

EVALUACION DEL FERTIRRIEGO Y APLICACIÓN DE BIOESTIMULANTES SOBRE EL CRECIMIENTO EN PAPA (*Solanumtuberosum* L.)¹

EVALUATION OF FERTIGATION AND BIOSTIMULANTS USE ON POTATO GROWTH *Solanumtuberosum* L.

Bayron Germán Benavides² Edgar Daniel Fajardo²; Germán Chaves J³; Ibonne Valenzuela⁴

RESUMEN

El cultivo de papa es uno de los principales soportes económicos de los productores de las zonas altas de la región andina, sin embargo existen factores ambientales y socioeconómicos que hacen que el cultivo de la papa no sea sostenible y por eso se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas que mejoren la competitividad del cultivo y generen unas mejores condiciones de vida a los agricultores. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones mediante 11 muestreos destructivos en el cultivo de papa *Solanumtuberosum* L. en la variedad Diacol Capiro, en un suelo del corregimiento de Jamondino municipio de Pasto. Se consideraron seis tratamientos: testigo absoluto, fertilización N-P-K 1300 Kg ha⁻¹ mediante análisis de suelos, fertirriego con la aplicación de Extractum raíz a la siembra, fertirriego con la aplicación de Extractum RNA estructural a los 60 días después de la siembra, fertirriego con la aplicación de Extractum raíz a la siembra y Extractum RNA estructural 60 dds y fertirriego.

Para evaluar el crecimiento se encontraron el índice de área foliar (IAF), tasa relativa de crecimiento (TRC), tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento del cultivo (TCC) y área foliar. Se ajustaron a un modelo polinomial, encontrándose que todos los tratamientos evaluados presentaron un comportamiento similar. El mejor rendimiento se obtuvo con la aplicación de Extractum raíz a la siembra con un promedio de 41,03 ton ha⁻¹

Palabras Claves: Índices de crecimiento, área foliar, rendimiento, Diacol Capiro.

¹Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo. 2010

²Estudiante, Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, E-mail: byronmax@hotmail.com; quenista2004@yahoo.es

³Ingeniero Agrónomo. Esp. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia, E-mail: g-ch-j@hotmail.com

⁴Ingeniero Agrónomo. M.Sc. AGROSAGI S.A. E-mail: ivalenbal@hotmail.com

ABSTRACT

The potato crop is one of the economic mainstays of the producers of the highlands of the Andean region, but there are environmental and socioeconomic factors that make the potato crop is not sustainable and therefore it is necessary to search new alternatives to improve crop competitiveness and create better living conditions for farmers. The design of randomized complete block with four repetitions using 11 destructive sampling in the potato *Solanum tuberosum* L. DiacolCapiro variety, in a soil of the township of Jamondino municipality of Pasto. Six treatments were considered: absolute control, fertilization NPK 1300 Kg ha⁻¹ by analysis of soils, fertigation with the application root Extractum, fertigation with the implementation Extractum RNA Structural at 60 days after planting, fertigation with application root Extractum and Extractum RNA Structural 60 dds.

To evaluate the growth were found on leaf area index (LAI), relative growth rate (RGR), net assimilation rate (NAR), crop growth rate (CGR) and leaf area. Were fitted to a polynomial model, we found that all treatments showed a similar pattern. The best performance is obtained with the application of root Extractum with an average of 41.03 ton ha⁻¹

Keywords: *Growth rates, leaf area, yield, DiacolCapiro.*

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la papa juega un papel muy importante dentro de la economía nacional y regional la cual es una fuente generadora de empleo directo e indirecto (Pérez y Portillo, 2009). En la producción de papa se incluyen variedades regionales y mejoradas, DiacolCapiro tiene gran acogida a nivel nacional por su demanda comercial e industrial, aunque ha sido poco estudiada mediante un sistema de fertirriego el cual aporte los requerimientos nutricionales durante su ciclo de cultivo.

La producción de papa sufre alteraciones a consecuencia de factores climáticos como las lluvias o sequía dentro de su crecimiento y desarrollo, debido a esto, es importante evaluar el comportamiento de éste cultivo a la aplicación de dos bioestimulantes no hormonales:

Extractum Raíz y Extractum RNA Estructural que pueden ayudar en la eficiencia fisiológica, mejorar la producción, estructura de las raíces, la arquitectura y proporción del follaje mejorando así la asimilación de nutrientes y actividad fotosintética (AGROSAGI, 2009).

El análisis de crecimiento es ahora una herramienta ampliamente utilizada en áreas tan diferentes como en fitomejoramiento, la fisiología de los cultivos y en la ecología de las plantas (Poortery Garnier, 1996). Se considera que el análisis de crecimiento representa el primer paso en el análisis de la productividad primaria, siendo un enlace entre el registro de la producción vegetal y su investigación por métodos fisiológicos (Criollo y García, 2009).

El fertirriego es uno de los avances tecnológicos que contribuyen a la aproximación del potencial máximo del cultivo en cuanto a rendimiento y calidad, ya que la tendencia de la agricultura actual es aproximarse lo más posible a ese potencial manteniendo en todo momento un equilibrio con el medio ambiente, que evite la degradación de nuestros recursos naturales (Flórez., *et al* 2006).

Es importante la búsqueda de metodologías o alternativas que estimulen el crecimiento, garanticen el incremento en el rendimiento y disminuyan la utilización de productos químicos, lo cual puede verse reflejado en la evaluación de los parámetros como área foliar (AF), Tasa relativa de crecimiento (TRC), Tasa de crecimiento del cultivo (TCC), Tasa de asimilación neta (TAN) y el Índice de área foliar (IAF), que se obtienen por cálculos de análisis funcional (Miranda 1995).

