

Introducción

La batata (*Ipomoea batatas* L Lamb) es un alimento importante en los países en desarrollo, debido a sus sobresalientes características nutricionales con propiedades anticancerígenas y cardiovasculares. Se cultiva a nivel mundial en nueve millones de hectáreas, con una producción anual estimada en 126 millones de toneladas, siendo China el principal productor con 54 millones de toneladas (43%) (FAOSTAT, 2015). En Colombia este cultivo se produce en pequeñas explotaciones agrícolas con bajo uso de tecnologías y rendimientos por hectárea de 6,3 t.ha⁻¹; destacándose en producción el departamento Sucre que registra una producción de 125 t y un rendimiento de 13 t ha⁻¹ (AGRONET, 2015).

En Colombia, se presentan niveles bajos de aplicación tecnológica que impiden una producción masiva que generan bajos ingresos en comparación con otras raíces y tubérculos, es por ello necesario incorporar nuevas prácticas agronómicas que ayuden a mejorar tanto la calidad como los rendimientos de la batata y así poder obtener un producto con las características exigidas por los mercados. Una de estas tecnologías es la densidad de siembra (García y Pacheco, 2008) ya que una óptima densidad de siembra permite intensificar y perfeccionar las técnicas del cultivo entre los agricultores, logrando así, mayor área foliar que favorecen la intercepción de luz, lo cual incrementa la fotosíntesis y producción de biomasa, como resultado de un mayor aprovechamiento de los recursos hídricos y nutricionales (Aguilar *et al.*, 2005).

Hunt (2003) indica que el crecimiento, en el contexto de plantas individuales, puede definirse como un aumento irreversible en el tiempo y que estos cambios pueden ser en tamaño, forma y ocasionalmente en número; así mismo, dice que, por lo general, los análisis de crecimiento se hacen con materia seca en plantas anuales y perennes que crecen bajo condiciones normales.

El análisis de crecimiento es una herramienta ampliamente usada en áreas tan diferentes como en el fitomejoramiento, la fisiología de los cultivos y en la ecología de las plantas (Poorter y Garnier, 1996). Estas mediciones brindan una información más precisa acerca de la eficiencia de las plantas en la acumulación y transporte de asimilados que las mediciones

de índole agronómica (Borrego *et al.*, 2000). Estos índices de crecimiento son fundamentales para entender el crecimiento de una planta o de una población de plantas bajo condiciones ambientales naturales o controladas (Clavijo, 1989), además permiten analizar el crecimiento de la planta a través de la acumulación de materia seca, la cual depende del tamaño del área foliar, de la tasa a la cual funcionan las hojas y el tiempo que el follaje persiste (Tekalign y Hammes, 2005).

Por otra parte, la dinámica del cultivo de batata en el departamento de Sucre, Colombia, muestra tendencia hacia la reducción de la práctica de este sistema (AGRONET, 2015), lo cual es promovido por múltiples factores, entre los que se destaca, la escasa disponibilidad de estudios que ayuden a comprender el comportamiento fisiológico de distintas variedades de batata bajo la oferta ambiental de Sucre. Con base en lo anterior, se realizó la presente investigación para determinar una densidad óptima con ayuda de un análisis de crecimiento y así aportar conocimiento básico sobre su crecimiento y desarrollo, que faciliten constituir bases para un manejo específico de este cultivo.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el municipio de Morroa, perteneciente a la subregión Montes de María (9° 24' 56.33" N y 75° 23' 04.19" O), ubicado al Noreste del departamento de Sucre. La formación vegetal corresponde al bosque seco tropical según Holdrige, con temperaturas entre 26 °C y 35°C y humedad relativa entre 75 y 85%. Con una precipitación media anual de 1.000 mm (Aguilera, 2013).

El ensayo se estableció en un suelo arcilloso con deficiente materia orgánica (1,2%) bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones en parcelas divididas, donde la parcela principal corresponde a los genotipos (Tainung – Exportación) y sub parcela es la distancia entre plantas (0,2m, 0,5 m y 0,8 m), con un total de 18 parcelas experimentales con 120 plantas cada una y se utilizó una distancia entre surcos de 1,2 m; se utilizaron semillas asexuales (guía o bejuco) de batata (*Ipomea batatas* L Lamb) de los genotipos Tainung y exportación de 30 a 50 cm de longitud, previamente seleccionadas de plantas productivas y libres de plagas, de la parte terminal o apical. La densidad de siembra correspondiente a la descripción de 1,2 m entre surcos y 0,5 m entre planta (16600 plantas ha⁻¹) es la más utilizada por los agricultores de la zona, se tomó como el testigo.

