

Evaluación de la aplicación de urea, melaza y aminoácidos sobre el crecimiento y rendimiento de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L. Grupo *cepa*) híbrido yellow granex, en condiciones de la Sabana de Bogotá

Evaluation of the application of urea, molasses and amino acids on growth and yield of onion plants (*Allium cepa* L. Group *cepa*) in the Bogotá Savanna

Harvey Arjona D.¹, Javier E. Herrera B.², José A. Gómez G.³ y Juan Ospina A.⁴

Resumen: El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las aplicaciones de urea, melaza y aminoácidos al follaje y al suelo en dosis convencionales y en todas sus posibles combinaciones, sobre el crecimiento y el rendimiento del cultivo de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) en la Sabana de Bogotá. Se pudo determinar que, bajo las condiciones particulares del ensayo, ningún producto o combinación de productos presentó un mejor comportamiento agronómico que el testigo absoluto para las variables evaluadas. En cambio, se detectaron efectos adversos al crecimiento de las plantas causados principalmente por las combinaciones: 1) urea con aminoácidos vía foliar en ausencia de aminoácidos al suelo, 2) urea con aminoácidos al suelo en ausencia de aminoácidos vía foliar, 3) melaza con aminoácidos al suelo, y 4) melaza en ausencia de aminoácidos vía foliar; lo que sugiere la existencia de relaciones complejas entre productos que condicionan la respuesta fisiológica de la planta a sus aplicaciones. Así mismo se observó que aquello que afectó de manera significativa el crecimiento de las plantas, se vio reflejado en los rendimientos.

Palabras claves: Fertilización foliar, fertilización edáfica, área foliar.

Abstract: The purpose of this trial was to evaluate the effect of the applications of urea, molasses and amino acids to the leaves and to the soil, applying single products and in combination, on the growth and yield of a bulb onion crop in the Bogotá Savanna. Under the particular conditions of this research, no product or combination of products showed a better agronomic behavior as compared to the absolute control for all the evaluated variables. On the contrary, adverse effects were detected on plant growth caused mainly by the following combinations: 1) urea with foliar amino acids in absence of amino acids to the soil, 2) urea with amino acids to the soil in absence of foliar amino acids, 3) molasses with amino acids to the soil, and 4) molasses in absence of foliar amino acids. It was also observed that anything affecting plant growth affects yields.

Keywords: Foliar fertilization, edaphic fertilization, leaf area.

Introducción

LA PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS está ligada al desarrollo agrícola y rural de un país. El carácter intensivo de estos cultivos hace de esta actividad una fuente de ocupación de mano de obra, contribuye a la alimentación de familias de bajos recursos y ayuda a mejorar los niveles nutricionales (ICA, 1988). En Colombia, la cebolla es quizás la segunda hortaliza de mayor importancia des-

pués del tomate desde el punto de vista del valor de la producción anual. A pesar de que la cebolla de bulbo es un cultivo de importancia en el país, su nivel tecnológico es bajo y en muchos casos los sistemas de producción son ineficientes, lo cual contribuye a incrementar los costos de producción. Así por ejemplo, la fertilización se hace de forma empírica y las dosis, las fuentes y el momento de aplicación no son siempre los más indicados (Arjona, 1998).

Fecha de recepción: 17 de febrero de 2004.

Aceptado para publicación: 01 de diciembre de 2004.

1 Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail:hearjona@unal.edu.co

2 Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: javiherr@netscape.net

3 Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. e-mail: aphidius22@hotmail.com

4 Profesor Asociado, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Existen reportes en la literatura que afirman que ciertos aminoácidos y otros compuestos nitrogenados presentes de forma natural en las plantas, intervienen en la regulación endógena del crecimiento y desarrollo vegetal, particularmente cuando éstas están sometidas a algún tipo de estrés. Según estos reportes, los aminoácidos exógenos pueden ser absorbidos e incorporados por las plantas tanto por la vía radical como por la foliar e integrarse así al metabolismo vegetal (Atlántica Agrícola, 1995).