Guerrero *et al*, (1993), evaluaron la utilización de estimulantes de carácter sintético que ayudan en el ciclo vegetativo y productivo de papa *Solanum phureja* Juz. encontrando que estos productos incrementan el rendimiento y producción de tubérculos para esta variedad. López, (2008) estudió la viabilidad del uso de un bioestimulante radicular que mejora los rendimientos del cultivo y el número de tubérculos de semilla necesarios para una segunda siembra e indica que el uso del producto tuvo una influencia positiva, al aumentar el número de tubérculos ha^{-1} , el calibre de semilla, respecto de aquellas parcelas que no recibieron el producto.

Borrego *et al*, (2000) investigó las variedades Norteña, Gigant, Mondial, Snowden, Alpha, Atlantic y Russett Burbank, bajo criterios de eficiencia y productividad del análisis de

crecimiento, encontrando diferencias estadísticas en diferentes etapas de desarrollo fenológico así, la variedad Norteña presenta superioridad en IAF, TRC y TCC frente a las demás variedades evaluadas.

METODOLOGIA

El ensayo se realizó en un suelo del corregimiento de Jamondino, municipio de Pasto, departamento de Nariño, ubicado al sur-orientado de la zona urbana, N 01°11'03.8" y W 077°16'00.0", a una altura de 2685 m s n m, con una precipitación promedio anual de 840 mm y una temperatura de 13°C. Según el IGAC (2004), estos suelos se clasifican como *Vitrichaplustands* (AMB).

Para la evaluación se empleó un diseño de bloques completos al azar con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Se sembró la variedad de papa Diacol Capiro a una distancia de 30 cm entre plantas y 1.1 m entre surcos, cada unidad experimental con un área de 95.04 m² (8.80 m x 10.80 m) donde se ubicaron 8 surcos (30303 plantas ha⁻¹).

El sistema de fertirriego utilizado en el cultivo, consistió en una cinta de exudación a lo largo de cada uno de los surcos para los tratamientos correspondientes, para la aplicación del fertilizante se instaló un sistema de inyección tipo venturi, dos días a la semana con una duración 3 horas por día.

Los tratamientos fueron: **T1** testigo absoluto (sin fertilización), **T2** aplicación edáfica de 1300 kg ha⁻¹, **T3** fertirriego + Extractum raíz a la siembra, **T4** fertirriego + Extractum RNA estructural 60 días después de la siembra, **T5** fertirriego + Extractum raíz a la siembra y Extractum RNA estructural 60 días después de la siembra, **T6** fertirriego sin bioestimulante.

El bioestimulante Extractum raíz en la siembra, se aplicó en una dosis de 50 cm³ en bomba espaldera de 20 litros (AGROSAGI, 2009). Para la aplicación de Extractum RNA estructural para los tratamientos que requieren a los 60 dds (T4) a la siembra y a

los 60 dds (T5) se utilizó en la misma concentración inicial, aplicándose sobre el área foliar de las plantas.

Para la evaluación se realizaron 11 muestreos cada quince días cronograma, tomando 2 plantas por unidad experimental en cada muestreo, para luego ser separadas las partes de la planta y determinar masa fresca que posteriormente fue sometida a 60 °C en horno durante 72 h, obteniéndose el peso seco parcial. El área foliar se tomó con muestras utilizando sacabocados las que se llevaron al horno a 60 °C durante 72 h y haciendo luego una relación área por masa seca.

Después de encontrar el área foliar y el peso seco se procedió al cálculo de los siguientes índices de crecimiento:

Índice de área foliar (IAF): corresponde al área foliar de la planta sobre el área del suelo que ocupa (Hunt, 1982; Criollo y García, 2009).

$$IAF = \frac{AF \text{ planta}}{A \text{ suelo}}$$

Tasa relativa de crecimiento (TRC): permite medir la eficiencia de la planta en el incremento de peso por unidad de tiempo Hunt, (1982); Radford, (1967); Criollo y García, (2009).

$$TRC = \frac{\ln W2 - \ln W1}{T2 - T1}$$

Tasa de asimilación neta (TAN): mide la eficiencia fotosintética y determina el incremento de peso por unidad de área foliar en una unidad de tiempo la que se calculó mediante la fórmula propuesta por Hunt, (1982); Brown, (1984); Gómez *et al.*, (1999).

$$TAN = \frac{W2 - W1}{T2 - T1} * \frac{\ln AF2 - \ln AF1}{AF2 - AF1}$$

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC): mide los incrementos de biomasa seca por unidad de área de suelo en una unidad de tiempo Hunt, (1982); Brown, (1984); Criollo y García, (2009).

$$TCC = IAF * TAN$$

Rendimiento total. Como variable de respuesta se evaluó el rendimiento total clasificando los tubérculos por tamaño. La categoría de los tubérculos se estableció teniendo en cuenta la Resolución 040 de 1981 y la Norma Colombiana ICONTEC 341 (Pérez y Portillo, 2009): correspondió a extra (diámetro mayor a 9 cm), primera (diámetro entre 6,8 y 9 cm), segunda (diámetro entre 4,4 y 6,8 cm).

El diámetro de los tubérculos y el rendimiento por categorías se sometieron a análisis de varianza y pruebas de comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Para demostrar el comportamiento estadístico CurveExpert versión 1.4 para modelos polinomiales de la forma $y = a + bx + cx^2 + dx^3$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de área foliar (IAF). Relaciona el área foliar del cultivo con el área de terreno sobre el cual se encuentra representado el número de capas de área foliar desplegada por el cultivo por unidad de área foliar cultivada, y permite determinar la aptitud de la planta para interceptar radiación solar (Herrera *et al.*, 2000).

Los resultados obtenidos en todos los tratamientos fueron similares incrementándose desde la siembra hasta los valores máximos, fluctuando entre 2,37 y 1,43 (figura 1) a los 120 días después de la siembra (dds) a partir de los cuales se aprecia un descenso hasta llegar a cero. Borrego *et al.*, (2000) reportan índices con valores a siete en la variedad Norteña. Quispe *et al.*, (1997) encontraron valores de 4,5 en la variedad Waych'a, superiores a los encontrados en esta investigación; estos valores en el IAF podría deberse a las diferencias en las condiciones ambientales en las que se efectuaron los trabajos y las características genotípicas de los materiales utilizados.

