

ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y ABSORCIÓN DE NITRÓGENO, FOSFORO Y POTASIO EN CEBOLLA, *Allium cepa* L., VARIEDAD OCAÑERA

Carlos M. Duque M.* Carlos E. Perdomo G.* Juan Jaramillo V. **

COMPENDIO

En el CNI Palmira se realizó este estudio utilizando la cebolla de bulbo variedad Ocañera. Se emplearon como tratamientos 6 épocas de crecimiento contados a partir de los 30 días después de la siembra, con intervalos de 10 días. La variedad estudiada presenta entre sus características fundamentales: ciclo vegetativo corto, propagación asexual y altos rendimientos. Los principales parámetros que se determinaron fueron: número de falsos tallos por planta, número de hojas por falso tallo, número de hojas por planta, altura de hojas, peso fresco y seco de hojas y bulbos, porcentajes y gramos de N, P y K en hojas y bulbos. El peso fresco y seco tanto en hojas como en bulbos guardaron estrecha relación a través del período vegetativo. Las necesidades de nitrógeno y potasio fueron mayores en las primeras épocas, las de fosfato en todas. La absorción total de nutrimentos para una cosecha de 21.5 t/ha fue de 38.8, 38.6 y 71.3 kg de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.

ABSTRACT

A study with bulb onion, Ocañera variety was carried out at the Experimental Center Palmira. Growing periods were counted from 30 days after sowing with intervals of 10 days, which were used as treatments. The studied variety presents among its main characteristics: asexual propagation, short vegetative cycle, and high yields. Mean determined parameters were: number of false stem/plant, number of leaves/false stem, number of leaves/plant, leaves height, fresh and dried leaves, and bulbs weight, percentages and grams of N, P and K in leaves and bulbs. Fresh and dried weights of both leaves and bulbs have a narrow ratio throughout the vegetative period. N and K needed by onion are greater in the first periods, and P the whole period. For a 21.5 t/ha harvest the nutrient consumption was 38.8, 38.6 and 71.3 kg of N, P₂O₅ y K₂O respectively.

* Estudiante de pre-grado . Universidad Nacional de Colombia . Palmira .

** Instituto Colombiano Agropecuario - ICA . A.A. 233, Palmira

1. INTRODUCCION

El cultivo de la cebolla de bulbo, *Allium cepa* L. var. *agregatum* en Colombia, ha venido creciendo favorecido por la demanda y adaptabilidad a muchas zonas del país. Entre todas las variedades sembradas, la Ocañera es la más importante por el área, valor y volumen de la producción. Su área de siembra se localiza en los departamentos de Norte de Santander y Cesar, donde ha logrado ocupar aproximadamente 2000 ha (Quintero, 6). Eventualmente y en pequeñas áreas se la siembra en el Valle del Cauca. Su color rojo claro y sabor picante hacen de la cebolla Ocañera el principal motivo para ser preferida sobre otras variedades. Además, presenta entre sus características fundamentales ciclo vegetativo corto y buenos rendimientos.

La siembra de la variedad se inició posiblemente en Abrego en el siglo XVII, pasando después a los municipios de La Playa, Ocaña, El Carmen y Loma de González, que conforman la zona cebollera de Ocaña y alrededores. Se cultiva también en Choachí (Cundinamarca), Bucaramanga (Santander), Chitagá (Norte de Santander) y cerca de Pereira (Risaralda) (Quintero, 6). A diferencia de otras variedades sembradas comercialmente en el país a partir de semilla sexual, la variedad Ocañera se caracteriza por su siembra asexual (bulbos) que contribuye a reducir el período vegetativo lográndose obtener hasta tres cosechas por año. Su sistema radical es muy restringido y superficial, las raíces son adventicias, blancas y delgadas, más o menos de un milímetro de diámetro y en promedio veinticinco por planta. El bulbo es rojo claro, ovoide, de tamaño mediano y de sabor picante. El tamaño depende principalmente de la fertilidad del suelo, condiciones climáticas y físicas del suelo. De acuerdo con el tamaño de la semilla utilizada variará el número de bulbos obtenidos por planta o sitio.

La cosecha se hace en forma manual aproximadamente quince o veinte días después

de haber ocurrido el doblamiento de las hojas, o sea unos 70 - 80 días después de la siembra; para ello los bulbos se van arrancando y se dejan sobre las eras. La cebolla Ocañera se adapta a zonas con temperaturas cercanas a los 21-22° C, con precipitaciones anuales cercanas a los 1000 mm y disponibilidad de riego (Quintero, 6).