Estudios realizados en el Valle de Samacá, Boyacá, indican que aplicaciones foliares de 2,5 ml·l⁻¹ de un producto hecho a base de aminoácidos libres, efectuadas a los 45, 60 y 90 días después del transplante, incrementaron el rendimiento en 11,2 t·ha⁻¹ (37%) con respecto a un testigo (Arias *et al.*, 2001). Sagiorato *et al.* (1993) hallaron que aplicaciones de aminoácidos incrementaron el rendimiento de cebolla con respecto a un testigo, aunque los autores aclaran que no se presentaron diferencias estadísticas en dicho ensayo. Aunque se han encontrado respuestas agronómicas positivas a la aplicación de estos productos en éste y otros cultivos, no existe evidencia que mezclas de aminoácidos aplicados a las plantas puedan hacerse partícipes en procesos de regulación del crecimiento, teniendo en cuenta la dinámica del metabolismo del nitrógeno y su complejo control en la planta (COMALFI, 2001).

La urea es considerada una fuente de nitrógeno foliar muy apropiada, debido a su rápida absorción, translocación y asimilación y por su amplio y adecuado espectro de pH en solución (Wen *et al.*, 1999). Por su parte, la melaza se ha usado en el cultivo de algodón como fertilizante (Dunn *et al.*, 1999), y se halló que aplicaciones foliares de vinaza de remolacha azucarera, concentrada y despotasificada en ryegrass, incrementaron la producción de materia seca (Murillo *et al.*, 1993). Las aplicaciones foliares de urea y melaza son una práctica agronómica a la que recurre el agricultor con cierta frecuencia, principalmente cuando el cultivo presenta síntomas de estrés, y su función puede ser análoga a la que realizan los aminoácidos como fuente nitrogenada.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los efectos de las aplicaciones de aminoácidos, urea y melaza al follaje, aminoácidos aplicados al suelo y los efectos de aplicar sus posibles combinaciones generando información científicamente válida respecto a una alternativa de fertilización relativamente nueva en el mercado, como son los aminoácidos de aplicación fo-

liar y edáfica, y a las alternativas frecuentemente usadas por el agricultor.

Materiales y métodos

El presente ensayo se realizó en condiciones de campo en terrenos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, en la ciudad de Bogotá, durante el primer semestre del año 2001. Para este trabajo se utilizó el híbrido de cebolla de bulbo Yellow Granex F1 PRR. Plántulas de dos meses de edad, de 0,5 cm de diámetro al nivel del cuello se transplantaron al sitio definitivo en la última semana del mes de enero, en camas de 15 cm de altura por un metro de ancho, separadas entre sí 40 cm. Las distancias de siembra fueron de 15 cm entre plantas y 25 cm entre hileras, para un total de cuatro hileras por cama. Las condiciones climáticas registradas durante los cinco meses de cultivo en campo fueron: temperatura media de 15,1°C, humedad relativa promedio del 74,3%, precipitación acumulada de 266,2 mm, evaporación acumulada de 451,7 mm, y un promedio de brillo solar de 4,6 horas·día⁻¹.

Se dispuso un total de 68 parcelas de 2 m² con 52 plantas cada una. Se usó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En cada bloque se establecieron 17 tratamientos consistentes en la combinación de cuatro productos cada uno en dos niveles: presencia y ausencia. Los productos evaluados fueron: 1) Aminoácidos de aplicación foliar (Aminocat®) en mezcla de 0,2% v/v. 2) Aminoácidos de aplicación edáfica (Aminocat-S®) en mezcla de 0,2% v/v. 3) Urea para aplicación foliar en mezcla de 1,5% p/v. 4) Melaza para aplicación foliar en mezcla de 2% p/v. Adicionalmente, se consideró un testigo absoluto sin fertilización edáfica.

Los cuatro productos evaluados fueron aplicados simultáneamente durante cinco oportunidades con intervalos de 25 días a partir del transplante. Los productos foliares se aplicaron con un equipo de aspersión manual con boquilla de cono hueco y a las diferentes mezclas siempre se les adicionó el adyuvante Agrotin® en dosis de 0,5% v/v. El volumen de aspersión para cada unidad experimental fue constante, garantizando la total cobertura del follaje. Para el caso de los aminoácidos al suelo, la aplicación se realizó mediante “drench” dirigido al cuello de la planta y el volumen de aplicación fue constante para todas las unidades experimentales en cada aplicación.