Los valores encontrados en la presente investigación fueron inferiores a los reportados por De la Casa *et al.*, (2008), donde se obtienen máximos valores que llegan a $5 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2}$ mediante el uso del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa y esto se deriva a la escasa capacidad estructural de la planta para interceptar la radiación solar. López y Alvarado,

(1977) obtuvieron este índice con valores máximos que van 7-8 para las variedades Parda Pastusa y Criolla pero similares a la variedad ICA Nariño.

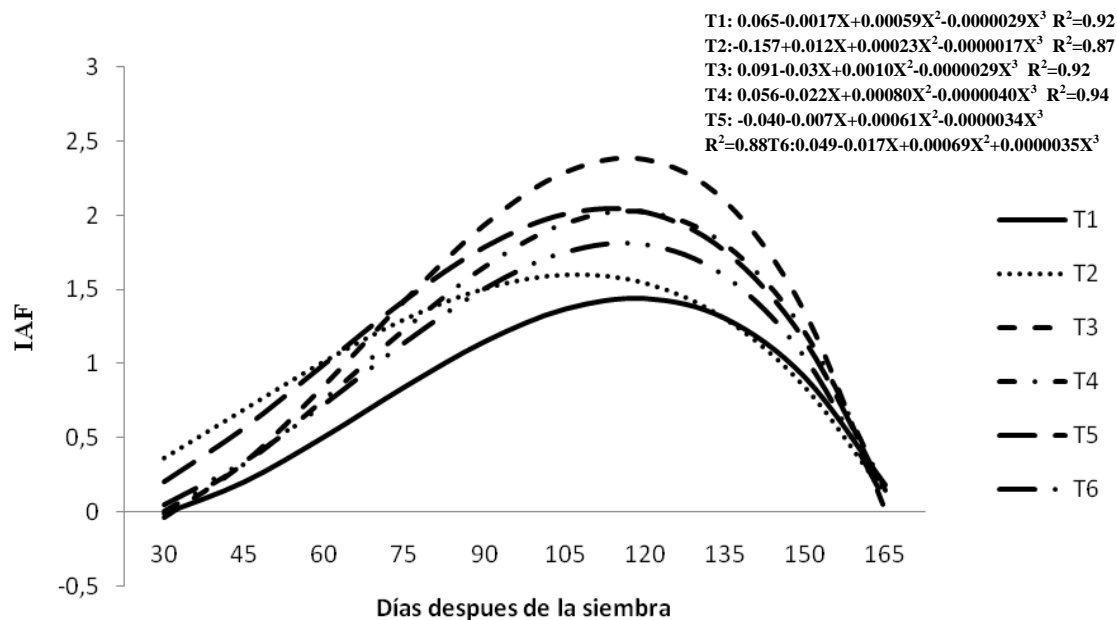


Figura 1. Índice de Área Foliar (IAF) obtenido al evaluar fertirriego y bioestimulantes en papa *Solanum tuberosum* L. var. DiacolCapiro.

Tasa relativa de crecimiento (TRC). La TRC proporciona una integración conveniente del desarrollo combinado de varias partes de la planta Hunt, (1982); es útil especialmente cuando las necesidades se incrementan para comparar especies y diferentes tratamientos sobre bases uniformes. Este parámetro nos indica la acumulación de biomasa presente, por unidad de biomasa producida, por unidad de tiempo (Borrego *et al.*, 2000; Villar *et al.*, 2004)

Según Hunt, (1990) el crecimiento efectuado por las plantas, es explicada por la TRC, la cual disminuye al transcurrir el tiempo, porque el número de células que se diferencian en tejidos y órganos es cada vez mayor con respecto al número de células meristematicas que originan nuevos tejidos, integrando el funcionamiento de varios órganos de la planta. Por otra parte, Gómez *et al.*, (1999) citado por Guerrero *et al.*, (2007) indica que los valores mínimos de TRC se observan después de los valores máximos del índice de área foliar (IAF) en los 100-120dds.

La TRC fue máxima en los primeros estados del desarrollo (figura 2), comportamiento típico para este índice, ya que hasta los 75 dds es alta para los diferentes tratamientos, lo que refleja un

resultado menor a los encontrados por Borrego *et al.*, (2000) en siete genotipos de papa y Mora *et al.*, (2006) en cinco genotipos.

Este índice en su etapa final presentó valores negativos para los tratamientos evaluados entre los 135-165 dds, debido a que este índice se altera por factores ambientales y cualquier desviación de estos produce efectos negativos (Mora *et al.*, 2006).