Los objetivos del experimento fueron determinar las variaciones en crecimiento y acumulación de materia seca, nitrógeno, fósforo y potasio en hojas y bulbos, durante diferentes épocas de crecimiento; determinar las épocas críticas del cultivo en relación con los requerimientos de nutrimentos minerales y determinar el tiempo requerido para lograr la mayor producción de bulbos comerciales en las condiciones del Valle del Cauca.

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El ensayo se llevó a cabo en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, ICA Palmira (Valle del Cauca) en el segundo semestre de 1981, empleando la cebolla variedad Ocañera en un suelo con 4 o/o de materia orgánica, 118 ppm de fósforo y 0.45 meq/100 g de potasio.

Las épocas de crecimiento se seleccionaron considerando el período vegetativo de la planta: la primera lectura se hizo sobre los bulbos semilla antes de la siembra (época 0), la segunda 30 días después de la siembra, teniendo en cuenta para ello el período de brotación (8 - 15 días) y el lento desarrollo inicial de la planta.

Para el ensayo se utilizó el diseño de bloques al azar (BAA); el número de tratamientos fue de seis, que correspondieron a las épocas de crecimiento, y el de repeticiones de cuatro. Las variables estudiadas fueron número de falsos tallos por planta, número de hojas por falso tallo, número de hojas por planta, altura de la hoja, peso fresco y seco de hojas y bulbos, porcentaje de N, P y K en hojas y bulbos y gramos de N, P y K en hojas y bul-

bos. Además se tuvieron en cuenta ocho (8) bulbos semilla por parcela, para hacerles los mismos análisis que a los tratamientos (1). Para determinar la materia seca en bulbos se cortaron en secciones transversales de 5 mm y se separaron en capas individuales, se depositaron en cajas de petri destapadas para evitar pérdidas de material, llevándose luego a la estufa con circulación forzada de aire a 70°C durante 72 horas; los resultados se promediaron de 4 repeticiones. Los métodos utilizados en los análisis de nutrimentos fueron: Mikrokjeldahl para nitrógeno total, colorimétrico del vanadato y molibdato de amonio para fósforo y espectrofotómetro de absorción atómica para potasio.

En el experimento no se hizo adición de nutrimentos. Los bulbos se colocaron en el suelo de tal manera que su parte superior quedó a ras con la superficie del suelo, tal como se siembra en la zona cebollera de Ocaña. Se sembró cada bulbo a 24 cm, previa selección por peso (21 g) para uniformizar lo más posible el material dentro y entre parcelas. A los ocho días después de la siembra se hizo la cobertura con viruta de madera, para favorecer la retención de humedad del suelo y mejor control de malezas. La aplicación del riego se efectuó periódicamente con regaderas y se suspendió cuando las plantas comenzaron a doblarse indicando madurez.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Crecimiento

A los 8 y 15 días la germinación fue del 77 y 96 o/o, respectivamente.

La aparición de falsos tallos fue casi simultánea y poco después de la siembra, por lo que su número permaneció casi constante durante todo el período vegetativo. El mayor número de hojas por falso tallo se obtuvo en la segunda época de crecimiento (40 días), a partir de allí comienza lentamente el secamiento del follaje, caracterizando el momento a partir del cual se inicia el engrosamiento de los bulbos.

Sin embargo, el peso fresco de las hojas siguió aumentando la tercera época de crecimiento (50 días), explicable por la elongación de las hojas las cuales exhibieron la mayor altura en la cuarta época de crecimiento (60 días), momento en que comenzó el rápido secado del follaje por la disminución de su actividad fisiológica el cual coincide con el doblamiento de los falsos tallos.

Las variables peso fresco y peso seco de hojas guardaron estrecha relación a lo largo de todo el período vegetativo; las dos variables lograron su máximo valor a los 50 días (Cuadro 1).

El mayor porcentaje de humedad en las hojas (67.8 o/o) se encontró en la cuarta época de crecimiento (60 días), coincidiendo con la época en la cual las hojas alcanzaron mayor altura, indicando que el contenido de humedad en las hojas está estrechamente relacionado con el tamaño y no con el número de éstas.

El peso fresco de los bulbos aumentó con la edad de la planta en contraste con lo ocurrido en el peso fresco de las hojas. El mayor incremento en peso fresco de los bulbos se logró entre los 50 y 60 días, cuando las plantas ya presentaban algunas hojas secas y comenzaba la disminución en su peso fresco. Si bien es cierto que no hubo diferencias significativas para peso fresco de bulbos entre 70 y 80 días, esta diferencia del 16 o/o a favor de la última época puede tener importancia comercial y desde este punto de vista indica que la cosecha debe efectuarse al menos en este momento (Cuadro 1).

