t	1.66 ^s
Emily	150	1.0	0.00 ^t	0.00 ^s
Emily	150	1.5	0.00 ^t	0.00 ^s
Nufar	0	0	3.73 ^{ghi}	84.16 ^{defgh}
Nufar	0	0.5	5.91 ^a	100 ^a
Nufar	0	1.0	5.35 ^b	97.50 ^{ab}
Nufar	0	1.5	4.06 ^{efg}	78.33 ^{ghijklm}
Nufar	50	0	3.02 ^{kl}	75.83 ^{hijklmn}
Nufar	50	0.5	4.38 ^{de}	93.33 ^{abcd}
Nufar	50	1.0	3.70 ^{ghi}	80.83 ^{fghij}
Nufar	50	1.5	3.04 ^{kl}	67.50 ^{nño}
Nufar	100	0	1.85 ^q	65.00 ^{op}
Nufar	100	0.5	2.59 ^{mññ}	80.00 ^{ghijk}
Nufar	100	1.0	2.12 ^{opq}	67.50 ^{nño}
Nufar	100	1.5	2.02 ^{pq}	65.83 ^{nop}
Nufar	150	0	0.00 ^t	0.00 ^s
Nufar	150	0.5	0.96 ^r	35.00 ^q
Nufar	150	1.0	0.00 ^t	0.00 ^s
Nufar	150	1.5	0.00 ^t	0.00 ^s

TE: Tasa de emergencia; PE: Porcentaje de emergencia. Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $p=0.05$).

Variables morfométricas

Para longitud de raíz (LR) se observaron diferencias significativas entre variedades ($F_{2,18}=167.4$, $p\leq 0.00001$), NaCl ($F_{2,18}=2184$, $p\leq 0.000001$), dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=36.3$, $p\leq 0.000001$), las interacciones variedades \times NaCl ($F_{2,18}=18.96$, $p\leq 0.00001$), variedades \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=14.94$, $p\leq 0.00001$) y variedades \times NaCl \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=14.13$, $p\leq 0.00001$). El análisis de la interacción variedades \times NaCl, mostró que la variedad Napoletano fue la de mayor LR para la concentración de 0 mM (Tabla 1). Los resultados presentan una disminución significativa de esta variable en las tres variedades conforme se incrementó la concentración salina. Este resultado coincide con lo planteado por Paellob (2010, 46), quien afirma que a nivel de raíces, las sales alteran la absorción de agua por lo que afectan el crecimiento de estos órganos; disminuye considerablemente la cantidad de pelos adsorbentes, afectando la absorción de agua y nutrientes. La magnitud de las respuestas de las plantas se encuentra estrechamente relacionada a la concentración de las sales, a la duración del estrés al que se encuentren expuestas y a la especie o cultivar que se trate (Mito *et al.*, 2011, 736).

Uso del FitoMas-E[®] como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial de *Ocimum basilicum* L.

Por otra parte, estos estudios coinciden con lo planteado por Reyes-Pérez *et al* (2013b, 869) quienes mencionan que las sales acumuladas en el suelo afectan el crecimiento y el desarrollo de las raíces, al restringir la absorción de agua con la disminución del potencial osmótico. Otra hipótesis plausible es que una concentración alta de Na, no solo inhibe la absorción de nutrientes directamente por interferencia con transportadores en la membrana plasmática de la raíz, tales como los canales de K, sino también por la inhibición del crecimiento de la raíz a causa del efecto osmótico del Na y a los efectos adversos en la estructura del suelo (Tester y Langridge 2010, 818; Degl'Innocenti *et al.*, 2012, 607). Para la interacción variedades × dosis de FitoMas-E[®], el análisis mostró que las tres variedades incrementaron la LR cuando se aplicó FitoMas-E[®], donde la variedad Napoletano con dosis de 0.5 mL L⁻¹ fue la que alcanzó mayor LR (Tabla 2) con un aumento de un 32% con respecto a las plantas que no fueron tratadas con FitoMas-E[®].