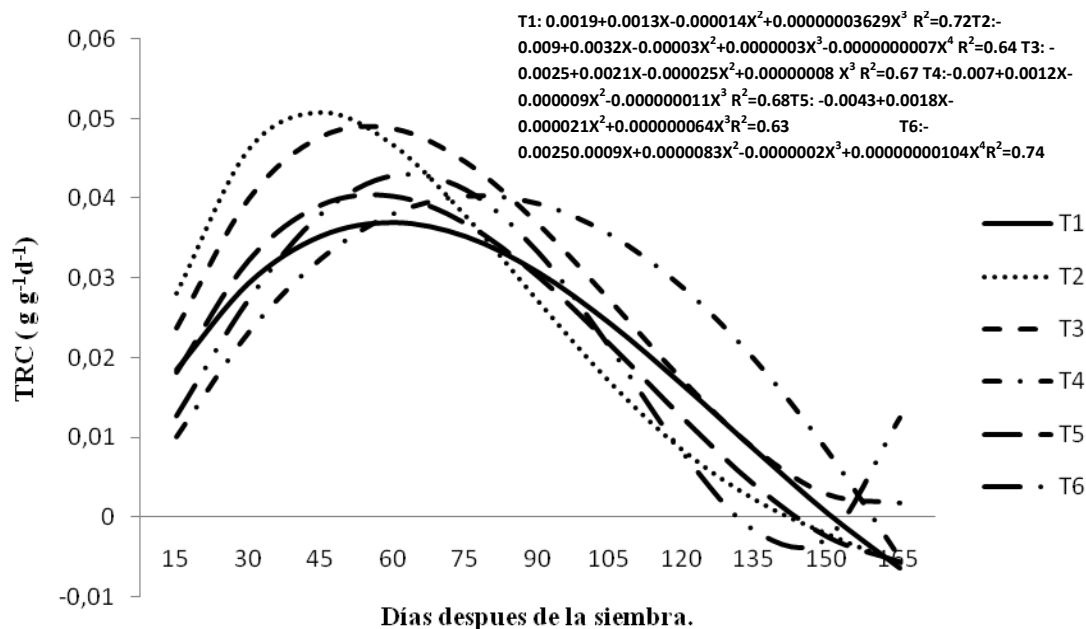


Figura 2. Tasa Relativa de Crecimiento (TRC) obtenido al evaluar fertirriego y bioestimulantes en papa *Solanum tuberosum* L. var. DiacolCapiro.

Tasa de asimilación neta (TAN). Los valores encontrados en la TAN muestran rangos de variación en los tratamientos propuestos en el cultivo de papa fluctuando con valores entre 65.86 ($\text{g dm}^{-2} \text{d}^{-1}$) y 59.49 ($\text{g dm}^{-2} \text{d}^{-1}$) en los 75 y 105 dds (figura 3), lo que concuerda con Gil, *et al.*, (2005) indicando que en dichos periodos altos de TAN, la velocidad de sus procesos metabólicos y su eficiencia fotosintética es superior entre los tratamientos.

No obstante, a partir de los 120 dds se observa un descenso progresivo hasta alcanzar valores de cero y negativos en el caso de los tratamientos 3, 5, 1 y 6; similar a lo encontrado por López y Alvarado (1977), quienes encontraron que la tasa de asimilación neta fue alta en las primeras fases de desarrollo en tres variedades de papa, pero fue disminuyendo a medida que aumentó la

edad de las plantas, hasta alcanzar valores negativos en las semanas 14 y 17 después de la siembra ya que la disminución de la TAN después de alcanzar el máximo valor, indica que la capacidad fotosintética del dosel tiende a disminuir continuamente con el crecimiento y expansión del área foliar (Collins, 1977).

El comportamiento de la TAN, en las primeras etapas del desarrollo es similar a lo encontrado por Cano *et al.*, (2008), para la misma variedad, donde los mayores valores se presentan en la semana 10 (75 dds) con valores altos para luego descender, puesto que este índice está más relacionado con la ontogenia de la planta que con el ambiente, por lo tanto decrece al transcurrir el tiempo y al final del ciclo biológico puede ser insuficiente para contribuir en el crecimiento de los tubérculos (Oliveira *et al.*, 2000; Mora *et al.*, 2006).

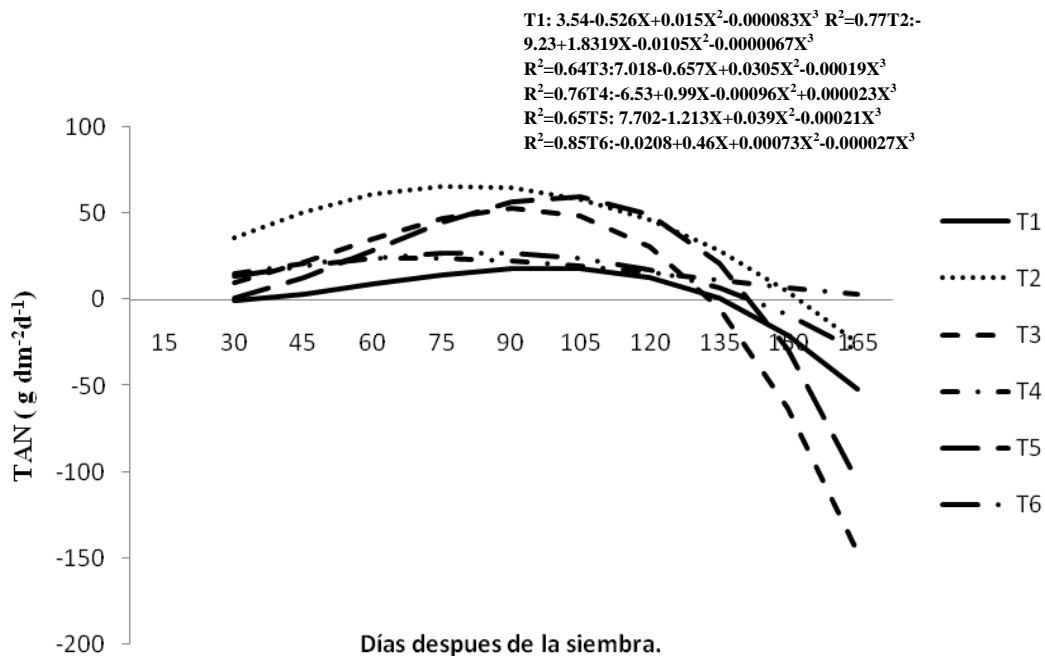


Figura 3. Comportamiento de la Tasa de Asimilación Neta (TAN) obtenido al evaluar fertirriego y bioestimulantes en papa *Solanum tuberosum* L. var. DiacolCapiro.

