
CAPÍTULO UNO

Materiales y métodos utilizados

Localidad

La investigación de campo se desarrolló durante el segundo semestre del año 2009 y enero de 2010, en el municipio de Sogamoso, Boyacá, Colombia, sector Siatame. Esta localidad está ubicada en las siguientes coordenadas: 5°43'56,94"N y 72°56'02,19"O. El sector se encuentra a una altura de 2479 msnm y presenta una temperatura media de $17,0 \pm 2,0$ °C y una humedad relativa de $68,0 \pm 5,0\%$. El clima en la localidad es frío-húmedo el 70% del tiempo y frío-seco el 30% restante. Geográficamente, el valle de Sogamoso y el valle alto del río Chicamocha, están conformados por regiones semionduladas y algunas pequeñas elevaciones.

Material vegetal

Se utilizaron plantas de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) del híbrido 'Yellow Granex' PRR (pink root resistant: resistente a raíz rosada). La enfermedad de la raíz rosada en cebolla de bulbo, es causada por *Pyrenochaeta terrestris*. Este material vegetal era comercializado por la compañía Sunblest®, hoy Nunhems®. Acorde con la información suministrada por DEAQ (2014), este híbrido presenta bulbos sólidos, achatados, con túnicas finas de color amarillo claro y cuello cerrado. El ciclo del cultivo es de 125-220 DDS, según las condiciones climáticas de la zona. Este híbrido se adapta a alturas entre 600-2600 msnm.

Semillero

Las semillas se colocaron en el semillero en agosto de 2009. Las dimensiones del semillero fueron: 2,0 x 10,0 m, las cuales se manejan tradicionalmente en

la región. Las semillas se cubrieron con cascarilla de arroz. En esta etapa no se hizo ninguna fertilización. Se realizaron pulverizaciones con fungicidas a base de Captan y Benomyl, para prevenir y contrarrestar el ataque de fitopatógenos. La primera toma de muestras se hizo a los 30 DDS, para lo cual se escogieron 30 plántulas por cada repetición, y una segunda muestra se tomó a los 50 DDS con el mismo número de plántulas por repetición. Inicialmente se había planteado la toma de las muestras cada dos semanas, pero como se observó que el material era muy pequeño e insuficiente para ser procesadas, se amplió el tiempo. La muestra correspondiente a los 50 DDS tuvo la particularidad de que en esta se efectuó un corte de la parte superior de las hojas, como lo hace el productor en los días previos al trasplante, para que haya una nueva emisión de hojas y no se vea afectada la plántula al momento del trasplante, de manera que se replicaron las labores practicadas por los agricultores en la región.

Trasplante

Se tomó una muestra de suelo en el sitio donde se establecerían definitivamente las plántulas, con el fin de conocer sus condiciones fisicoquímicas. Los resultados se muestran en el anexo A. El trasplante se hizo cuando las plantas del semillero habían cumplido 50 DDS. La recolección de muestras del material vegetal, en la etapa posterior al trasplante, se efectuó cada quince días, hasta los 110 días después de realizado el trasplante, y posteriormente se hicieron muestreos a los 130, 150 y 170 DDS. Se manejaron parcelas de 2,5 x 15,0 m, con tres repeticiones, con una distancia de siembra de 15 cm entre surcos y 15 cm entre plantas, con 13 surcos por parcela. La toma de muestras del material vegetal se hizo al azar y en zigzag. Se recolectaron aproximadamente 100g de material fresco de tallos, raíces y hojas, procedentes de cada una de las tres repeticiones. Estas muestras se trasladaron al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la UPTC, donde se realizó la medición del área foliar con el equipo Area Meter CID-102 (Bio-Science, USA). Cada uno de los órganos fue lavado y después pesado en una balanza electrónica; posteriormente se llevaron todos a la estufa a una temperatura de 70 °C, hasta que alcanzaran un peso seco constante. Finalmente, cada uno de los órganos fue pesado y preparado para el análisis de su contenido mineral.

Fertilización

En la etapa de semillero no se hizo ninguna fertilización edáfica. Sin embargo, diez días después del trasplante, se fertilizó en chorrillo, al lado de cada surco, con una mezcla 250 kg de grado 13-26-6 (Monómeros Colombo Venezolanos S. A.) + 250 kg de grado 12-24-24 (Nutrimón) + 250 kg de Nitrón 26-0-0 (Ferticol). Para un total de 750 kg de la mezcla de fertilizantes por hectárea. El Nitrón 26-0-0 es un fertilizante simple nitrogenado de nitrato de amonio granulado con una concentración de 26% de N. Esta formulación de fertilizantes se realizó a criterio del agricultor, con base en la fertilización que se maneja en la región. En la zona se acostumbra fertilizar los cultivos de cebolla de bulbo utilizando una mezcla de 50 kg de grado 13-26-6 + 50 kg de grado 12-24-24 + 50 kg de Nitrón 26-0-0, por cada libra de semilla de cebolla que se utilice en el semillero. Además, se debe aclarar que en la zona se utilizan cinco libras de semilla de cebolla de bulbo por hectárea.