Este bioestimulante está compuesto por diversas sustancias entre las que se encuentra el fósforo, el cual desempeña una actividad importante en la formación del sistema radical. Además contiene quelatos de aminoácidos y de carbohidratos que son de rápida absorción, tienen mayor movilidad dentro de la planta una vez que se absorben y poseen propiedades estimulantes del crecimiento radicular (Mariña *et al.*, 2010, 15; Castillo *et al.*, 2011, 64; Alarcón *et al.*, 2012, 5). La interacción variedades × NaCl × dosis de FitoMas-E[®], mostró que la variedad Napoletano con dosis de 0.5 mL L⁻¹ en 0 mM de NaCl fue la de mayor LR. Para esta misma variedad, cuando el nivel de estrés fue moderado (50 mM de NaCl), la dosis de 1.0 mL L⁻¹ de FitoMas-E[®] estimuló la longitud de la raíz en un 41% con respecto a las plántulas que no recibieron FitoMas-E[®], pero si se encontraban bajo el efecto del NaCl. En la variedad Emily, la dosis estimulante de FitoMas-E[®] fue de 1.5 mL L⁻¹ en las plantas que se encontraban sometidas a concentración de 50 mM de NaCl. De manera general, las tres variedades experimentaron un incremento de LR cuando a las plántulas se les aplicó FitoMas-E[®], aún y cuando se encontraban sometidas a estrés salino de moderado a severo, exceptuando la concentración de 150 mM de NaCl, donde solo la variedad Napoletano con dosis de FitoMas-E[®] de 0.5 mL L⁻¹ logró desarrollarse (Tabla 4). En este estudio, es evidente la influencia que el FitoMas-E[®] ejerció en la variable LR, lo que confirma la capacidad de estimular los procesos vinculados al crecimiento y desarrollo de las plantas, tal como lo señalaron Díaz *et al.* (2011, 205) quienes atribuyen este efecto a los mecanismos de acción bioestimulante, con aminoácidos de acción auxínica, estas hormonas intervienen en el crecimiento de las diferentes partes de las plantas (Núñez *et al.*, 2010, 15).

Para altura de la plántula (AP) se encontraron diferencias significativas entre variedades ($F_{2,18}=122.6$, $p\leq 0.00001$), NaCl ($F_{2,18}=4590$, $p\leq 0.000001$), dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=143.6$, $p\leq 0.000001$), las interacciones variedades \times NaCl ($F_{2,18}=6.91$, $p\leq 0.00002$), variedades \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=9.55$, $p\leq 0.00001$) y variedades \times NaCl \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=19.50$, $p\leq 0.00001$). Al analizar las interacciones se encontró que para variedades \times NaCl, la variedad Napoletano en 0 mM de NaCl fue la de mayor altura y las tres variedades en estudio disminuyeron significativamente la AP a medida que la concentración de NaCl se incrementó (Tabla 1). La altura de la plántula es resultado de la asimilación de nutrientes y los procesos de división y elongación celular de manera normal, por ello su respuesta adecuada en condiciones de salinidad alude a la tolerancia de la planta ante la interferencia en la nutrición mineral, la toxicidad iónica y a los daños en el aparato fotosintético (Paellob 2010, 46). En la interacción variedades \times dosis de FitoMas-E[®], los resultados mostraron que la variedad Napoletano incrementó 41% la AP cuando se aplicó 0.5 mL L⁻¹ de FitoMas-E[®], de manera general las tres variedades incrementaron su altura con respecto al control cuando recibieron tratamiento con FitoMas-E[®]. Al analizar la triple interacción variedades \times NaCl \times dosis de FitoMas-E[®], se observó que la variedad Napoletano en 0 mM de NaCl y con dosis de 1.5 mL L⁻¹ de FitoMas-E[®], logró la mayor AP. Cuando las plántulas se sometieron a estrés salino, la AP disminuyó para las tres variedades en 100 mM de NaCl; sin embargo, cuando recibieron tratamiento con FitoMas-E[®], la AP se incrementó con respecto a las plantas que no recibieron tratamiento con FitoMas-E[®] (Tabla 4). Resultados similares obtuvo Montano (2008) con el uso de FitoMas-E[®] en *Phaseolus vulgaris* L., relacionado con el incremento de variables como altura de la planta, diámetro del tallo, número de hojas por planta, número de vainas y número de granos por vaina, lo cual está dado por los efectos del FitoMas-E[®] sobre los nutrientes presente en las zonas de reserva, movilizándolos a los tejidos de mayor actividad metabólica, indispensable para la formación y multiplicación de nuevas células y tejidos vegetales. Alarcón *et al.* (2012, 5) planteó que la aplicación exógena de este bioestimulante estimula la elongación y la división celular en segmentos de tallos favoreciendo la altura de las plantas, por lo que promueven el crecimiento en general. Según Castillo *et al.* (2011, 64) el bionutriente contiene serina, este aminoácido, interviene en los mecanismos de resistencia de las plantas, ayudando a mantenerla en buenas condiciones y vigorosas.