De la misma manera, los valores encontrados en la TAN reportados por García y Quinche (2003), son más bajos en la variedad DiacolCapiro y se demuestra que este índice decrece durante todo su ciclo biológico, debido a la mayor edad y senescencia de las hojas, a la reducción de la radiación solar incidente en el interior del dosel y a la mayor respiración de los tejidos no fotosintéticos (Mora *et al.*, 2006)

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC). La TCC mide la ganancia de biomasa vegetal en el área de superficie ocupada por la planta (Hunt, 1990). Además, esto indica que en los valores altos, hay un máximo proceso metabólico (Gil *et al.*, 2005). Los valores más altos se presentaron a los 70-105 dds para los tratamientos 1, 3, 4, 5 y 6 (36.6, 83, 113.78, 85.9 y 59.2, respectivamente) (figura 4).

Sin embargo, estos resultados son relativamente altos respecto a los encontrados por Borrego *et al.*, (2000) en siete genotipos de papa para todos los tratamientos. Por su parte, la TCC se incrementa a partir de la emergencia y alcanza su máximo valor a los 105 dds coincidiendo con los resultados encontrados por Quispe *et al.*, (1997). Esto indica su máxima eficiencia fotosintética y disminuye probablemente por el autosombreo más que por otros factores (Silva, 2000). Al final del ciclo se presentan valores negativos porque el nuevo crecimiento en la parte aérea de la planta es inferior a la senescencia de las hojas (Mithorpe y Moorby, 1982).

La influencia de factores ambientales estresantes, como el déficit hídrico, provoca el descenso en la TCC, debido a que disminuye la acumulación y distribución de biomasa y el tamaño de la planta (Oliveira *et al.*, 2000; Mora *et al.*, 2006), esto se ve reflejado en la fertilización edáfica y el testigo absoluto donde pudo haber algún tipo de estrés hídrico.

Este incremento en los valores de la TCC puede atribuirse en los tratamientos T3, T4, T5, al uso de compuestos bioestimulantes que de una u otra manera mejoran la resistencia sistémica adquirida (SAR), incrementando el metabolismo, fructificación y trabajan en diferentes estructuras de la planta (AGROSAGI, 2009).

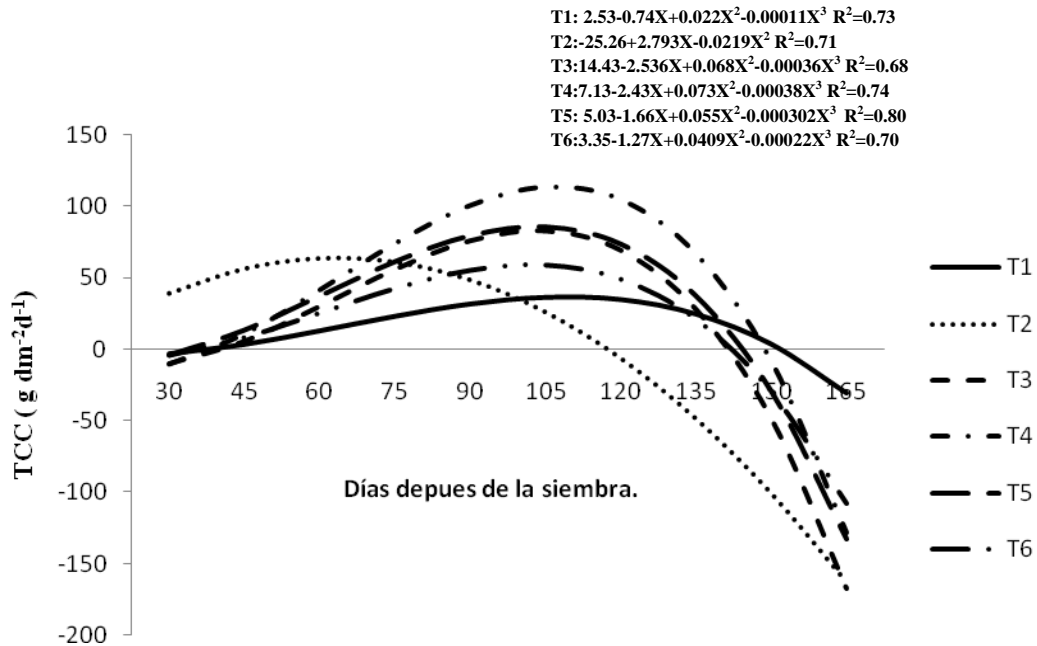


Figura 4. Comportamiento de la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) obtenido al evaluar fertirriego y bioestimulantes en papa *Solanumtuberosum* L. var. DiacolCapiro.

Área foliar (AF). El área foliar mostró un comportamiento ascendente hasta los 105 dds en los tratamientos 1, 3, 4, 5 y 6, sin embargo, a partir de los 135 dds empieza una disminución de los valores. Con respecto al T2 tuvo un crecimiento hasta los 90 dds (figura 5).

Los valores máximos de área foliar obtenidos por Aguilar *et al.*, (2005) fueron 13000 cm^2 en la variedad Alpha, mayores a los obtenidos en este ensayo, pero coincidiendo con la variedad Milagros evaluada por los mismos autores. Los valores más altos obtenidos en esta investigación se deben al aumento de la expansión foliar durante el periodo de evaluación que se puede reflejar en la posibilidad de una mayor interceptación de radiación solar, para una mayor producción fotosintética (Guerrero *et al.*, 2007; Criollo y García, 2009).