La segunda fertilización se realizó a los 38 DDT (equivalente a 88 DDS), con una mezcla de 250 kg de grado 12-24-24 (Nutrimón) + 250 kg de grado 0-0-60 (KCl - Nutrimón) por hectárea. Para un total de 500 kg de la mezcla de fertilizantes por hectárea. Esta aplicación se hizo en chorrillo al lado de los surcos.

Análisis de tejidos

La fase correspondiente al análisis de las muestras de tejido vegetal se llevó a cabo en los laboratorios de Fisiología Vegetal y el Laboratorio de Suelos y Aguas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la UPTC.

Para las determinaciones de Mg, Ca, K y P, se tomó 1,0 g de materia vegetal seca, que se incineró en seco a 475 °C, durante 3-4 horas para reducirla a cenizas y se mineralizó con HCl concentrado. La extracción de los elementos minerales constituyentes del material vegetal se realizó por vía seca, acorde con Chapman y Parker (1973). Para la determinación de N, se efectuó una digestión micro-Kjedahl, para lo cual se tomaron 0,05 g de materia vegetal seca pulverizada. La muestra fue digerida con 5 ml de H₂SO₄ y 5 ml de H₂O₂ durante 3 horas a 300 °C, y diluida con agua destilada a un volumen final de 50 ml. El P se

determinó por el método colorimétrico del complejo vanado-molibdofosfórico, adaptado para un volumen final de 10 ml. El S se analizó por turbidimetría con BaCl_2 y glicerina, con lectura al colorímetro a 800 nm. Para la determinación de K, Ca y Mg, las muestras se diluyeron en solución de La_2O_3 al 5,0% acorde con la metodología propuesta por Rodríguez y Rodríguez (2002). A partir de esta dilución, se determinaron Ca y Mg por espectrofotometría de absorción atómica, y K, por fotometría de llama. Los elementos menores (Fe, Mn, Zn,) y el Na se analizaron directamente del filtrado de la digestión, mediante el equipo de espectrofotometría de absorción atómica Unicam SOLAAR 969 (Unicam, UK).

Análisis estadístico y presentación de resultados

Con la información obtenida se efectuó un análisis de regresión entre la concentración de cada elemento de manera instantánea, en función del tiempo, en los diferentes órganos. El análisis de la información se hizo con el apoyo de la aplicación IBM-SPSS Statistics versión 20.0.0. De esta manera se describió la dinámica de cada elemento durante el ciclo de cultivo.

Los resultados del contenido de minerales de manera individual, en los diferentes órganos, se presenta en porcentaje para N, P, K, Ca, Mg y S. La información registrada para el Fe, Mn, Zn y Na se presenta en ppm. Para las curvas de las relaciones nutricionales, se hizo la conversión de las unidades de los elementos a porcentaje o ppm, de manera que tanto el numerador como el denominador estuvieran en las mismas unidades, con la intención de que las unidades de la fracción fueran comparables. En los casos en que en la literatura se mencionaban relaciones nutricionales con base en unidades disímiles entre el numerador y el denominador, se hizo la aclaración de las unidades entre paréntesis y, en algunos casos, cuando la información estaba disponible, se realizó la conversión de unidades a aquellas reportadas en el presente trabajo, con el propósito de establecer la comparación de los índices obtenidos. Además, con la información obtenida periódicamente, relacionada con la materia seca presente en los diferentes órganos y el área foliar de las plantas, se calcularon los índices de crecimiento, de acuerdo con las metodologías propuestas por Hunt (1990) y Radford (1967).

Referencias

- Chapman, H. & Parker, P. (1973). *Métodos de análisis para suelos, plantas y aguas*. México: Trillas. 195 pp.
- Hunt, R. (1990). *Basic growth analysis. Plant growth analysis for beginners*. Boston: Unwin Hyman. 112 p.
- DEAQ (2014). Sección semillas. En: *Diccionario de especialidades agroquímicas*. (pp.1411-1454). Bogotá: Thomson PLM.
- Radford, P. J. (1967). Growth analysis formulae. Their use and abuse. *Crop Science* 7, 171-175.
- Rodríguez, H. & Rodríguez, J. (2002). *Métodos de análisis de suelos y plantas, criterios de interpretación*. México: Trillas. 196 p.