Biomasa seca de raíz (BSR) mostró diferencias significativas entre variedades ($F_{2,18}=5.17$,

Uso del FitoMas-E[®] como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial de *Ocimum basilicum* L.

$p \leq 0.006$), NaCl ($F_{2,18}=26.55$, $p \leq 0.000001$), dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=2.29$, $p \leq 0.002$), las interacciones variedades \times NaCl ($F_{2,18}=3.73$, $p \leq 0.001$), variedades \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=3.60$, $p \leq 0.002$) y variedades \times NaCl \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=3.10$, $p \leq 0.00008$). La interacción variedades \times NaCl mostró que las variedades Napoletano y Emily en 0 mM, presentaron mayor BSR y conforme las concentraciones de NaCl se incrementaron, la BSR disminuyó significativamente en las tres variedades (Tabla 1). Las afectaciones en el crecimiento y la acumulación de biomasa en las plantas en condiciones salinas, se mantienen a través de todo su ciclo vegetativo. Sin embargo, se requiere atención especial durante el período inicial de crecimiento de las plántulas, una vez aplicado el estrés abiótico, el cual se caracteriza por las variaciones que ocurren en los procesos del metabolismo de las plantas (Tadeo 2000, 481; Morales *et al.*, 2010, 76; Khaliq *et al.*, 2014, 18). En la interacción variedades \times dosis de FitoMas-E[®], las variedades Napoletano y Nufar no mostraron diferencias entre dosis de FitoMas-E[®]; sin embargo, la variedad Emily alcanzó la mayor BSR cuando se aplicó la dosis de 1.5 mL L⁻¹ (Tabla 2). La triple interacción de los factores mostró que la variedad Emily en 0 mM de NaCl con 1.5 mL L⁻¹ de FitoMas-E[®] fue la de mayor BSR. Para los niveles de salinidad de 50 y 100 mM de NaCl no se observaron diferencias significativas en las dosis de FitoMas-E[®], pero se observó que las plántulas tratadas con FitoMas-E[®] tuvieron mayor BSR. Esta variable disminuyó significativamente cuando la concentración de NaCl fue de 150 mM, llegando a 0 mg de BSR (Tabla 4). La acumulación de biomasa de los órganos vegetativos, al igual que el crecimiento de las plántulas, dependen de la intensidad de los procesos de división y diferenciación celular, por lo que en condiciones de estrés salino, el crecimiento de las estructuras vegetativas disminuye significativamente y con mayor intensidad, a medida que aumenta la concentración de sales en el sustrato. En tal sentido, Chávez y Gonzáles (2009, 231) y Reyes-Pérez *et al.* (2013a, 101), plantean que entre los efectos más frecuentes de la salinidad en las plantas, se destaca la disminución del crecimiento por la restricción en el crecimiento celular, debido al potencial bajo de agua del medio externo y a la interferencia de los iones salinos con la nutrición de las plantas o a la toxicidad de iones acumulados que conducen a la muerte celular. Las plantas fabrican las proteínas que necesitan, sintetizándolas a partir de aminoácidos, los cuales se producen a partir de un proceso bioquímico complejo partiendo de elementos básicos como el nitrógeno, carbono, oxígeno e hidrógeno. Cuando a la planta se le aplica el bioestimulante FitoMas-E[®], recibe aminoácidos biológicamente activos de rápida absorción y traslación, lo cual reduce el gasto de

energía metabólica para la síntesis de proteínas, favoreciendo un incremento en la síntesis de solutos orgánicos, lo cual favorece su crecimiento, desarrollo y acumulación de biomasa. El ácido glutámico presente en el FitoMas-E[®] actúa como agente osmótico del citoplasma de las células protectoras.