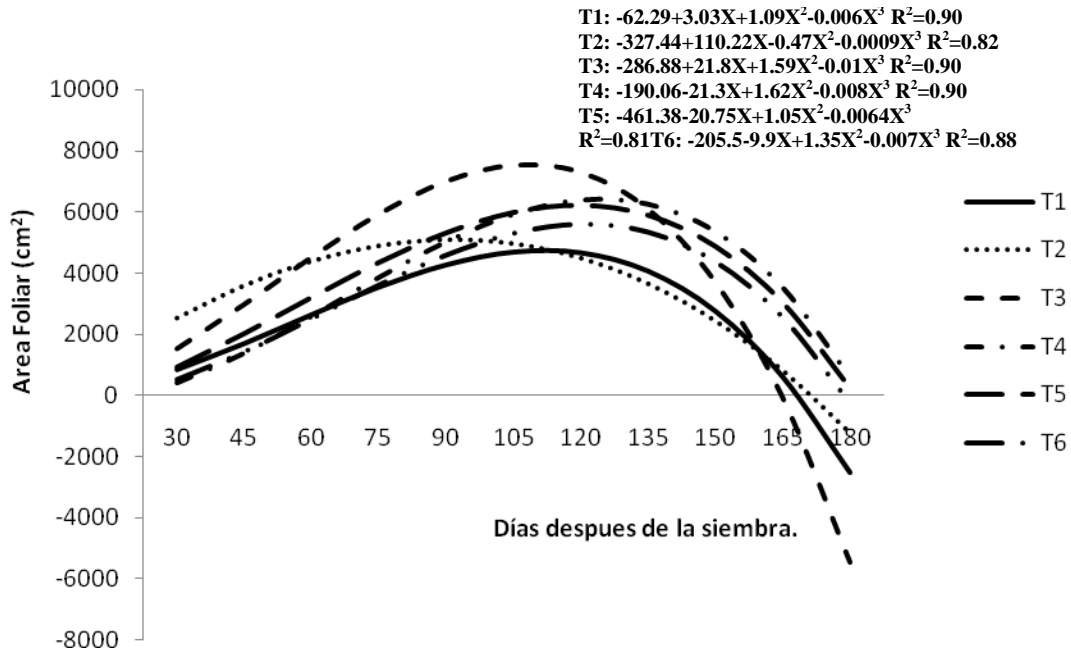


Figura 5. Comportamiento del área foliar obtenido al evaluar fertirriego y bioestimulantes en papa *Solanum tuberosum* L. var. DiacolCapiro.

Materia seca (MS). De acuerdo con Gómez *et al.*, (1999) citado por Guerrero *et al.*, (2007) la producción de materia seca es el resultado neto del balance entre los procesos metabólicos básicos; según Salisbury y Ross, (1994) la interceptación de la radiación solar y su distribución en el perfil del dosel determinan la respuesta de la planta a la fotosíntesis, y dicho proceso es responsable de la materia seca en un 90-95%.

En la figura 6, se observa un comportamiento ascendente en todos los tratamientos en cuanto a la producción de materia seca, donde el máximo valor corresponde al T3 (349g), seguido de: T4, T5, T1, T6 y T2 (343 g, 252 g, 251 g, 180 g y 1,65 g, respectivamente).

Según Ñustez *et al.*, (2009) al evaluar la acumulación y distribución de materia seca en cuatro variedades de papa (Betina, Pastusa Suprema, Esmeralda y DiacolCapiro) en especial para la variedad DiacolCapiro, obtuvieron mayores valores de materia seca a los obtenidos en esta investigación y que la asimilación de materia seca y su distribución dentro de la planta, son procesos importantes que determinan la productividad del cultivo. El estudio de los patrones de asignación de materia seca hacia las diferentes partes de la planta, la variabilidad de estos patrones entre cultivares y el efecto de las condiciones ambientales en el proceso, pueden ayudar a

maximizar la productividad y a seleccionarcultivares para un propósito particular (Tekalign yHammes, 2005).