A los ocho días después de la siembra se dio el 80 % de prendimiento, a partir de ahí se registraron cada 20 días las variables, número de hojas y peso seco de todos los órganos de las plantas mediante el secado en horno por 72 horas a 70 °C. Con la información de las variables de área foliar y materia seca se calcularon los siguientes índices fisiotécnicos según Hunt (1978): tasa relativa de crecimiento TRC ($\text{g g}^{-1} \text{d}^{-1}$), tasa de asimilación neta TAN ($\text{g cm}^{-2} \text{d}^{-1}$), tasa absoluta de crecimiento TAC (g.d^{-1}), índice de área foliar IAF y tasa de crecimiento del cultivo TCC ($\text{g m}^{-2} \text{d}^{-1}$) graficados con el programa Excel 2015. La información obtenida se sometió a un análisis de varianza, para evaluar los efectos de los factores estudiados (Genotipos y Distancia entre plantas), se realizaron contrastes ortogonales al 5% de probabilidad. Se utilizó el software SAS versión 9.1.

Resultados

Índice de área foliar (IAF)

Se observaron efectos significativos entre tratamientos a los 60 DDE y 80 DDE para las densidades mayores y menores respectivamente. Los mayores valores se alcanzaron en DP1 a los 60 DDE en ambos genotipos con 9,77 para el Tainung y 13,65 para el Exportación; los menores valores se registraron en los 80 DDE con 4,67 y 4,98 para la Tainung y Exportación respectivamente (Figura. 1.1). La dinámica del IAF estuvo regida por la fase lineal de crecimiento de estas variedades, alcanzando un valor máximo, luego comenzó a declinar gradualmente producto de la senescencia, este comportamiento fue registrado por De la casa *et al.*, (2007) en un estudio realizado para el cálculo de la radiación interceptada en papa.

El IAF presentan un crecimiento de tres fases, similar al propuesto por De la casa *et al.*, (2007) en su modelo de desarrollo de la Dosel para variedades específicas de papa; para ambos genotipos en los estados iniciales del desarrollo, los cuales son afectados por los tratamientos (densidades de plantas), ambos exhiben incrementos lineales del crecimiento hasta los 60 días después de la emergencia (DDE). A partir de los 60 DDE se observa el efecto de las densidades de plantación para ambos genotipos, no obstante DP3G2 a pesar de presentar menor índice de área foliar presenta incrementos constantes hasta los 80 DDE, por otro lado DP1G2 a pesar de presentar los mayores incrementos de área foliar, es el más afectado por las competencias; es decir, los incrementos en las densidades de población generan una disminución, en el vigor, tamaño y peso de la planta sin embargo, la biomasa por unidad de superficie aumentó en las primeras fases

hasta un máximo, estado donde las plantas suministraron mayor cantidad de asimilados a las raíces, gracias a que un IAF óptimo ayuda a absorber mayor cantidad de radiación fotosintéticamente activa; comportamiento similar fue reportado por Kerby *et al.*, 1990 en algodón encontrando los mayores índices de área foliar a mayores densidades.

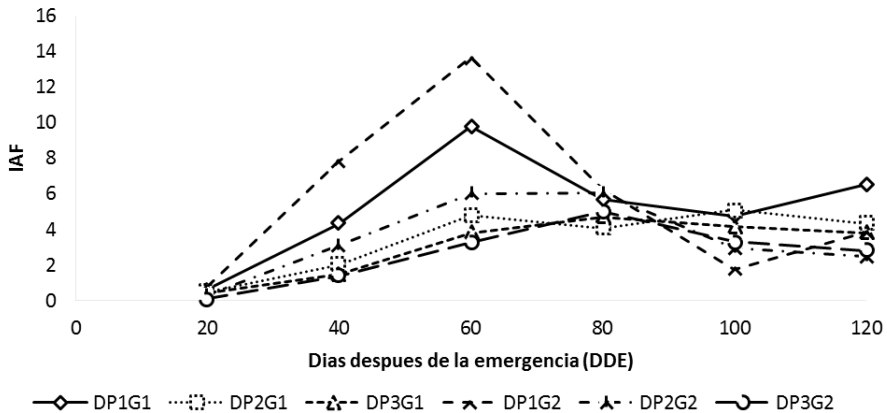


Figura 1.1. Índice de área foliar de dos genotipos de Batatas. (G1= Tainung y G2= Exportación), bajo tres distancias de siembra (DP1: 20 cm entre plantas, DP2: 50 cm entre plantas y DP3: 80 cm entre plantas) en el departamento de Sucre, Municipio de Morroa (2017).