Aminocat y Aminocat-S (de aplicación foliar y edáfica respectivamente) utilizados en el experimento son producidos por la compañía española Atlántica Agrícola. Aminocat está compuesto por aminoácidos libres derivados de hidrólisis enzimática de proteína vegetal (10%), materia orgánica (18%), nitrógeno total (3%), nitrógeno protéico (1,8%), nitrógeno amínico (1,4%), fósforo total P_2O_5 (1,0%) y potasio total K_2O (1,0%). Aminocat-S está compuesto por aminoácidos libres procedentes de proteína vegetal hidrolizada (5%), nitrógeno total (3,5%), nitrógeno protéico (0,9%), nitrógeno amínico (0,7%), materia orgánica (8%), fósforo total P_2O_5 (6%) y potasio total K_2O (3%). El análisis de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) del Aminocat, indica que la composición de aminoácidos libres es de $104,31 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$, dentro de los cuales figuran: ácido glutámico y aspártico (43,2%), cistina, isoleucina y leucina (25,1%), glicina (10,8%), serina (1,9%), histidina (1,3%), arginina (1,7%), treonina (2,0%), alanina (2,6%), prolina (2,1%), tirosina (1,1%), valina (2,6%), metionina (1,2%), fenilalanina (1,8%) y lisina (2,4%) (Atlántica Agrícola, 1995). La urea y la melaza de caña utilizadas en el experimento son las comúnmente empleadas para uso agrícola en Colombia.

Las frecuencias de aplicación, las dosis y las condiciones de uso de Aminocat y Aminocat-S, fueron las recomendadas por los fabricantes de los productos para cultivos hortícolas (Atlántica Agrícola, 1995). Por su parte, las dosis de urea y melaza empleadas fueron las que normalmente emplean los productores de cebolla de bulbo. Urea hasta 4% en aplicaciones foliares durante el cultivo y melaza hasta 10% en las mismas condiciones.

Previamente al trasplante se incorporó al suelo materia orgánica (bobinaza) a razón de $12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. La fertilización convencional se fraccionó aplicando $100 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fertilizante compuesto 15-15-15 una semana antes del trasplante y $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ del mismo fertilizante 3 meses después. Las demás prácticas de cultivo se realizaron siguiendo el esquema tradicional de un productor, considerando el manejo técnico que asegurara una condición sanitaria óptima durante el ciclo de cultivo (Arjona, 1998).

Las variables de respuesta evaluadas se dividen en dos grupos así:

Variables de crecimiento: Fueron evaluadas en cuatro oportunidades con un intervalo de 30 días a par-

tir del primer mes del trasplante. Las evaluaciones se realizaron sobre 4 plantas marcadas en el área central de cada unidad experimental. En este grupo se incluyeron las variables: 1) Altura de planta, medida en cm desde el nivel del suelo hasta el ápice de la hoja más larga. 2) Número de hojas por planta. 3) Área foliar estimada, para la cual se desarrolló el modelo de regresión: $\sqrt{AT} = 0,17079 + 0,18693*L + 0,01197*DDT$, donde: \sqrt{AT} corresponde a la raíz cuadrada del área foliar de una hoja, L es la longitud de la hoja en cm y DDT los días después de trasplante. El coeficiente de determinación (R^2) para el modelo es de 0,98. El área foliar total correspondió a la suma del área estimada de sus hojas individuales; se expresó en cm^2 .

Variables de cosecha: fueron evaluadas al final del ciclo de cultivo, considerando los siguientes subgrupos:

1. Variables evaluadas para 22 plantas de la zona central de cada parcela: 1) Agobio de rama: se evaluó a los cinco meses del trasplante y fue determinado como el porcentaje de plantas de la zona central de cada unidad experimental cuya parte aérea se había colapsado. 2) Rendimiento total: se tomó el peso fresco total de plantas sin raíz y se extrapoló a toneladas por hectárea. 3) Rendimiento de bulbos: se determinó extrapolando la producción total de bulbos en el centro de cada unidad experimental a toneladas por hectárea.

2. Variables evaluadas para las cuatro muestras fijas: corresponden al promedio de los valores para las cuatro plantas marcadas por parcela. 1) Diámetro ecuatorial de bulbo: fue determinado con un calibrador y se expresó en cm. 2) peso fresco de rama: corresponde al peso fresco de la parte aérea de la planta, considerada a partir de un cm por encima del bulbo; se expresó en g. 3) Peso fresco de bulbo: se expresó en g. 4) Peso seco de rama: la parte aérea de las plantas fue sometida a una temperatura de 70°C durante 72 horas y el peso se expresó en g. 5) Peso seco de bulbo: los bulbos fueron fraccionados y secados a una temperatura de 70°C durante 72 horas y el peso seco se expresó en g. 6) Materia seca de bulbo: se determinó como la relación entre el peso seco y el peso fresco del bulbo y se expresó en porcentaje.