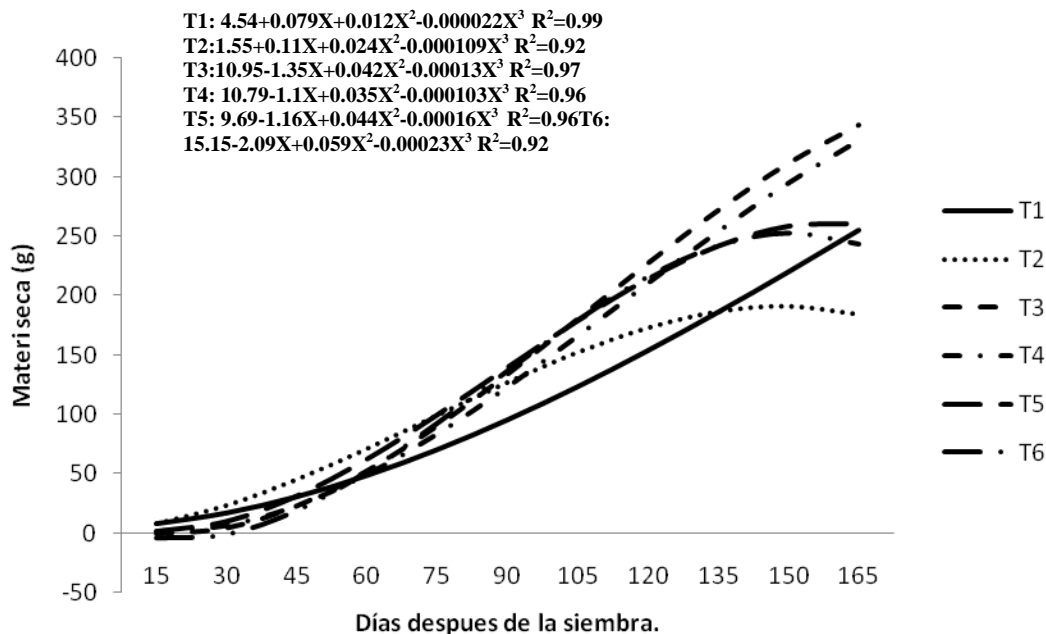


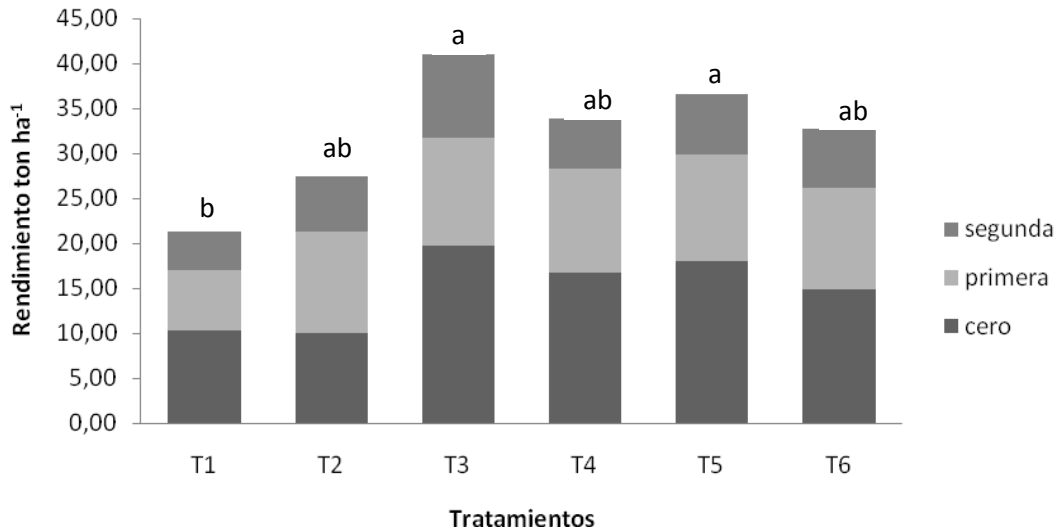
Figura 6. Comportamiento de la materia seca obtenido al evaluar fertirriego y bioestimulantes en papa *Solanumtuberosum* L. var. DiacolCapiro.

Rendimiento. Estadísticamente, se presentaron diferencias en el rendimiento promedio de papa en laproducción total, en la figura 7 se observa que la aplicación de bioestimulanteen los tratamientos 3 y 5 con rendimientos promedios de41.03 ton ha⁻¹ y36.61 ton ha⁻¹respectivamente, presentaron diferencias significativas con respecto a los tratamientos 4, 6 y 2, pero fueron altamente significativas con el testigo quien presentó el menor rendimiento.

Los componentes presentes en Extractumraíz y Extractum RNA estimulan la fisiología de la planta permitiendo la formación de estructuras en las raíces y la parte aérea de esta, todo ello contribuye al incremento del rendimiento (AGROSAGI, 2009).

López, (2008) indica que el uso de bioestimulantes, para las condiciones de realización de un ensayo, tienen una influencia positiva, al aumentar el número de tubérculos ha⁻¹ y el calibre de la semilla, respecto de aquellas parcelas que no reciben el producto. Este aumento en el número de

tubérculos, genera un mayor rendimiento ha^{-1} , que se traduce en un mayor margen bruto para las parcelas que fueron tratadas.



Tratamientos con letras iguales no difieren al nivel del 0.05

Figura 7. Rendimiento total obtenido al evaluar fertirriego y bioestimulantes en papa *Solanum tuberosum* L. var. DiacolCapiro.

Los resultados encontrados parecen estar relacionados con el fertirriego y la aplicación de bioestimulantes, según Fresoliet *al.*, (2007); estas mezclas de dos o más reguladores vegetales con otras sustancias, aminoácidos, nutrientes, vitaminas, etc, actúan sobre la división celular, diferenciación y elongación de las células o modifican procesos fisiológicos de las plantas.

Por otra parte, los mejores resultados obtenidos en los tratamientos 3 y 5 pueden relacionarse con la aplicación de fertirriego ya que, Phene y Fous (1979) y Phene y Beale (1976) consideran que la fertirrigación con riego localizado en papa es más efectiva que las técnicas de aspersión con fertilización tradicional.

CONCLUSIONES

El fertirriego más el uso de bioestimulantes no hormonales influyen positivamente sobre el rendimiento de la papa var. DiacolCapiro.

El análisis de crecimiento permitió determinar la eficiencia de los productos utilizados en el cultivo de papa variedad DiacolCapiro, encontrando que la TRC y el IAF presentan el mejor comportamiento en el ciclo de cultivo.

Los resultados del rendimiento obtenidos con la aplicación de bioestimulantes constituyen una buena alternativa en la producción de papa var. DiacolCapiro.

BIBLIOGRAFIA

AGROSAGI. 2009. Ficha técnica de productos agrícolas. Características y uso de los nuevos compuestos Bio - Activadores Biológicos. Colombia. 7p

AGUILAR, L; ESCALANTE, A; FUCIKOVSKY, L; CHÁVEZ, L y MARK, E. 2005. Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. Terra.México. 3 (2): 303-310

BORREGO, F; FERNÁNDEZ, J; LÓPEZ, A; PARGA, V; MURILLO, M y CARVAJAL, A. 2000. Análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanumtuberosum*L.). AgronomíaMesoamericana. 11(1): 145-149

BROWN, RH. 1984. Growth of the green plant. In: Physiological basis of crop growth and development. American society of agronomy. Madisson. p. 153-174.

CANO, N; JARAMILLO, S; GONZALEZ, H; CORTES, M; CASTAÑEDA, D y ROJAS D. 2008. Evaluación del crecimiento y distribución de asimilados en papa (*Solanumtuberosum*L.)

Var. DiacolCapiro, con tres niveles de Fertilización (N, P, K). Universidad Nacional. Colombia 2p.

COLLINS, W. 1977. Comparison of growth and tuber development in three potato cultivar with diverse canopy size. *Can. J. Plant Sci.* 57(1): 797-801.