A partir de los 60 DDE se presenta una segunda fase la cual está regida por el grado de competencia que tenga cada planta y a partir de este periodo empieza a disminuir hasta la cosecha (Aguilar-García *et al.*, 2005), a pesar de esto, las diferencias fueron disminuyendo a medida que las plantas en cada tratamiento se aproximaron a cobertura total del surco. Asimismo, una vez se alcanzó el valor de IAF máximo, la tendencia es que posteriormente no existan diferencias importantes entre el IAF en las densidades de siembra, de manera similar a lo reportado por Allen y Scott (1980) en la etapa final del ciclo en papa.

El genotipo Tainung siempre tuvo menores valores en los primeros 80 DDE, sin embargo, a partir de esta fecha registró valores mayores a la Exportación hasta la cosecha, esto está relacionado con la arquitectura de esta variedad, la cual se caracteriza por presentar un tallo erecto, de forma que el ángulo de inserción de las hojas puede facilitar la exposición de las mismas a la radiación y así incrementar la eficiencia en la producción de

biomasa, como lo reporta en papa Santos Castellanos *et al.*, (2010) en la variedad esmeralda en el municipio de Zipaquirá - Colombia.

El genotipo Exportación registró valores más altos de IAF que el Tainung, donde las mayores densidades de siembra dieron origen a mayores IAF, indicando una mayor cobertura de la planta por unidad de suelo, condición que puede relacionarse con la mayor partición de asimilados desde las hojas hacia las raíces tuberosas.

Los valores máximos registrados en esta investigación difieren por los registrados en batata por Moreira *et al.*, (2011) los cuales obtuvieron valores máximos de IAF de 2,8 en la variedad Brazlândia Branca, sin embargo, el comportamiento fue similar al registrado por Barraza *et al.*, (2004) donde evaluó el efecto de tres densidades de siembra en tomate chonto. Los valores obtenidos de IAF en esta investigación se consideran altos, ya que según Folquer (1978), un índice de área foliar adecuada a la producción de raíces debe alcanzar, en la fase de máximo desarrollo vegetativo, valores entre 3 y 4.

Tasa de asimilación neta (TAN)

De acuerdo a la Figura 1.2, se presenta una disminución constante hasta los 60 DDE de todos los tratamientos observándose un valor común de $0,0001 \text{ g cm}^{-2}\text{d}^{-1}$ sin diferencias significativas entre los tratamientos a excepción de DP2G2 quien presenta un incremento los primeros 60 DDE para luego descender hasta los 80 DDE como los demás tratamientos.

A partir de los 80 DDE hasta la cosecha (120 DDE), se presentan variaciones en ambos genotipos influenciadas por los tratamientos aplicados, donde DP2G2 fue diferente presentando los mayores valores de TAN con $0,0003 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$, seguido por DP3G2 y DP3G1 con $0,0002 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$; por otro lado, los menores valores de TAN se presentaron en las mayores densidades de siembra con $-0,0001 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y $0,00002 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ para el Exportación y Tainung respectivamente.

Los valores de este parámetro tuvieron un comportamiento similar a lo expuesto por Hunt (2003) quien afirma que la TAN exhibe en general un valor constante relativo modificado por las características del ambiente circundante durante el crecimiento de las plantas.

Efecto de la densidad siembra en el crecimiento de genotipos de batata
(*ipomoea batatas l lamb*)

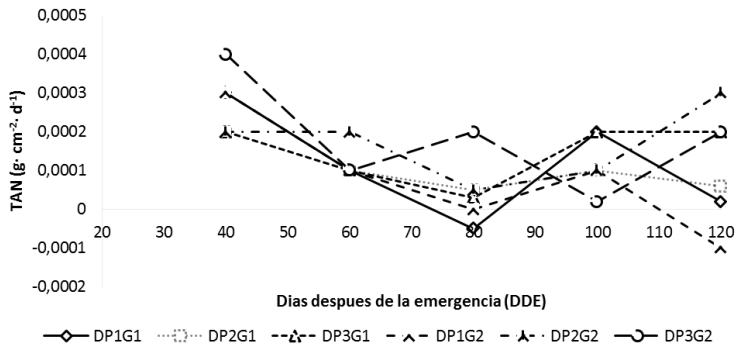


Figura 1.2. Tasa de asimilación neta (TAN) de dos genotipos de Batatas. (G1= Tainung y G2= Exportación), bajo tres distancias de siembra (DP1: 20 cm entre plantas, DP2: 50 cm entre plantas y DP3: 80 cm entre plantas) en el departamento de Sucre, Municipio de Morroa (2017)

De acuerdo con la figura 1.2 se presenta un descenso en la medida que se producen más hojas y las inferiores van quedando sombreadas y sus tasas fotosintéticas disminuyen en relación directa a la disponibilidad de radiación solar, este efecto disminuye en la menor densidad de siembra para ambos genotipos (DP3G1 y DP3G2) porque favorece la captación de la radiación y evita autosombreamiento entre las hojas e incrementa la fotosíntesis neta, caso similar registraron Barraza *et al.*, (2004) en un estudio del crecimiento del tomate en el valle de Sinú, Colombia.