Para el procesamiento estadístico de los datos se tomó en cuenta un efecto permanente de covarianza sobre 7 de las 68 unidades experimentales, cuya sig-

nificancia fue siempre sometida a prueba. La información obtenida de las variables de crecimiento fue sometida a análisis de varianza con medidas repetidas en el tiempo usando el método de análisis univariado y multivariado. Para las variables de cosecha se realizó análisis de varianza, considerando la composición factorial de los tratamientos. Se determinó la significancia de cada producto evaluado tanto en su efecto principal como en las posibles interacciones de primero, segundo y tercer orden. También se consideró el efecto de la no-fertilización edáfica en el testigo absoluto. Sobre las interacciones significantes se realizaron pruebas de D.M.S. para los efectos simples. Todos los análisis se realizaron mediante el programa estadístico SAS (SAS Institute Inc., 1994).

Resultados y discusión

La significancia estadística de los factores urea, melaza, aminoácidos de aplicación foliar y aminoácidos de aplicación edáfica, de sus interacciones de primero, se-

gundo y tercer orden, su efecto en el tiempo (para las variables de crecimiento) y el efecto de la fertilización edáfica, se presentan en la Tabla 1, para cada variable evaluada. Para el análisis de resultados solo se tuvieron en cuenta aquellos efectos que mostraron niveles de significancia estadística con $P < 0,05$ de probabilidad.

1. Interacción aminoácidos de aplicación edáfica-melaza: En todos los casos, la combinación de aminoácidos de aplicación edáfica y melaza generó reducciones con respecto a la aplicación individual de cada factor o a su no-aplicación. Esta aplicación fue significativa para las variables área foliar estimada (en su tasa de crecimiento), altura de planta (como efecto promedio en el tiempo), rendimiento total, rendimiento de bulbo y peso fresco de rama. Las aplicaciones conjuntas de aminoácidos al suelo y melaza redujeron el peso fresco de rama en un 31,2% respecto a las aplicaciones individuales de melaza. Las reducciones en rendimiento de bulbo por la combinación de los dos productos fue en promedio del 11,6% ($5,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) (Figura 1).

Tabla 1. Significancias estadísticas para efectos principales, interacciones de primero, segundo y tercer orden, fertilización y tiempo (en variables de crecimiento), para las variables evaluadas en el experimento.

Variables	AF	AS	U	M	AF*AS	AF*U	AF*M	AS*U	AS*M	U*M	AF*AS*U	AF*AS*M	AF*U*M	AS-U*M	AF-AS-U-M	Fertilización	Tiempo	C.V.
Componentes del factorial tiempo																		
Lambda Wilks (análisis multivariado)																		
1. Altura de la planta	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**
2. Área foliar estimada	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-	*	-	-	-	-	-	-	**
3. Número de hojas planta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**
Efecto promedio en el tiempo																		
1. Altura de la planta	-	-	*	-	-	-	*	-	*	-	*	-	-	-	-	-	-	9,4
2. Área foliar estimada	-	-	**	-	-	-	-	-	*	-	**	-	-	-	-	-	-	24,7
3. Número hojas planta	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	*	-	*	-	-	-	-	11,4
4. Agobio de rama	-	-	-	*	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,1
5. Rendimiento total	-	-	**	*	-	-	*	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	12,0
6. Rendimiento bulbo	-	-	**	*	-	-	**	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	11,1
7. Diámetro ecuatorial de bulbo	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,7
8. Peso fresco de rama	-	-	*	-	-	-	-	-	*	-	**	-	-	-	-	-	-	36,9
9. Peso fresco de bulbo	-	-	*	*	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,8
10. Peso seco de rama	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	**	-	-	-	-	-	-	20,8
11. Peso seco de bulbo	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	20,7
12. Materia seca de bulbo	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	*	-	10,1
13. Índice cosecha peso seco	-	-	-	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,26

*: Significancia al nivel del 5% ($P < 0,05$); **: Significancia al nivel del 1% ($P < 0,01$); AF: Aminoácidos foliar; AS: Aminoácidos al suelo; U: Urea; M: Melaza; C.V.: Coeficiente de variación.

