

EFFECTO DE LOS REGULADORES DE CRECIMIENTO Y BIOESTIMULANTE EN EL RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.), C.E. ILLPA-PUNO

EFFECT OF GROWTH REGULATORS AND BIOSTIMULANTS ON THE YIELD OF POTATO CROPS (*Solanum tuberosum* L.), C.E. ILLPA-PUNO

Sosa Choque Julio Cesar^{1*}, Quispe Cruz Stephany Victoria¹, Pauro Flores Luis¹, Cañazaca Choquehuanca Edwin¹

¹ Universidad Nacional del Altiplano, Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica. Puno, Perú

 <https://orcid.org/0000-0002-2700-0575>

 <https://orcid.org/0009-0000-4696-1040>

 <https://orcid.org/0000-0002-0431-4643>

 <https://orcid.org/0000-0001-7808-6471>

*Autor para correspondencia, email: jsosa@unap.edu.pe

RESUMEN

Los bajos rendimientos del cultivo de papa en condiciones del Altiplano, nos lleva a la búsqueda de mejores técnicas para contribuir en el aumento de la producción, para disminuir la escasez de alimentos a largo plazo y poder contribuir a la seguridad alimentaria de la población. El objetivo fue determinar el efecto de los reguladores de crecimiento y bioestimulantes en el rendimiento del cultivo de papa, donde se evaluaron diferentes parámetros como: emergencia, número de tallos, porcentaje de floración, altura de planta, número de tubérculos por planta, peso promedio de tubérculos/planta; las evaluaciones se dieron desde la emergencia, los diferentes productos se aplicaron en la siembra e inicio de floración, para el análisis se distribuyeron los tratamientos en un diseño bloque completo al azar; los resultados fueron favorables para el tratamiento 1 (T1: Phyllum + Cresisac) aplicado en la siembra, desde la emergencia hasta la altura de la planta a los 60 días, así mismo en el incremento de rendimiento de tubérculos destaco este mismo tratamiento de Phyllum + Cresisac, siendo provechoso para el cultivo de papa, obteniendo 18.50 kg/parcela, superando a los demás tratamientos mientras que el testigo obtuvo 14.46 kg/parcela siendo el de menor rendimiento, también se concluye que el tiempo para aplicar el bioestimulante (Phyllum), en combinación con reguladores de crecimiento (Cresisac y Ethesac) es durante la siembra.

Palabras clave: bioestimulante, papa, reguladores de crecimiento, rendimiento.

ABSTRAC

The low yields of potato cultivation in Altiplano conditions lead us to search for better techniques to contribute to increasing production, to reduce long-term hunger and to contribute to the food security of the population. The objective was to determine the effect of growth regulators and biostimulant on the yield of the potato crop, where different parameters were evaluated such as: emergence, number of stems, percentage of flowering, plant growth, number of tubers per plant, weight average number of tubers/plant, the evaluations were given from emergence, the different products were applied at sowing and beginning of flowering, for the analysis the treatments were distributed in a complete randomized block design; The results were favorable for treatment 1 (Phyllum + Cresisac) applied at sowing, from emergence to plant height at 60 days, likewise in the increase in yield I highlight this same treatment 1 (Phyllum + Cresisac), being beneficial for the potato crop, obtaining 18.5 kg/plot, surpassing the other treatments while the control obtained 14.46 kg/plot being the lowest yield, it is concluded that the time to apply the biostimulant (PHYLLUM), in combination with regulators of growth (CRESISAC AND ETHESAC) is during sowing.

Keywords: Biostimulant, Potato, Growth regulators, Yield.

Introducción

Las culturas antiguas de nuestra historia siempre han estado vinculadas al cultivo de la papa, cuando se originó la agricultura, los primeros pobladores del Perú colectaron tubérculos de especies silvestres que se localizaron distribuidas extensamente en nuestro territorio, constituyendo una de las zonas de mayor riqueza genética de la papa en el mundo, a través de los años, el agricultor seleccionó híbridos que producían tubérculos de mayor tamaño, sabor menos amargos y estén adaptados a las diferentes condiciones de suelos y climas de los Andes peruanos (MINAN, 2019).