Los valores negativos observados a los 80 y 120 DDS se debió a una reducción considerable en el número de hojas y del diámetro del tallo en los tratamientos DP1G1 y DP1G2; esto relacionado muy probablemente a la movilización de los asimilados hacia las raíces tuberosas (Segura *et al.*, 2006), órganos donde se reservan la mayor parte de los contenidos nutritivos; luego las plantas, en su desarrollo, movilizaron los asimilados a los tubérculos, y se fueron secando las hojas y los tallos, caracterizando el fin del ciclo del cultivo o senescencia (Piñeros, 2009).

Estas variaciones pueden presentarse por la diferencia en los periodos de competencia entre las plantas, influenciados por el autosombreamiento y por los distintos periodos de engrosamiento de la raíz en cada tratamiento, debido a los máximos valores de la TAN se alcanzan por las altas demandas de fotoasimilados de los órganos de interés, resultados similares encontraron Criollo y García, (2011) en papa. Por otro lado, Defilipis *et al.*, (2003) encontraron valores fluctuantes de TAN en plántulas de Brassica hasta 31

días después de plantado el semillero, explicados por el rápido desarrollo del sistema radicular en edades tempranas.

Tasa de crecimiento del cultivo (TCC)

En la Figura 1.3, se observa que presentaron variaciones en los distintos genotipos influenciados por las densidades de siembra, se observan efectos significativos de los tratamientos a los 60 y 100 DDE donde las menores densidades de siembra en ambos genotipos (DP1G1 y DP1G2), obtuvieron los valores más altos con $0,0012 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ para el Exportación y $0,0015 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ para el Tainung, sin embargo, estas densidades registraron los menores valores a los 120 DDE con $0,0002 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$ Por otro lado DP2G2 mantuvo promedios constantes en el tiempo lo cual conllevó a que presentara a los 120 DDE mayor biomasa seca con $0,001 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$, seguido por DP3G1 que registro $0,0008 \text{ g cm}^{-2} \text{ d}^{-1}$; por otro lado también se observó un efecto significativo a los 80 DDE en el tratamiento de mayor densidad de siembra donde se registró un valor negativo en el genotipo Tainung.

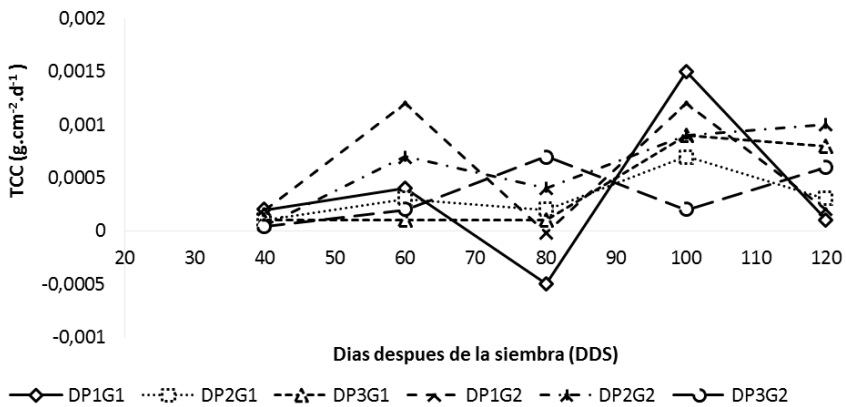


Figura 1.3. Tasa de crecimiento del cultivo (TCC) de dos genotipos de Batatas. (G1= Tainung y G2= Exportación), bajo tres distancias de siembra (DP1: 20 cm entre plantas, DP2: 50 cm entre plantas y DP3: 80 cm entre plantas) en el departamento de Sucre, Municipio de Morroa (2017).

Este comportamiento (Figura 1.3) es debido a que las plantas en las primeras etapas de desarrollo hay mayor crecimiento en la parte foliar y por lo tanto mayor acumulación de materia seca en el tiempo lo cual es influenciado por la distancia entre plantas, en cuanto a la disminución de estos valores, es producto de la relación fuente - vertedero donde la raíz

tiende a ser el órgano de mayor demanda de fotosimilados reflejando en el descenso de la dosel, tal comportamiento fue similar al registrado por Barraza *et al.* (2004) en tomate (*Lycopersicon esculentum*), en donde la TCC aumentó rápidamente hasta alcanzar un máximo, y posteriormente este índice decreció en forma acelerada al momento del llenado del órgano de interés.

El valor negativo de DP1G1 a los 80 DDE es producto de la disminución en el número de hojas, debido a la redistribución de fotoasimilados, influenciados por la tuberización de raíces, no obstante, después de la reducción hay un aumento rápido debido a las condiciones favorables del ambiente circundante como lo señala Carranza *et al.*, 2009 en el análisis de crecimiento en un cultivo de lechuga en la sabana de Bogotá.