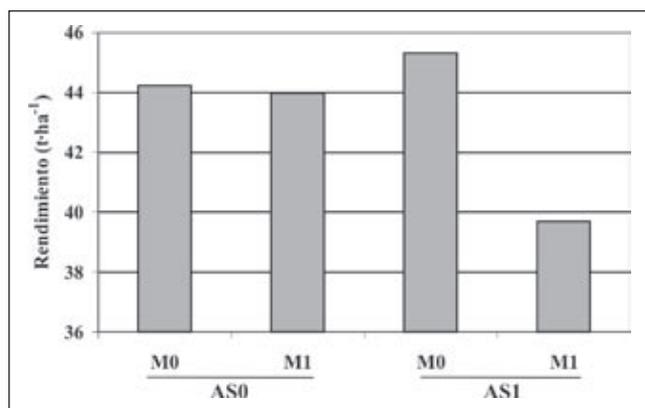


Figura 1. Respuestas en el rendimiento de bulbo a las aplicaciones de aminoácidos al suelo-melaza (AS-M). “0” y “1” indican ausencia o presencia del producto respectivamente.

El efecto adverso generado sobre el área foliar con la aplicación combinada de aminoácidos al suelo y de melaza sugiere la posibilidad de que exista una relación de antagonismo entre los dos productos. Las aplicaciones combinadas de los dos productos podrían estar aumentando la senescencia de los tejidos o su susceptibilidad a patógenos hacia el final del ciclo de cultivo. Lo anterior pudo presentarse al aportar melaza sin que simultáneamente se aplicara una fuente de nitrógeno al follaje, lo cual estaría desbalanceando la relación C/N, razón por la cual no se observaron decrementos para las combinaciones de melaza con urea o con aminoácidos vía foliar.

El retraso inicial en el área foliar y su pérdida drástica a partir del tercer mes de cultivo, pudieron haber determinado la reducción en los rendimientos total y de bulbos, al disponer de una menor proporción de follaje como fuente de fotoasimilados.

2. Interacción aminoácidos de aplicación foliar-melaza: La adición de aminoácidos vía foliar a la solución de melaza atenuó o eliminó el efecto adverso generado por esta última. La interacción de los dos productos fue significativa como efecto promedio en el tiempo para las variables altura de planta y área foliar estimada; y para rendimiento total, rendimiento de bulbos y peso fresco de bulbo. El efecto de la interacción no se puede ubicar en una etapa particular del cultivo, por lo que se puede intuir que su efecto fue permanente a lo largo del ciclo. El efecto reductor de la melaza en el crecimiento repercutió en los rendimientos del cultivo que decrecieron en un 11,6% ($5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$) en comparación cuando no se aplica melaza (Figura 2).

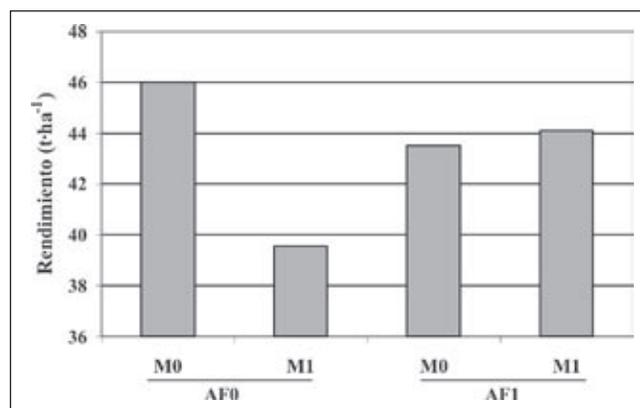


Figura 2. Respuestas en el rendimiento de bulbos a las aplicaciones de aminoácido vía foliar-melaza (AF-M). “0” y “1” indican ausencia o presencia del producto respectivamente.

Al parecer, la melaza generó una condición de estrés en las plantas y por su parte, los aminoácidos de aplicación foliar atenuaron o eliminaron el efecto de la melaza posiblemente porque los cambios en las propiedades físico-químicas de la mezcla de los dos productos hicieron dicha combinación inocua a la planta, o porque su mezcla constituyó un balance donde los aminoácidos de aplicación foliar compensaron el desequilibrio causado por los aportes de la melaza, quizás sobre la relación C/N.