Para biomasa seca de parte aérea (BSPA) se encontraron diferencias significativas entre variedades ($F_{2,18}=9.66$, $p\leq 0.0001$), NaCl ($F_{2,18}=244.8$, $p\leq 0.000001$), dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=3.36$, $p\leq 0.02$) y para la interacción variedades \times dosis de FitoMas-E[®] ($F_{2,18}=2.66$, $p\leq 0.006$). Las interacciones variedades \times NaCl y variedades \times NaCl \times dosis de FitoMas-E[®], no mostraron diferencias significativas. La interacción variedades \times dosis de FitoMas-E[®] mostró un aumento en las variedades Emily y Nufar superior a 50 % en la BSPA cuando se aplicó FitoMas-E[®] (Tabla 2). Este bioestimulante para promover la defensa antiestrés involucra la síntesis de diversas sustancias como la prolina, glutatión y además puede provocar la activación de enzimas como las peroxidasas, polifenoloxidasas, quitinasas, que son enzimas relacionadas con los mecanismos de defensa de las plantas (Peteira *et al.*, 2008, 32).

Tabla 4. Efecto de la interacción variedades \times niveles salinidad \times dosis de FitoMas-E[®], en el promedio de variables morfométricas de plántulas de tres variedades de albahaca sometidas a estrés salino.

Variedades	NaCl (mM)	FitoMas-E [®] (mL L ⁻¹)	LR (cm)	AP (cm)	BSR (mg)
Napoletano	0	0	8.55 ^b	2.07 ^{cd}	0.090 ^b
Napoletano	0	0.5	10.97 ^a	2.63 ^b	0.091 ^b
Napoletano	0	1.0	7.60 ^{bcd}	2.73 ^b	0.052 ^b
Napoletano	0	1.5	8.87 ^b	3.24 ^a	0.073 ^b
Napoletano	50	0	5.91 ^{efgh}	2.08 ^{cd}	0.040 ^b
Napoletano	50	0.5	5.79 ^{efghi}	2.01 ^{cd}	0.040 ^b
Napoletano	50	1.0	8.34 ^b	2.13 ^c	0.073 ^b
Napoletano	50	1.5	5.69 ^{efghij}	1.96 ^{def}	0.042 ^b
Napoletano	100	0	4.19 ^{klmn}	1.11 ^{klm}	0.009 ^b
Napoletano	100	0.5	4.57 ^{ijklm}	1.66 ^{fghi}	0.016 ^b
Napoletano	100	1.0	4.51 ^{ijklm}	1.34 ^{jk}	0.015 ^b
Napoletano	100	1.5	4.39 ^{ijklm}	1.42 ^{hij}	0.012 ^b
Napoletano	150	0	0.00 ^o	0.00 ^{n̄}	0.00 ^c
Napoletano	150	0.5	3.03 ^{mn̄i}	1.16 ^{ijklm}	0.008 ^c
Napoletano	150	1.0	0.00 ^o	0.00 ^{n̄}	0.00 ^c
Napoletano	150	1.5	0.00 ^o	0.00 ^{n̄}	0.00 ^c
Emily	0	0	6.92 ^{cde}	2.05 ^{cd}	0.080 ^b
Emily	0	0.5	7.76 ^{bc}	2.65 ^b	0.078 ^b
Emily	0	1.0	7.8 ^{bc}	2.65 ^b	0.095 ^b
Emily	0	1.5	6.82 ^{cdef}	2.63 ^b	0.490 ^a
Emily	50	0	5.20 ^{hijkl}	1.69 ^{efgh}	0.036 ^b