El descenso rápido a los 120 DDE de las mayores densidades de siembra puede atribuirse a la senescencia foliar de las plantas de estos tratamientos, producto de la exigencia fotosintética propiciado por la mayor competencia entre las plantas y al menor potencial de vertedero presentado en la etapa de madurez de la raíz; resultados similares obtuvo Gil y Miranda, (2011) los cuales evaluaron cinco sustratos en plantas de papaya. En condiciones de alta densidad poblacional, se acelera la senescencia debido a la reducción del contenido de clorofila y de la radiación interceptada durante el ciclo del cultivo, este comportamiento es similar a los registrados por Borrás *et al.*, (2003), Antonietta, (2013) en híbridos de maíz bajo altas densidades.

Tasa relativa de crecimiento (TRC)

Se observó un efecto significativo de los tratamientos a los 40 DDE presentando los mayores valores entre un rango de 0,06 y 0,12 g g⁻¹ d⁻¹, teniendo DP3G2 el mayor valor con 0,12 g g⁻¹ d⁻¹; sin embargo, estos valores disminuyeron hasta los 80 DDE; a partir de esta fecha la velocidad disminuyó progresivamente hasta alcanzar los menores valores sin diferencias significativas a los 120 DDE, con el menor registro para DP1G2 con -0,005 g g⁻¹ d⁻¹ y el máximo para DP3G2 con 0,015 g g⁻¹ d⁻¹. Esta tendencia fue un poco diferente en DP2G2 ya que a pesar de estar por debajo en los valores de TRC en las primeras fases fue uno de los menos afectados al final del ciclo con una TRC de 0,015 g .g⁻¹.d⁻¹ (Figura. 1.4).

En la Figura 1.4, ambos genotipos presentaron los valores más altos en las primeras fases, en éstas los tejidos jóvenes poseen mayor actividad biológica y capacidad de síntesis, ambos mostraron un comportamiento similar en casi todos los tratamientos aplicados durante el ciclo; la disminución rápida en los primeros 80 DDE se generó porque las plantas en los primeras fases de desarrollo gastan sus reservas, con lo cual se presenta un gasto alto de energía debido a la respiración de crecimiento (Abad *et al.*, 2004). En cuanto a la disminución de esta velocidad en la TRC a partir de los 80 DDE se debe a que se incrementa la materia seca, con lo cual la respiración de mantenimiento se hace mayor que en la etapa anterior, y por tanto disminuye la TCR gradualmente; en cuanto a los valores negativos se observaron en las fases de llenado de raíz y cosecha, es posible que esta situación se deba, a que en las primeras etapas de desarrollo para este tratamiento la mayor concentración de materia seca las tenía en las hojas, al disminuir drásticamente en número de éstas, por efecto de la senescencia de las hojas inferiores influenciadas por el efecto del tratamiento (DP1G1), hizo que esta variable registrara valores negativos; además el órgano de interés para esa etapa demanda mayor cantidad de asimilados lo que influye también en el comportamiento arriba descrito.

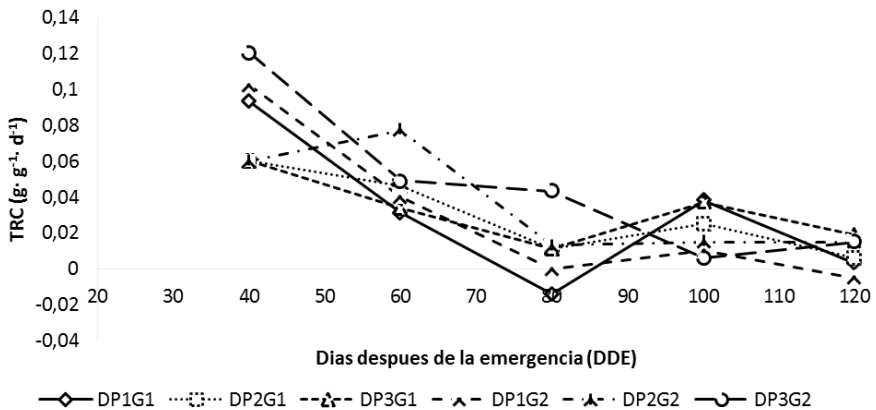


Figura 1.4. Tasa relativa de crecimiento (TRC) de dos genotipos de Batatas. (G1= Tainung y G2= Exportación), bajo tres distancias de siembra (DP1: 20 cm entre plantas, DP2: 50 cm entre plantas y DP3: 80 cm entre plantas) en el departamento de Sucre, Municipio de Morroa (2017).