3. Interacción aminoácidos de aplicación foliar-aminoácidos de aplicación edáfica-urea:

En general, las variables presentaron descensos en sus promedios cuando se combinó urea con aminoácidos al suelo en ausencia de aminoácidos de aplicación foliar o cuando se combinó urea con aminoácidos de aplicación foliar en ausencia de aminoácidos al suelo, excepto el peso seco de rama y el peso seco de bulbos, que solo presentaron reducciones en la combinación de aminoácidos de aplicación edáfica con urea en ausencia de aminoácidos de aplicación foliar. En contraste, las aplicaciones individuales de aminoácidos vía foliar, aminoácidos al suelo y de urea, o su triple combinación, no provocaron reducciones en ninguna variable. La interacción presentó los mencionados descensos en las variables área foliar estimada (hasta el segundo mes de transplante), altura de planta y número de hojas por planta (como promedio en el tiempo), peso fresco de rama (48,2%), peso seco de rama (30,0%), peso seco de bulbo (26,6%) (Figura 3) y diámetro ecuatorial de bulbo (con $P=0,06$).

El peso seco del bulbo, que indica acumulación de materia seca (componente de calidad), se redujo por

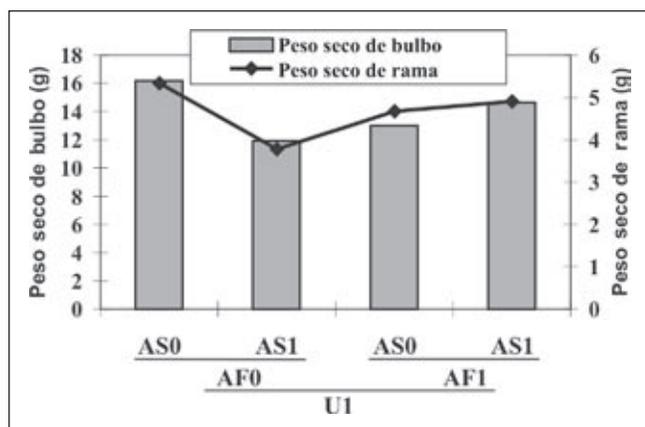


Figura 3. Respuesta a las combinaciones de aminoácidos vía foliar (AF) y aminoácidos al suelo (AS) en presencia de urea (U), para peso seco de rama y peso seco de bulbo. “0” y “1” indican ausencia o presencia del producto respectivamente.

la combinación de aminoácidos al suelo-urea mientras que la de aminoácidos vía foliar-urea no causó dicho efecto. Ello puede indicar que, aunque exista antagonismo entre los dos productos de aminoácidos con la urea, la combinación con aminoácidos al suelo puede estar afectando la producción o translocación de fotoasimilados, ya que la materia seca de la parte aérea presentó idéntico comportamiento.

4. Efecto principal de la urea: Las aplicaciones de urea provocaron reducciones en las variables altura de planta (entre el primer y el segundo mes de cultivo) (Figura 4), peso fresco de bulbo (10,35%) y para los rendimientos total (7,7%) y de bulbos (8,5% o 5 t·ha⁻¹). Las reducciones en altura de planta durante la primera

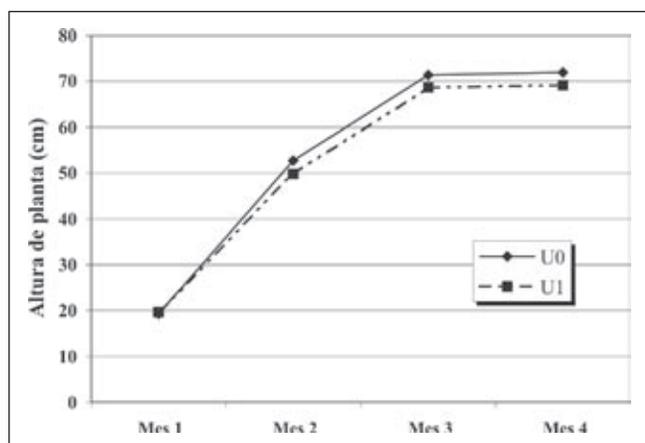


Figura 4. Curvas de crecimiento en altura de planta sin y con aplicaciones de urea (U). “0” y “1” indican ausencia o presencia del producto respectivamente.