Emily	50	0.5	6.20 ^{efgh}	1.96 ^{cde}	0.043 ^b
Emily	50	1.0	6.30 ^{defgh}	1.71 ^{efgh}	0.045 ^b
Emily	50	1.5	8.53 ^b	2.03 ^{cd}	0.057 ^b
Emily	100	0	3.59 ^{mnñ}	0.78 ⁿ	0.004 ^b
Emily	100	0.5	3.93 ^{lmn}	1.19 ^{iklm}	0.0382 ^b
Emily	100	1.0	3.71 ^{mnñ}	0.98 ^{lmn}	0.012 ^b
Emily	100	1.5	5.35 ^{hijk}	1.42 ^{hij}	0.021 ^b
Emily	150	0	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c
Emily	150	0.5	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c
Emily	150	1.0	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c
Emily	150	1.5	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c
Nufar	0	0	5.59 ^{fg hij}	1.97 ^{cde}	0.065 ^b
Nufar	0	0.5	6.85 ^{cdef}	2.66 ^b	0.070 ^b
Nufar	0	1.0	6.72 ^{cdefg}	2.55 ^b	0.067
Nufar	0	1.5	6.30 ^{defgh}	2.52 ^b	0.074 ^b
Nufar	50	0	4.39 ^{ijklm}	1.36 ^{jk}	0.020 ^b
Nufar	50	0.5	5.82 ^{efghi}	1.84 ^{cdefg}	0.039 ^b
Nufar	50	1.0	5.50 ^{ghijk}	1.81 ^{defg}	0.027 ^b
Nufar	50	1.5	5.05 ^{hijkl}	1.66 ^{ghi}	0.024 ^b
Nufar	100	0	2.40 ^ñ	0.93 ^{mn}	0.004 ^b
Nufar	100	0.5	3.45 ^{mnñ}	1.39 ^{ijk}	0.016 ^b
Nufar	100	1.0	3.44 ^{mnñ}	1.34 ^{jk}	0.011 ^b
Nufar	100	1.5	2.94 ^{nñ}	1.23 ^{jkl}	0.009 ^b
Nufar	150	0	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c
Nufar	150	0.5	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c
Nufar	150	1.0	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c
Nufar	150	1.5	0.00 ^o	0.00 ^ñ	0.00 ^c

LR: largo de raíz; AP: altura de la plántula; BSR: biomasa seca de raíz. Medias con letras distintas en una misma columna difieren estadísticamente (Tukey HSD, $p=0.05$).

Estas sustancias las elaboran las plantas como respuesta a situaciones estresantes, resultado de alteraciones bióticas y abióticas. Para lograr esto, las plantas movilizan gran cantidad de energía los cuales desvían de su metabolismo principal (Montano 2008, 1025). El FitoMas-E® está compuesto de sustancias complejas como aminoácidos, péptidos, bases nitrogenadas y oligosacáridos, las cuales son estructuras básicas que funcionan como unidades para construir desde el RNA celular, sustancias más complejas tales como vitaminas, enzimas y otras estructuras químicas esenciales en la adaptación y la defensa antiestrés que le permiten a las plantas sometidas a niveles de estrés lograr atenuar los efectos negativos del estrés en el crecimiento y desarrollo (Castillo *et al.*, 2011, 64). En la variedad Napoletano se observó un incremento numérico cuando la dosis de FitoMas-E® fue de 1 mL L⁻¹, pero no se observaron diferencias estadísticas en esta variedad para las diferentes dosis de FitoMas-E®.

Conclusiones

Se presentó una respuesta diferencial entre variedades para tasa de emergencia, porcentaje de emergencia y variables morfométricas en condiciones de estrés por NaCl y la aplicación del bioestimulante FitoMas E[®], destacándose la variedad Napoletano como la más tolerante, presentando los valores mayores en todas las variables evaluadas con la aplicación del FitoMas E[®] en concentraciones de NaCl de 0, 50 y 100 mM.

La dosis de 0.5 mL L⁻¹ del FitoMas-E[®] logró un efecto estimulante para la Napoletano en las concentraciones de 0 a 150 mM de NaCl y mientras que la de 1.0 mL L⁻¹ mostró un cambio para la variedad Emily en concentraciones desde 0 a 100 mM de NaCl. Se evidenció que a una concentración de 150 mM de NaCl las variedades Emily y Nufar no lograron desarrollarse.