El peso fresco de los bulbos disminuyó entre la siembra y los primeros 30 días, explicable porque el bulbo semilla al dar paso a la formación de falsos tallos sirve de alimento para su desarrollo con la consecuente desintegración,

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre las épocas de crecimiento para peso fresco y seco de hojas y bulbos.

El peso seco en las hojas por época de crecimiento aumentó considerablemente hasta los 40 días y en menor proporción hasta los 50 días, época en la cual logró su máximo valor; de allí en adelante decreció rápidamente hasta su senescencia (70 días), cuando la totalidad de los falsos tallos se encontraron doblados, indicando así la madurez fisiológica de las plantas.

Después de los 50 días las plantas empezaron a presentar hojas secas, lo cual continuó hasta los 70 días, momento en el cual la totalidad de las hojas se encontraron secas y los falsos tallos doblados.

Mientras en las hojas después de los 50 días la acumulación de peso seco sufrió fuerte descenso, el peso seco en los bulbos tuvo gran aumento que va hasta la última época de crecimiento (80 días), correspondiendo así al período en el cual los bulbos se desarrollan y engrosan con mayor rapidez. Este fenómeno se debe a que los bulbos pueden continuar absorbiendo humedad, situación que es aprovechada por los cultivadores en Ocaña para aumentar el rendimiento de su cosecha con riego hasta el último momento (6).

El mayor incremento de materia seca en hojas ocurrió entre la primera y segunda época de crecimiento (30 y 40 días), período de formación del follaje. Sin embargo, fue a los 50 días cuando las hojas alcanzaron la máxima acumulación de peso seco (40.480 g/planta), período que define la acumulación de reservas en el follaje para su posterior translocación a los bulbos (Fig. 1). Aunque hubo variación entre 60 y 70 días en materia seca para el follaje, ésta no fue significativa y pudo deberse a un rebrote tardío en algunas plantas que se atrasaron.

Por su parte la acumulación de peso seco en los bulbos tendió a seguir una curva sigmoide característica de la mayoría de las plantas (2, 4). Especialmente entre los 50 y 60 días cuando la acumulación en el follaje comenzó su descenso (Fig. 1).

3.2. Absorción de nutrimentos

3.2.1. Nitrógeno

La cebolla Ocañera, favorecida por su propagación asexual y corto período vegetativo capta y acumula en sus primeros estados de crecimiento las máximas cantidades de nutrimentos, los que le sirven de reserva para los últimos estados (6). No debe olvidarse que el bulbo semilla es una fuente importante de nutrimentos (Cuadro 2), lo cual explica la leve inclinación de la pendiente inicial de la curva de absorción de N, P y K.

En la planta de cebolla Ocañera el nitrógeno está en mayor porcentaje en las hojas que en los bulbos hasta los 70 días, después de los cuales se invierte la proporción debido al secado del follaje. El porcentaje de nitrógeno disminuyó progresivamente tanto para bulbos como para el follaje, debido al rápido incremento de volumen de la planta por agua y otros productos.

Al inicio del período vegetativo los bulbos semilla van cediendo su nitrógeno a las hojas de la nueva planta, hasta el momento en que los bulbos se han desintegrado totalmente y la planta empieza a depender del medio ambiente, período que se presentó a los 30 días aproximadamente (Cuadro 2).

La mayor y menor acumulación de nitrógeno por las hojas ocurrió en la segunda y última épocas de crecimiento (40 y 70 días) respectivamente (Cuadro 3).

La acumulación de nitrógeno en las hojas fue mayor que en los bulbos hasta poco antes de 60 días; después de esta época los bulbos mostraron mayor acumulación, hasta los 80 días, mostrando la movilidad de los compuestos nitrogenados, los cuales pasan de los órganos poco activos y senescentes a los tejidos jóvenes en desarrollo (5).

El patrón de acumulación de nitrógeno en el bulbo (Fig. 2) siguió una curva sigmoide, esperada para el crecimiento de las plantas (4).

Cuadro 1

Promedios de las variables peso fresco, peso seco de hojas y porcentaje de materia seca en hojas y bulbos por época de crecimiento de cebolla Ocañera.