etapa de crecimiento, resultaron inesperadas debido a la alta demanda de nitrógeno. Pudo ocurrir que, en las condiciones específicas del cultivo, los aportes adicionales de nitrógeno se hayan tornado excesivos por las dosis y frecuencias de aplicación lo que es causal de retardo en la formación del bulbo y de decrementos en los rendimientos (Higuita y Jaramillo, 1984), representando una condición de estrés para las plantas. También cabe la posibilidad de que este resultado esté relacionado con el que se muestra en la interacción aminoácidos de aplicación foliar-aminoácidos de aplicación edáfica-urea; es decir, que las mezclas de urea con aminoácidos de aplicación foliar y de urea con aminoácidos de aplicación edáfica pueden estar contribuyendo a reducir el promedio general de la tasa de crecimiento en altura de planta observado en la aplicación individual de urea.

5. Efecto principal de la melaza: Las aplicaciones de melaza retardaron el colapso de la parte aérea (doblado de rama), visto éste como indicador de precocidad (Brewster, 1977). Esto indica que el suministro de melaza podría estar retardando el colapso radical natural en las plantas.

La reducción en el peso seco de bulbos causada por la melaza (13,1%) puede estar ligada a todos los posibles efectos bioquímicos o fisiológicos ya mencionados o a su interacción con aminoácidos al suelo, que presentó un nivel de significancia con $P=0,06$. Sin embargo, se observa que no en todas las combinaciones y no en todos los momentos del crecimiento en área foliar, el factor melaza resulta nocivo, lo cual podría significar que el uso de melaza en condiciones adecuadas potencialmente puede incrementar los rendimientos, lo que podría ser objeto de un nuevo estudio.

6. Interacción aminoácidos de aplicación al suelo-urea-melaza: La aplicación de aminoácidos al suelo provocó una reducción del 6,1% en la producción de materia seca, lo que podría deberse a que este producto causa algún efecto sobre la producción o translocación de fotoasimilados al bulbo. Esto también podría estar ligado a los efectos causados por la interacción entre aminoácidos al suelo con urea que estuvo muy cerca de ser significativa $P=0,06$, la cual también redujo el área fotosintética y por lo tanto la disponibilidad de fotoasimilados translocables al bulbo.

7. Interacción aminoácidos de aplicación foliar-aminoácidos al suelo: Esta doble interacción

sólo fue significativo para el número de hojas por planta. Los aminoácidos de aplicación foliar y la melaza se comportan de manera diferente dependiendo de la presencia o ausencia de urea en la mezcla. El mismo patrón con respecto a la urea se observó en la interacción aminoácidos de aplicación foliar- aminoácidos al suelo-urea. En presencia de urea, las aplicaciones individuales de aminoácidos vía foliar o de melaza reducen el promedio del número de hojas durante el ciclo de cultivo, lo que no se observa en la combinación de los tres productos. Se carece de información que pueda orientar una interpretación coherente de los resultados observados, ya que la compleja naturaleza de los factores involucrados dificulta la identificación del lugar, la forma y el momento en que interactúan los productos.

8. Interacción aminoácidos de aplicación foliar-aminoácidos al suelo: Las aplicaciones de aminoácidos vía foliar en ausencia de aminoácidos al suelo retardaron el colapso de la parte aérea (doblado de rama), visto éste como indicador del momento de cosecha. Esta observación podría indicar que la aplicación de aminoácidos vía foliar retarda el colapso radical natural en las plantas, o mantiene el metabolismo de la parte aérea cuando la raíz está en proceso de colapso.

9. Efecto de la fertilización convencional en el testigo absoluto: La comparación entre el testigo absoluto y todos los factores dentro del experimento factorial demostró que no existieron diferencias estadísticas en cuanto a las variaciones de crecimiento y de cosecha, excepto para la variable “Materia seca”, la cual aumentó un 10% en los tratamientos con aplicaciones de los fertilizantes evaluados, incluyendo la fertilización con 15-15-15, con respecto al testigo absoluto, donde no se aplicó ningún producto. Estos resultados indican que el nivel de fertilidad del suelo era el adecuado para el cultivo, lo que acompañado de la incorporación generalizada de materia orgánica pudo jugar un papel importante en el aporte y disponibilidad de nutrientes presentes en el suelo. El aporte adicional de los productos evaluados y del abono químico edáfico, no tuvo efecto sobre las variables de crecimiento y rendimiento de manera significativa, pero sí mejoró la calidad del bulbo aumentando su acumulación de materia seca.