CRIOLLO, H y GARCIA, J.2009. Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanussativus* L) bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas.* 3 (2): 1-13

DE LA CASA, A; OVANDO, G; BRESSANINI, L; MARTÍNEZ, J; IBARRA, E y RODRÍGUEZ, A. 2008. El índice de área foliar en papa estimado a partir de la cobertura del follaje. *Agronomía Tropical.* 58(1): 61-64

FLÓREZ, V; De la C; Fernández, D; Miranda, B y Guzmán, M. 2006. Avances sobre fertirriego en la floricultura colombiana. Parámetros considerados en el análisis de crecimiento en rosa y clavel en los sistemas de cultivo en suelo y en sustrato. (eds.). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

FRESOLI, D; BERET, P; GUAITA, S y ROJAS, P. 2007. Evaluación de bioestimulante en sojas con distintos hábitos de crecimiento. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Entre Ríos. Argentina. Consultado julio 2010 En: <http://www.acsoja.org.ar>. 4p

GARCÍA, J yQUINCHE, M. 2003. Cinética del crecimiento y desarrollo de lasvariedades de papa Industrial Desiree (*Solanumtuberosumssptuberosum*) y DiacolCapiro(*Solanumtuberosumsspandigena*), en las localidades de Cogua y Sopó, Cundinamarca.Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de CienciasAplicadas y Ambientales. 134p Consultado mayo de 2010 En: <http://www.scribd.com/doc/243029>. 103p.

GIL,P. OROZCO, J; GUTIÉRREZ, E; ESPINOZA, A y RODRÍGUEZ, S.2005 Análisis de crecimiento de variedades de algodón transgenicas y convencionales. Consultado mayo de 2010 <http://www.uaaan.mx> p. 125-130.

GÓMEZ, C; BUITRAGO, C; CANTE, MyHUERTAS,C. 1999. Ecofisiología de papa *Solanumtuberosum* Lutilizada para consumo fresco y para la industria. Revista COMALFI 26(1-3): 42-55.

GUERRERO C. 1993. Efecto de la aplicación de bioestimulantes sobre el crecimiento y producción de tubérculos de papa criolla *Solanumphureja* Juz. et Buk en Botana municipio de Pasto. En: Revista de Ciencias Agrícolas, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, 13 (1-2):64-72.

GUERRERO, D; BARRERA, J; HERNANDEZ, M y VARGAS, G.2007.Análisis de crecimiento durante la fase vegetativa de cinco fenotipos de copoazú *Theobromagrandiflorum*(Willd ex Spreng) Schum. Amazonia Occidental Colombiana.Revista colombiana de ciencias Hortícolas. 1 (1): 52-66

HERRERA, C; FIERRO, L y MORENO J. 2000. Manejo integrado del cultivo de la papa. Corporacion colombiana de investigación agropecuaria. Regional uno. Colombia. 195p.

HUNT, R. 1982. Plant growth curves. The functional approach to plant growth analysis.Edward Arnold Publishers. London. 246p.

HUNT, R. 1990. Basic growth analysis: plant growth analysisfor beginners. UnwinHyman, Londres. 112p.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC). 2004. Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento de Nariño. Pasto-Colombia. CDR.

LÓPEZ, T. 2008. Efecto de bioestimulante en producción de papa. XXIII Congreso de la Asociación Latinoamericana de la Papa y VI Seminario Latinoamericano de uso y comercialización de la Papa. Mar del Plata. Argentina. 97.99 p.

LÓPEZ, J; ALVARADO, L. F. 1977. Análisis de crecimiento de tres variedades de papa de diferente ciclo de vida. Revista COMALFI (Colombia) 4(4):209-225.

MILTHORPE, F. y MOORBY, J. 1982. An introduction to crop physiology. Cambridge. University press. Uk. 202 p.

MIRANDA, L. 1995. Análisis integrado del crecimiento y desarrollo en fríjol común (*Phaseolus vulgaris* L, CV ICA, Cerinza) en condiciones de campo. Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 146 p

MORA, R; ORTIZ, J; RIVERA, A; MENDOZA, M, COLINAS, M y LOZOYA, S. 2006. Índices de eficiencia de genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. Chapingo. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 12 (1) 85-94

ÑUSTEZ, C; CASTELLANOS, M y SEGURA, M. 2009. Acumulación y distribución de materia seca de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L) en Zipaquirá Cundinamarca (Colombia). Revista de la Facultad de Agronomía. Colombia. 62 (1): 4823-4834

OLIVEIRA, A; RODRIGUES, J y ZAMBELO, S. 2000. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. Pesq. agropec. bras., Brasília, 35 (5): 901-907

PEREZ, B y PORTILLO, E. 2009. Evaluación de diferentes abonos orgánicos en papa (*Solanum tuberosum* L). var. Diacol Capiro en Tuquerres, Nariño. Tesis Ing. Agr. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas. Pasto, Colombia. 18 p.

PHENE, C and BEALE, O. 1976. High-frequency irrigation for water nutrient. Management in humid regions Sod Sc Soc. Amec.J. 40 (1): 430-436

PHENE, C and FOUS, J. 1979. Water-nutrient-herbicide management of potatoes with trickle irrigation. *American potato J.* 56 (1): 51-59

POORTER, H y GARNIER E. 1996. Plant growth analysis: an evaluation of experimental design and computational methods. *J. Exp. Bot.* 47 (302): 1343-1351.

QUISPE, C; DEVAUX, A; GONZALES, S; TOURNEUX, C y HIJMANS, R. 1997. Evaluación comparativa del desarrollo y crecimiento en papa, oca e isaño en Cochabamba, Bolivia. *Revista Latinoamericana de la papa. Bolivia.* 9 (10): 140-155

RADDFORD, P. 1967. Growth analysis formula. Their use and abuse. *Crop Sci.* 7(3): 171-175p.

SALISBURY, F y ROSS, C. 1994. *Fisiología vegetal.* Grupo Editorial Iberoamérica, Mexico. pp. 376-377.

SILVA, O. 2000. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. *Pesq. Agrop. Bras.* 35: 939-950.

TEKALIGN, TyHAMMES, P. 2005. Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth I. Stomatal conductance, rate of transpiration, net photosynthesis, and dry matter production and allocation. *Scientia Horticulturae* 105(1): 13-27.

VILLAR, R; RUIZ, J; QUERO, J; POORTER, F. VALLADARES y MARAÑÓN, T. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. pp. 191-227. Consulta 2010 En: <http://www.globimed.net/ficheros/libros/Ecologia/Cap07>