Agradecimientos

Esta investigación se desarrolló con recursos de los proyectos AGROT1 y AO1 del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, SAGARPA-CONACYT 2009 No. 126183 y CIENCIA BÁSICA SEP-CONACYT No. 236240. Se agradece el apoyo técnico de Carmen Mercado-Guido, Pedro Luna-García, Lidia Hirales-Lucero, Manuel Salvador Trasviña-Castro y Mirian Lizzeth Hernández-De Haro.

Referencias

- Alarcón, Z.A., Barreiro, E.P., Alarcón, Z.A., Díaz, S.Y. (2012). Efecto del Biobras-16 y el FitoMas-E en algunos indicadores del crecimiento y el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad "Vyta". Revista Granma Ciencia.1: 5-8.
- Castillo, P.G.; Villar, D.J., Montano, M.R.; Martínez, C., Pérez-Alfocea, F., Albacete, A., Sánchez, B.J., Acosta, E.M. (2011). Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FitoMas-E. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 1: 64-67.
- Chávez, S.L., González, L.M. (2009). Mecanismos moleculares involucrados en la tolerancia de las plantas a la salinidad. ITEA. 105: 231-256.
- Chen, Z., Shabala, S., Mendham, N., Newman, I., Zhang, G., Zhou, M. (2008). Combining ability of salinity tolerance on the basis of NaCl-induced K⁺ flux from roots of barley. Crop Science. 48: 1382-1388.
- Dai-Yin, C., Dilkes, B., Luo, H., Douglas, A., Yakubova, E., Lahner, B., Salt, D.E. (2013). Polyploids exhibit higher potassium uptake and salinity tolerance in Arabidopsis. Science. 341:658-659.

- Degl'Innocenti, E., Kaddour, R., Guidi, L., Lachaa, M., Navari-Izzo, F., Ouerghi, Z. (2012). Effects of NaCl or Na₂SO₄ salinity on plant growth, ion content and photosynthetic activity in *Ocimum basilicum* L. *Acta Physiol Plant*: 34: 607-61.
- Díaz, M., Delgado, G., Rivas, M., Torres, E., Saura, M. (2011). Implementation of an *in vitro* bioassay as an indicator of the bionutrient FitoMas-E. *Ciencia e Investigación Agraria*. 2: 205-210.
- Finkel, E. (2009). With phenomics, plant scientists hope to shift breeding into overdrive. *Science*. 325: 380-381.
- García, E. (1981). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ghulam-Abbas, Muhammad-Saqib, Javaid-Akhtar, and Muhammad Anwar ul Haq (2015). Interactive effects of salinity and iron deficiency on different rice genotypes. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 178:306–311.
- Godfray, H., Beddington, J.R., Crute, I., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 327: 812-818.
- Heidari, M., Golpayegani, A. (2012). Effects of water stress and inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on antioxidant status and photosynthetic pigments in basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 11: 57-61.
- ISTA. (1999). International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. Zurich, Switzerland. 321 p.
- Kamel-Hessini, Selma Ferchichi, S., Salah Ben Youssef, Koyro Hans Werner, Cristina Cruz, and Mhemmed Gandour (2015). How does salinity duration affect growth and productivity of cultivated barley? *Agronomy Journal* 107: 1-7.
- Khaliq, S., Ullah, Z., Rehman, A., Khaliq, R. (2014). Physiological and biochemical basis of salt tolerance in *Ocimum basilicum* L. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 2: 18-27.
- Lamz-Piedra, A., Reyes-Guerrero, Y. y González-Cepero, M.C. (2013). Indicadores bioquímicos para la selección temprana de genotipos de arroz (*Oryza sativa* L.) con tolerancia a la salinidad. *Cultivos Tropicales*. 1:11-17.
- Little, T.M., Hills, F.J. (1989). Statistical methods in agricultural research. Versión en español. 'Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura'. Ed. Trillas. México. 270p.
- Maguire, J.D. (1962). Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*. 2: 176-177.
- Mariña, C., Nieto, M., Castillo, P., Bruqueta, D., Blaya, R. (2010). Efecto del estimulante Fitomas-E sobre el crecimiento, rendimiento y calidad en tabaco negro cultivado sobre bases agroecológicas. *Revista Granma Ciencia*. 3: 15-20.
- Mito, T., Seki, M., Shinozaki, K., Ohme-Takagi, M., Matsui, K. (2011). Generation of chimeric repressors that confer salt tolerance in Arabidopsis and rice. *Plant Biotechnology Journal*. 9: 736-746.