El cultivo de papa tiende a ser un alimento de alta demanda de consumo, por lo cual es necesario buscar una mayor producción del cultivo, ante el aumento de la población y la necesidad, en el interés de los productores, es fundamental optar y sugerir por alternativas que nos lleve a obtener considerablemente buenos rendimientos, sin la necesidad de depender de productos químicos sintéticos o artificiales, que tienen su papel en la mejoría del vegetal pero que afecta la sostenibilidad ecológica de los agroecosistemas, una alternativa orgánica ante el uso de estos fertilizantes, son los bioestimulantes que no solamente ayuda en el desarrollo de la planta, sino que es amigable con el ambiente y los productores agrícolas ya empiezan a usarlos en sus cultivos, ya que estimula los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas, los bioestimulantes son sustancias que son empleadas o aplicadas en cultivos (Gonzales, 2012), con el fin de aportar nutrientes y absorber, que mejoraran las características agronómicas de la planta, además de su tolerancia frente al estrés. Los objetivos fueron: Evaluar el desarrollo del cultivo de papa con la aplicación del bioestimulante (PHYLLUM) en combinación con los reguladores de crecimiento (CRESISAC- ETHESAC) y Determinar el mejor tratamiento (reguladores de crecimiento y bioestimulante) en el rendimiento del cultivo de papa (Wang, y Irving 2014).

Materiales y Métodos

El proyecto investigativo se llevó a cabo en el centro experimental Illpa de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno, ubicada en el distrito de Paucarcolla, provincia y región de Puno, situada a una altitud de 3827 m.s.n.m., las variables climáticas del C.E. – Illpa, son definidas por características elementales como, la precipitación, humedad relativa, temperatura, y la evapotranspiración, estas características en conjunto dan como efecto un clima frío y seco en invierno, durante el resto del año es templado frío y semiseco.

La muestra del análisis fisicoquímico del suelo, se analizó en el laboratorio de agua y suelos de la escuela

profesional de Ingeniería Agronómica- Facultad Ciencias Agrarias-UNA Puno, cuyos resultados muestran un suelo de textura franca arcillo arenoso, con un pH de 5.75, adecuado para el cultivo de papa. Se empleó tubérculos-semilla de papa de la variedad Imilla negra para el material experimental, así como también los reguladores de crecimiento (Cresiac, Ethesac) y bioestimulante (Phyllum).

El trabajo de investigación se llevó a cabo bajo un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), se tuvo 5 tratamientos considerando el testigo (T1: Cresiac + Phyllum en siembra; T2: Ethesac + Phyllum en siembra; T3: Cresiac + Phyllum en inicio de floración; T4: Ethesac + Phyllum en inicio de floración; T5: Testigo), con tres repeticiones cada una de ellas y un total de 15 unidades experimentales.

Parámetros evaluados:

- Emergencia de planta por parcela: Se evaluaron el número de plantas emergidas hasta los 30 días llevándose estos datos a porcentaje.
- Número de tallos: Esta evaluación se llevó a los 45 días, donde se hizo el conteo respectivo.
- Altura de planta: Para esta evaluación se tomaron al azar un total de 10 plantas por tratamiento donde se realizó la evaluación a los 30 y 60 días. Para esta evaluación se utilizó cinta métrica para medir la altura desde el cuello de la planta hasta el ápice.
- Porcentaje de floración: Esta evaluación se dio a los 15 días después de la aparición de los primeros botones florales.
- Número de tubérculos por planta: Se realizó la evaluación al momento de la cosecha tomando muestras de plantas por cada tratamiento y repetición.
- Rendimiento de tubérculos (kilogramos/parcela): Esta evaluación se expresó en kilos, se tomaron muestras de cada tratamiento, de esta manera se obtuvo el peso total, teniendo como resultado el peso promedio de cada tratamiento.

Variables en estudio: Variable Independiente (Reguladores de crecimiento y bioestimulante), variables de respuesta (Emergencia, número de brotes, Número de tallos, altura de planta (30 y 60 días), porcentaje de floración, número de tubérculos por planta y rendimiento de tubérculos en kg/parcela).