De la evaluación del comportamiento agronómico de la cebolla de bulbo con respecto a la aplicación de los cuatro productos, se puede concluir que aunque no hubo respuesta de ninguno de estos con respecto

al testigo, se observaron relaciones entre los productos manifestadas en el comportamiento diferencial de cada uno en las distintas combinaciones. Así mismo, no se observó ninguna respuesta o relación sinérgica para el tratamiento que efectúa el agricultor cuando el cultivo se encuentra estresado (aplicación de urea con melaza). La respuesta positiva a las aplicaciones de aminoácidos al suelo y a la melaza en las primeras etapas de crecimiento pueden obedecer a la condición de estrés del cultivo derivada del transplante y a la escasez temporal de agua. Con respecto a la melaza, no se tienen pruebas para afirmar que actúe como adyuvante o que optimice el efecto de otro fertilizante.

Dada la compleja naturaleza y la composición de los productos a base de aminoácidos y la melaza, es difícil orientar una explicación de la respuesta fisiológica de la planta a sus aplicaciones; bajo las condiciones particulares del presente estudio se encontraron principalmente respuestas adversas de combinaciones particulares de productos, o productos aplicados individualmente, sobre variables de crecimiento y rendimiento en cebolla de bulbo; sin embargo, es posible que bajo condiciones diferentes estos productos puedan mostrar ventajas agronómicas.

Bibliografía

Arias, G.; J. Castillo y G. Venegas. 2001. Evaluación de épocas y dosis de aplicación foliar de aminoácidos como complemento a la fertilización edáfica en el cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) en Samacá, Boyacá. En: Memorias del XXXI Congreso Anual de Comalfe: Fisiología de la regulación en la producción de cultivos. Bogotá.

Arjona, H. 1998. El cultivo de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.). Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Mimeografiado.

Atlántica Agrícola. 1995. Monografía sobre el uso de aminoácidos en la Agricultura. Alicante, España. 40 p.

Brewster, J. L. 1977. The physiology of the onion. Horticultural Abstracts 47(1), 17-23.

COMALFI, 2001. Memorias XXXI Congreso Anual de la Sociedad Colombiana del Control de Malezas y Fisiología Vegetal: Fisiología de la regulación en la producción de cultivos. Bogotá.

Dunn, D.; G. Stevens; B. Phipps y P. Dugger. 1999. The use of concentrated molasses soluble (CMS) as a nitrogen and sulfur fertilizer in cotton production. En: Richter, D.

(ed.). 1999 Proceedings Beltwide Cotton Conferences. Orlando, Florida. pp. 1275-1276.

Higueta, F. y J. Jaramillo. 1984. Cebolla de bulbo. En: Hortalizas, manual de asistencia técnica N°28. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Bogotá.

ICA. 1988. Guía para la producción de hortalizas. Curso de producción de hortalizas en el Valle de Cauca, Cali.

Marquinez, X. y G. Corchuelo. 1998. Metabolismo y asignación de fotoasimilados en los cultivos. Revista COMALFI 25(1-3), 59-80.

Murillo, J.; F. Cabrera y R. López. 1993. Influencia de la vinaza de remolacha, concentrada y despotasificada, so-

bre la emergencia, producción de biomasa y contenido de nutrientes de ryegrass. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal 8(1), 37-47.

Sagiorato, J. A.; C. L. Pinhotti; M. I. Lobo; N. T. Teixeira y J. R. Oliveira. 1993. Bioestimulantes e adubos foliares na cultura da cebola (*Allium cepa* L.) var. Baía Perifome. Ecosistema 18(10), 27-31.

SAS Institute Inc. 1994. SAS/STAT User's guide Vol. 2, version 6.0. 4° Ed. Cary, N.C.

Wen, X.; H. Ikeda y M. Oda. 1999. Absorption, translocation and assimilation on foliar-applied urea compared with nitrate and ammonium in tomato plants. Soil Sci. Plant Nutr. 45(3), 609-616.