- Montano, R. (2008). FitoMas-E, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar. La Habana: 1025-3076 p.
- Morales, D., Rodríguez, P., Dell'Amico, J. M., Torrecillas, A., Sánchez, M. J. (2010). Efecto del estrés por NaCl en el crecimiento y las relaciones hídricas en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) durante el período vegetativo. Cultivos Tropicales. 4: 76-81.
- Núñez, M., Mazorra, L.M., Martínez, L. (2010). Los brasinoesteroides y las respuestas de las plantas a estrés abióticos. Una visión actualizada. Cultivos Tropicales. 2: 15-21.
- Ojeda-Silvera, C.M., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Reynaldo-Escobar, M.I., Ruíz-Espinoza, F.H., García-Hernández, J.L. (2015). Emergencia y crecimiento de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés hídrico. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. 2: 151-160.
- Paelloob, F. (2010). Root length, ion uptake and relationship with salinity tolerance in wheat, rice and prewiff. Plant Growth Regulation: 1: 46-54.
- Peteira, B., Fernández, A., Rodríguez, H. y González, E. (2008). Efecto del BION y del FitoMas-E como inductores de resistencia en plantas de arroz infestadas con *Stenotarsonemus spinki*. Revista Protección Vegetal. 23 (1):32-37.
- Postnikova, O.A., Nemchinov, L.G. (2015). Natural antisense transcripts associated with salinity response in alfalfa. The plant genome. 8 (2): 33-39.
- Pulido, V.J., Soto, O.R., Castellanos, L. (2013). Efecto del biobras y el FitoMas-E en el tomate de crecimiento indeterminado en casas de cultivo protegido. Centro Agrícola. 1: 29-34.
- Reyes-Pérez, J.J., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Reynaldo-Escobar, M.I., Rueda-Puente, E.O., García-Hernández, J.L. (2013a). Tolerancia a la salinidad en variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en las etapas de germinación, emergencia y crecimiento inicial. Universidad y Ciencia. 2: 101-112.
- Reyes-Pérez, J.J., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Reynaldo-Escobar, M.I., Rueda-Puente, E.O. (2013b). Germinación y características de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) sometidas a estrés salino. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 6: 869-880.
- Reyes-Pérez, J.J., Murillo-Amador, B., Nieto-Garibay, A., Troyo-Diéguez, E., Reynaldo-Escobar, M.I., Rueda-Puente, E.O. (2014). Crecimiento y desarrollo de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en condiciones de salinidad. Revista Terra Latinoamericana. 1: 35-45.
- StatSoft Inc. (2011). Statistica. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1098 p.
- Steel, G.D., Torrie, J.H. (1995). Bioestadística. Principios y procedimientos. Ed. McGraw Hill. México. 622 p.
- Tadeo, F. (2000). Fisiología de las plantas y el estrés. En: Fundamentos de Fisiología Vegetal (J. Azcón-Bieto y M. Talón). Ed. McGraw-Hill Interamericana-Ediciones de la Universidad de Barcelona, Madrid-Barcelona. 481-490p.
- Tarchoune, I., Sgherri, C., Baatour, B., Izzo, R., Lachal, M., Navari-Izzo, F., Ouerghi, Z. (2013). Effects of oxidative stress caused by NaCl or Na₂SO₄ excess on lipoic acid and

tocopherols in Genovese and Fine basil (*Ocimum basilicum* L.) *Annals of Applied Biology*. 163: 23-32.

Tester, M., Langridge, P. (2010). Breeding technologies to increase crop production in a changing world. *Science*. 327: 818-822.

Viñals, M., García, A., Montano, R., Villar, J., García, T., Ramil, M. (2011). Estimulante de crecimiento agrícola FitoMas; resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 3:1-2.