Resultados y Discusión

El efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, sobre el porcentaje de emergencia del cultivo de papa (figura 1), mostró que el tratamiento de

Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo un porcentaje de 32.2%, siendo el mayor porcentaje de emergencia de papa el cual supera por mínima diferencia a los demás tratamientos, en último lugar está el testigo que obtuvo el menor porcentaje de 30.73%. Se afirma que el porcentaje de emergencia de los tubérculos-semilla se dieron de manera similar bajo las condiciones del terreno experimental. Los resultados que se obtuvieron en el campo experimental, coinciden con el trabajo de investigación de Pilar (2011), “uso de bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. “única”

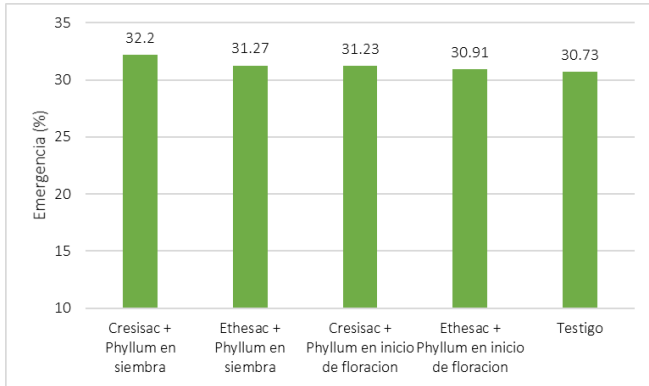


Figura 1. Porcentaje de emergencia de tubérculos por tratamiento

El número de tallos del cultivo de papa (figura 2), con el tratamiento (T1) Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo 4.51 tallos, el cual supera a los demás tratamientos; el T1 presenta una ligera ventaja debido a que ambos productos utilizados presentan un importante porcentaje de fitohormonas GA (giberelinas). Méndez (2013), señala que la aplicación de giberelinas provoca la acumulación de reguladores en niveles adecuados para permitir el proceso de división y agrandamiento celular que conduce al rompimiento de la dormancia, así mismo, se observa como el T2, fue inferior a los otros tratamientos que no fueron aplicados por dichos productos, estudios realizados por Rylski et al., (1994), señalan que la utilización temporal de etileno puede finalizar el proceso de dormancia e inhibir el crecimiento del brote, en este punto podemos afirmar que el producto utilizado Ethesac que contiene fitohormonas de etileno afecto el número de tallos, aunque la diferencia no es relevante.

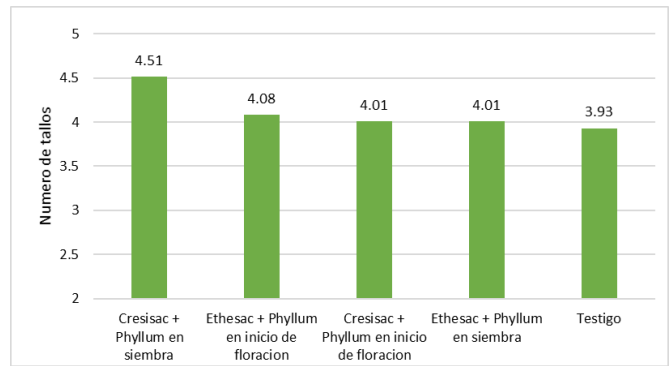


Figura 2. Numero de tallos por tratamiento

El porcentaje de floración del cultivo de papa (figura 3), muestra que el tratamiento Cresisac + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo un porcentaje de 98%, siendo el mayor porcentaje de floración, el tratamiento (T1) fue superior, debido a la influencia de las giberelinas que predomina en el tratamiento, siendo sus funciones principales de interrumpir el periodo de latencia de las semillas, estimular la brotación de yemas y promover el desarrollo de los frutos (floración). Del mismo modo Gupta (2013), afirma que las GA tienen una gran relevancia en los procesos de iniciación de la floración, por lo cual es sumamente vital para la fertilidad de las plantas masculinas y femeninas. George (2008), asegura que cuando se presenta una menor cantidad de GA se observa una esterilidad y un bajo desarrollo de los aparatos reproductores vegetales.