Según Pérez *et al.*, (2006) el crecimiento de una parte de la planta consume sustancias nutritivas, y como resultado disminuye su concentración en los canales de suministros adyacentes, se establece un gradiente de concentración que parece producir automáticamente el movimiento de otros materiales desde los órganos que incorporan o fabrican sustancias, o que simplemente las ceden con la edad. Por otro lado, ascenso rápido observado a los 100 DDS es producto de las condiciones medio ambientales ya que para ese periodo se registraron lluvias con un promedio de 7,48 mm día⁻¹ lo que condujo a un ascenso rápido del área foliar.

El comportamiento de la TRC sigue una tendencia acorde con lo observado por Jarma *et al.*, (1999) donde la TRC inicialmente presentó valores altos que fueron disminuyendo conforme avanzó el ciclo de vida del cultivo. Esta tendencia decreciente coincidió con la reportada por Mazorra *et al.*, (2003), en un estudio realizado en uchuva (*Physalis peruviana*) como también por Barraza *et al.*, (2004) en tomate estos reportaron que existe correlación entre el proceso de crecimiento y desarrollo de diversas partes de la planta, explicándose en términos del suministro y la demanda en la planta; así también coincidió con los resultados obtenidos por Jarma *et al.*, (2006) quienes determinaron que después de los 60 DDS, las altas radiaciones son las más recomendables para generar incrementos en la TRC.

Tasa absoluta de crecimiento (TAC)

En la Figura 5 se observa un efecto significativo de los tratamientos a los 80 y 100 DDE. Se registraron los mayores valores en acumulación de materia seca total en los tratamientos de menor densidad de siembra, a los 80 DDE para el Exportación en DPEG2 con 8,46 g.d⁻¹ y 8,56 g.d⁻¹ a los 100 DDE para el Tainug, manteniendo este último el mayor valor de materia seca total a los 120 DDE con 7,75 g.d⁻¹; los menores valores se registraron en los tratamientos DP1G1 y DP1G2 con 0,39 y -0,96 g.d⁻¹.

|

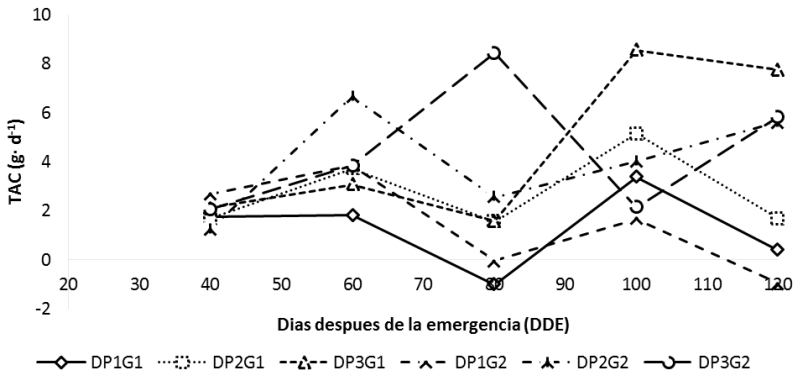


Figura 1.5. Tasa absoluta de crecimiento (TAC) de dos genotipos de Batatas (G1= Tainung y G2= Exportación), bajo tres distancias de siembra (DP1: 20 cm entre plantas, DP2: 50 cm entre plantas y DP3: 80 cm entre plantas) en el departamento de Sucre, Municipio de Morroa (2017).

Los valores máximos se dieron en los tratamientos DP3G1 y DP3G2 (Figura 1.5) gracias a que tuvieron mayor desarrollo foliar y de raíces tuberosas, generado por el efecto de los tratamientos lo cual se puede explicar por el menor grado de competencia lo que genera mayor disponibilidad de recursos para su desarrollo; además este punto de incremento donde se registraron los valores altos de TAC, coincide con el momento en que se presentó un alto potencial de demanda, lo que permite corroborar la influencia de este factor en la eficiencia para la producción de materia seca de la planta.

Por otro lado, las disminuciones observadas a los 60 y 100 DDE se generaron por la pérdida de hojas por el autosombreamiento influenciados por el tratamiento y la relación fuente-vertedero, teniendo en cuenta que para este caso las raíces están llenando y son los órganos de mayor demanda (Casierra-Posada *et al.*, 2004).

Los valores negativos registrados a los 80 y 120 DDE por los tratamientos de mayor densidad se presentaron en las etapas de llenado de raíz y senescencia lo que permite inferir que la translocación de asimilados generó pérdidas considerables de las hojas lo que generó este decrecimiento. Pérez *et al.*, (2006) afirman que los canales de suministros de asimilados hacia los órganos están regidos por el gradiente de concentración o por la edad del vegetal (etapas fenológicas).