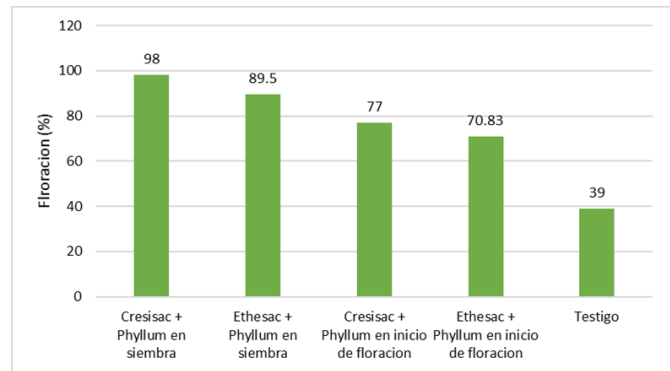


Figura 3. Porcentaje de floración en plantas por tratamiento

Para altura de plantas evaluada a los 30 días el T1 (Cresisac + Phyllum aplicado en siembra), obtuvo 5.77 cm de altura, el cual supero a los demás tratamientos de manera que se afirma que existe diferencias estadísticas altamente significativas frente a los otros tratamientos T2, T3, T4 y T5, a lo que Cossío (2013), afirma que las giberelinas son esencialmente hormonas estimulantes del crecimiento al igual que las auxinas. Figura 4.

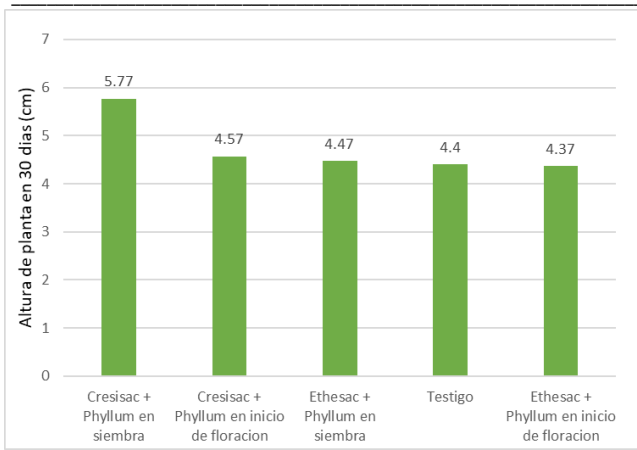


Figura 4. Altura de planta a los 30 días

Para altura de planta a los 60 días (figura 5), se observa el efecto de la aplicación de los reguladores de crecimiento en combinación con un bioestimulante en dos tiempos de aplicación, donde el tratamiento de Cريسيساك + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo 40.85 cm, de altura de planta a los 60 días el cual supero a los demás tratamientos. En cuanto a los otros tratamientos mantienen una mínima diferencia entre ellos, y en el último lugar está el testigo que obtuvo una altura de 37.96 cm siendo la menor altura de planta, del mismo modo hay muchas investigaciones donde resulta favorable el uso de bioestimulantes en el cultivo de papa, así como en el trabajo de Águila (2011), uso de bioestimulantes en la producción de papa variedad “única” en siembra, en su cuarta evaluación para altura de planta a los 70 días tuvo como observación una altura de 105,56 cm con Agrostemin®, siendo destacable frente a los demás tratamientos. En relación a los bioestimulantes García (2007), refiere que son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta; por tanto, es de importancia los efectos que estas producen sobre los rendimientos y la calidad de la producción.

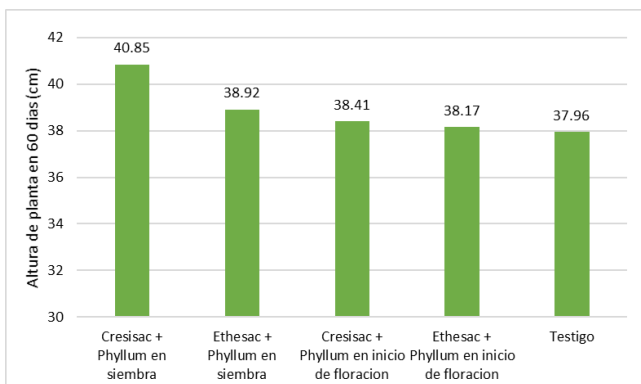
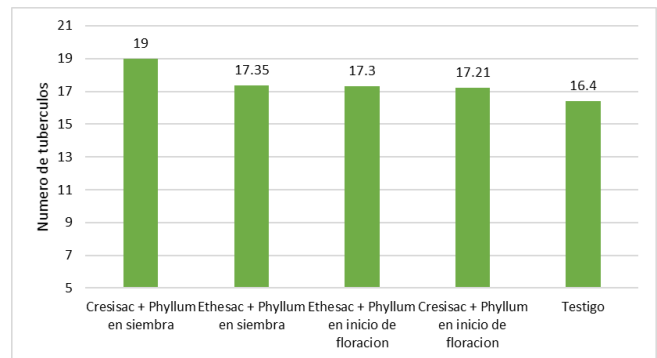


Figura 5. Altura de planta a los 60 días.

En la evaluación de número de tubérculos por planta (figura 6), el tratamiento T1 obtuvo 19 tubérculos, siendo el

mayor número de tubérculos, la diferencia es mínima entre los tratamientos T2, T3, T4 y T5 por lo que se esperaba resultados con diferencias, debido a que, las hormonas vegetales juegan un rol importante en el control de la tuberización en papa. Referente a la aplicación de giberelinas (GA); Dhital y Lim (2012), afirman que estas fitohormonas inhiben la formación de los tubérculos; es decir mientras menor contenido de GA se promueve la tuberización. No obstante, Aksenova *et al.*, (2011), nos habla de las citoquininas estas estimulan la formación de los tubérculos en muchas especies tuberosas, además se indica que en varios estudios se considera a la BA como una hormona promotora de la tuberización en papa, debido a que reduce algunos de los procesos promovidos por GA durante el desarrollo de las plantas.

Figura 6. Numero de tubérculos por planta.



En lo referente al rendimiento de tubérculo en kg/parcela del cultivo de papa (Figura 7), se observa que el tratamiento de Cريسيساك + Phyllum aplicado en siembra, obtuvo 18.5 kg/parcela, lo que indica el T1 destaco en el incremento del rendimiento de papa, superando a los demás tratamientos. García (2007), refiere que los bioestimulantes son una fuente de nutrientes esenciales para el desarrollo fisiológico de la planta; por tanto, es de importancia los efectos que estas producen sobre los rendimientos, lo cual es importante resaltar que en muchos casos realizar tratamientos a la semilla aumenta en el rendimiento de la papa, lo cual esto incrementara el número de tubérculos por planta y está en relación directa con el número de tallos, mismo que está determinado por el número de yemas brotadas en el tubérculo semilla. Sin embargo es importante aclarar los T3 y T4 los cuales fueron aplicados días antes de la floración, para ver cómo influye en el rendimiento, a pesar de aplicar dichos productos no fueron favorables para el rendimiento de papa, de esta manera se ratifica que los tratamientos con bioestimulantes no siempre son superiores a los tratamientos sin bioestimulante, Rojas (1987) y Ramírez (2008), mencionan que al aplicar bioestimulantes al follaje se encuentran aumentos pero estos no son siempre significativos

estadísticamente, aunque el aumento de rendimiento al usar bioestimulantes a veces es económicamente beneficioso.

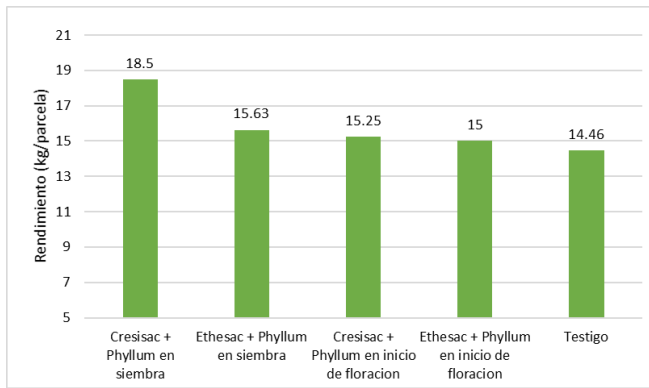


Figura 7. Rendimiento de tubérculo por parcela.