De forma general, se pudo observar que en la medida que disminuimos la densidad de siembra aumenta la acumulación de materia seca en las

variedades, a pesar de esto en las primeras etapas de desarrollo, el genotipo Exportación tiende acumular más biomasa debido al mayor número de hojas que presenta por su condición genética, ya que la TAC puede alcanzar un máximo en un tiempo corto, según la especie como lo afirma Torres (1984); trabajos realizados en pepino indican que esta planta invierte, en sus estados juveniles, una gran cantidad de asimilados en las hojas para poder realizar y mantener una alta tasa de fotosíntesis, ya que en la época reproductiva la alta demanda de los frutos reduce el crecimiento de la parte vegetativa (Canizares *et al.*, 2004).

Los resultados encontrados en esta investigación concuerdan por los descritos por Flores *et al.*, (2009) donde evaluaron el efecto de la densidad de siembra en papa encontrando que una alta densidad de población (45 plantas·m⁻²) en cultivo hidropónico en invernadero con la variedad Gigant, disminuyó la acumulación de biomasa total.

Conclusión

El IAF se incrementó con las mayores densidades de siembra en ambos genotipos; sin embargo, las menores densidades asociadas a los menores IAF dieron origen a las mayores acumulaciones de materia seca a los 120 días después de la emergencia. Por otro lado, las menores densidades de siembra generaron los mayores valores de TAC, TRC, TCC y TAN; esto debido al menor grado de competencia y autosombreamiento, lo que generó una mayor actividad biológica y de síntesis, aumentando la fotosíntesis neta y con ello la acumulación de materia seca en los distintos órganos de las plantas de batata.

Agradecimientos

Los autores agradecen en primer lugar a Dios, al cuerpo docente de la Universidad de Córdoba – Colombia; a los amigos y familiares que contribuyeron de alguna manera en la realización de este documento.

Referencias

Abad, M.; P. Noguera y C. Carrión (2004). Los sustratos en los cultivos sin suelo en Urrestarazu, M. (e.d.) Tratado de cultivos sin suelo. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. pp. 113-158.

- Aguilera M. (2013). Montes de María: una subregión de economía campesina y empresarial. Banco de la Republica. Centro de Estudios Económicos Regionales. Cartagena. p. 20.
- Aguilar-García, L., Escalante-Estrada, J. A., Fucikovsky-Zak, L., Tijerina-Chávez, L., y Mark-Engleman, E. (2005). Área foliar, tasa de asimilación neta, rendimiento y densidad de población en girasol. *Terra Latinoam.* Pp. 303-310.
- AGRONET, (2015). Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/agronetweb1/Estad%C3%ADsticas.aspx>. Consultado el 30 de junio 2015.
- Allen, E.J., and R.K. Scott., (1980). An analysis of growth of the potato crop. *J. Agri. Sci. (Cambridge)*. (94):583- 606.
- Antonietta, M. A., (2013). Impacto de la senescencia foliar sobre la producción de fotoasimilados y el rendimiento de maíz (*Zea mays L.*) bajo condiciones de estrés abiótico (Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo).
- Barraza, F. V., Fischer, G., y Cardona, C. E., (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) en el Valle del Sinú medio, Colombia. *Agronomía Colombiana*. 22(1).
- Borrás L., Maddonni G.A., Otegui M.E., ((2003). Leaf senescence in maize hybrids: plant population, row spacing and kernel set effects. *Field Crops Research*. (82):13-26
- Borrego, F., Fernández, J. M., López, A., Parga, V. M., Murillo, M., y Carvajal, A., (2000). Análisis de crecimiento en siete variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*). *Agronomía Mesoamericana*. 11(1), 145-149.
- Canizares, K. A., Rodrigues, J. D., y Goto, R., (2004). Crescimento e índices de troca gasosa em plantas de pepino irrigadas com água enriquecida com CO₂. *Horticultura Brasileira*. 706-711.
- Carranza, C., Lancho, O., Miranda, D., y Chaves, B., (2009). Análisis del crecimiento de lechuga (*Lactuca sativa L.*) Batavia' cultivada en un suelo salino de la Sabana de Bogotá. *Agronomía Colombiana*. 27(1), 41-48.
- Casierra-Posada, F., Barreto, V. E., y Fonseca, O. L., (2004). Crecimiento de frutos y ramas de duraznero (*Prunus persica L.* Batsch,

cv. »Conservero») en los altiplanos colombianos. *Agronomía Colombiana*. 22(1).

- Criollo, H., y García, J., (2011). Efecto de la densidad de siembra sobre el crecimiento de plantas de rábano (*Raphanus sativus L.*) bajo invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 3(2), 210-222.
- Clavijo, J. (1989). Análisis de crecimiento en malezas. *Revista Comalfi*. 15, 12-16.
- Defilipis, C., S. Parían y A. Jiménez., (2003). Caracterización del crecimiento de plantines de *Brassica rapa var. pekinensis* en contenedores. En: Jornadas de la Ciencia y la Tecnología 2003, Universidad Nacional de Luján, Argentina, <http://www.unlu.edu.ar/~riego/plantines%20Brassica-2003JCT.doc>; consulta: agosto 2005.
- De la Casa, A., Ovando, G., Bressanini, L., Rodríguez, Á., y Martínez, J., (2007). Uso del índice de área foliar y del porcentaje de cobertura del suelo para estimar la radiación interceptada en papa. *Agricultura Técnica*. 67(1), 78-85.
- FAOSTAT, (2015). FAO statistical databases. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (consultado 18 nov. 2016).
- Pérez, Manuel, Báez, R. Á. M., Ayala, C. E. C., Tatis, H. A., & Robles, J. (2006). Efecto de cuatro densidades de población sobre el crecimiento del fruto de berenjena (*Solanum melongena L.*). *Temas Agrarios*. vol. 11, no 2, p. 14-25.
- Folquer, F. (1978). La batata (camote): estudio de la planta y su producción comercial (Vol. 13). Bib. Orton IICA/CATIE.
- Flores-López, R., Sánchez-Del Castillo, F., Rodríguez-Pérez, J. E., Colinas-León, M. T., Mora-Aguilar, R., y Lozoya-Saldaña, H., (2009). Densidad de población en cultivo hidropónico para la producción de tubérculo-semilla de papa (*Solanum tuberosum L.*). *Revista Chapingo. Serie horticultura*. 15(3), 251-258.
- García, A., y Pacheco Delahaye, E., (2008). Caracterización postcosecha del apio criollo cultivado en el municipio Tovar, estado Mérida-Venezuela. *Agronomía Tropical*. 58(4), 409-416.
- Gil, A. I., y Miranda, D., (2011). Efecto de cinco sustratos sobre índices de crecimiento de plantas de papaya (*Carica papaya L.*) bajo

- invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 1(2), 142-153.
- Hunt, R., Thomas, B., Murphy, D., y Murray, D., (2003). Growth analysis, individual plants. *Encycl. Appl. Plant Sci*. 2, 579-588.
- Hunt, R., (1978). *Plant growth analysis*. Edward Arnold Publishers, London. 67 p.
- Jarma, A., Rengifo, T., y Araméndiz-Tatis, H., (2006). Fisiología de estevia (*Stevia rebaudiana*) en función de la radiación en el Caribe colombiano. II. Análisis de crecimiento. *Agronomía Colombiana*. 24(1).
- Jarma, A., Buitrago, C., y Gutiérrez, S., (1999). Respuesta del crecimiento de la habichuela (*Phaseolus vulgaris L. var. Blue Lake*) a tres niveles de radiación incidente. *Revista Comalfi*. 26(1-3), 62-73.
- Kerby, A., k. Cassman y M. Keely, (1990). Genotypes and plant densities. For narrow row cotton system II. Leaf area and dry matter partitioning. The Hague, the Netherlands.
- Mazorra, M.; A. Quintana; D. Miranda; G. Fischer y B. Chaves., (2003). Análisis sobre el desarrollo y la madurez fisiológica del fruto de la uchuva (*Physalis peruviana L.*) en la zona de Sumapaz (Cundinamarca). *Agron. Colomb*. 21(3), 175-189.
- Piñeros, C. J., (2009). Recopilación de la investigación del sistema productivo papa criolla. FEDEPAPA, Convenio SADE045/06. Departamento de Cundinamarca, Colombia. 152 p. <http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/recopilacion-investigacion-criolla.pdf>.
- Poorter, H., y Garnier, E., (1996). Plant growth analysis: an evaluation of experimental design and computational methods. *Journal of Experimental Botany*. 47(9), 1343-1351.
- Santos Castellanos, M., Segura Abril, M., y Núñez López, C. E., (2010). Análisis de crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Revista Facultad Nacional de Agronomía, Medellín*. 63(1), 5253-5266.
- Segura, M.; M. Santo y C. Núñez., (2006). Desarrollo fenológico de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum L.*) en el municipio de Zipaquirá (Cundinamarca) *Fitotecnia Colombia*. 6 (2): 33-43.

Efecto de la densidad siembra en el crecimiento de genotipos de batata
(*ipomoea batatas l lamb*)

- Tekalign, T., y Hammes, P. S., (2005). Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth: II. Growth analysis, tuber yield and quality. *Scientia Horticulturae*. 105(1), 29-44.
- Torres de la N., W., (1984). Análisis del Crecimiento de las Plantas. INCA. Cultivos Tropicales. La Habana, Cuba. 38 p.