Conclusiones

Se concluye referente al desarrollo del cultivo de papa, que en los parámetros de porcentaje de emergencia y número de tallos, los tratamientos fueron similares, sin embargo, en las evaluaciones de porcentaje de floración, número de tubérculos y altura de la planta a los 30 y 60 días, el tratamiento 1 (Phyllum + Cresisac), fue el que tuvo mejores resultados frente a los demás tratamientos, de esta manera se afirma, que el tiempo para aplicar el bioestimulante (PHYLLUM), en combinación con reguladores de crecimiento (CREISISAC y ETHESAC) es durante la siembra, ya que resulta favorable para el desarrollo de la planta, para los demás tratamientos el resultado no fue aprovechable, debido a la aplicación de reguladores de crecimiento, que inhibieron el desarrollo, así como el tiempo en que fueron aplicadas.

El tratamiento que destacó en el incremento del rendimiento fue el T1 (Phyllum+ Cresisac) aplicado en siembra; se obtuvo 18.5 kg/parcela, lo que indica que este tratamiento superó a los demás tratamientos, incrementando el número de tubérculos y rendimiento.

Referencias

Aguila, C. (2011). Uso de bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) c.v. ÚNICA en siembra de primavera La Joya. Tesis de grado. Facultad de Ciencias biológicas y agropecuarias- UNSA. Majes- Arequipa.

Aksenova N. P., Konstantinova T. N., Golyanovskaya S. A., Sergeeva L. I., Romanov G. A. (2011). Hormonal regulation of tuber formation in potato plants. *Russian Journal of Plant Physiology*. 59: 451-466.

Cossio, L. (2013). Reguladores de Crecimiento, Fisiología Vegetal. Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 18 de

junio de 2024, de: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Reguladores%20de%20Crecimiento%20en%20las%20plantas.pdf>

Dhital S. P., Lim H. T. (2012). Microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L.) as influenced by supplementary nutrients, plant growth regulators. *Potato Research*. 55:97-108.

García, L. (2007). Revisión Literaria. Bioestimulantes. Importancia de los bioestimulantes (Tesis de pregrado). San Cristóbal. República Dominicana.

George, E.F. (2008). Plant propagation by tissue culture. Volume 1. The Background, 3rd Edition. Berlin: Springer. 504 pp.

Gonzales R. (2012). Evaluación de dos bioestimulantes en el crecimiento y producción en papa. Escuela de Agronomía. Universidad de Talca, Chile

Gupta, V.P. (2013). Plant growth-promoting *Bacillus subtilis* strain as potential inducer of systemic resistance in tomato against *Fusarium* wilt. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 107(2):145-154. <https://www.jstor.org/stable/43226854>

Méndez, A. (2013). Evaluación de tres niveles de fertilización nitrogenada y su interacción con tres dosis de giberelinas en Aster (*Aster* sp). Tesis de Grado. Universidad Central del Ecuador. Quito - Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2032/1/T-UCE-0004-34.pdf>

Ministerio de Ambiente. MINAN, (2019). Línea de base de la diversidad genética de la papa peruana con fines de bioseguridad. Servicios Gráficos Rosales Magdalena del mar, Lima-Perú

Pilar, C. (2011). Uso de bioestimulantes en la producción de papa (*Solanum tuberosum* L.) c.v. ÚNICA en siembra de primavera La Joya. Tesis de grado. Facultad de Ciencias biológicas y agropecuarias- UNSA. Majes- Arequipa.

Ramírez, H. (2008). El uso de hormonas en la producción de cultivos hortícolas para exportación departamento de horticultura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Saltillo Coahuila, México.

Rojas, M. y Ramírez, H. (1987). Control hormonal del desarrollo de las plantas. Primera edición, Ed. Limusa. México. 239 p.

Wang, Y.H., & Irving, H.R. (2014). Developing a model of plant hormone interactions. *Plant Signaling & Behavior*, 6(4), p.494-500.