Epoca de crecimiento (días)	Peso fresco de hojas/planta (g)	Peso seco de hojas/planta (g)	Peso fresco de bulbos/planta (g)	Peso seco de bulbos/planta (g)	Porcentaje de materia seca	
					Hojas	Bulbos
0		0.00		2.10*	0.0	10.50
30	24.165	15.454	8.407 d	5.011 d	6.39	5.96
40	57.550	34.515	18.873 d	14.008 d	5.99	7.42
50	58.835	40.480	50.672 c	42.975 c	6.88	8.48
60	54.240	17.504	108.743 b	98.313 b	3.22	9.04
70	28.230	12.468	155.875 a	122.419 a	4.41	7.85
80	-	-	186.765 a	143.071 a	-	7.66

* Peso inicial bulbo semilla

Promedio con letras diferentes son significativamente distintas al 5 o/o

Cuadro 2

Contenidos porcentuales de N, P, K en base seca de hojas, bulbos y planta de cebolla var. Ocañera.

Epocas de crecimiento (días)	Hojas			Bulbos			Planta		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0	-	-	-	3.230	0.809	3.396*	3.230	0.809	3.396
30	3.850	0.474	4.687	2.590	0.873	4.075	6.440	1.347	8.763
40	3.097	0.374	3.742	2.117	0.868	3.087	5.214	1.242	6.829
50	2.502	0.426	3.777	1.592	0.725	2.423	4.095	1.151	6.200
60	2.252	0.436	3.702	1.242	0.718	2.423	3.494	1.154	6.125
70	1.960	0.392	2.440	1.680	0.664	2.487	3.640	1.056	4.927
80	-	-	-	1.855	0.814	2.901	1.855	0.814	2.901

* Contenido bulbo semilla

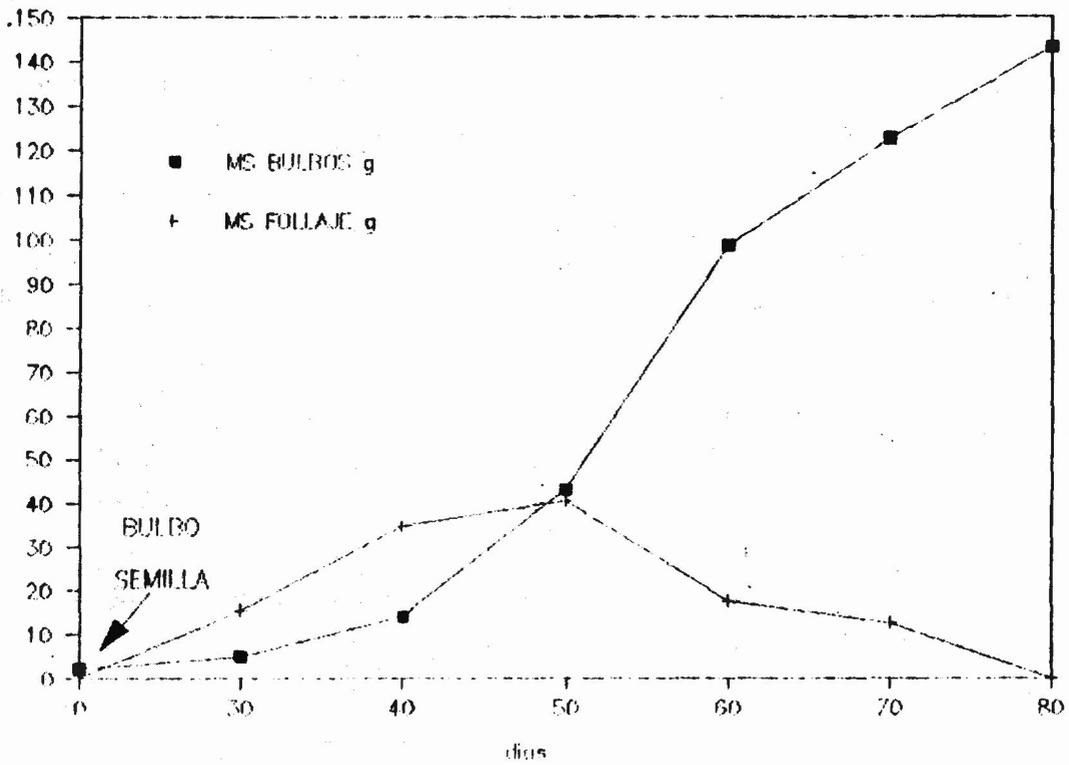


FIG 1. VARIACION EN EL CONTENIDO DE MATERIA SECA EN BULBOS Y FOLLAJE DE CEBOLLA OCANERA

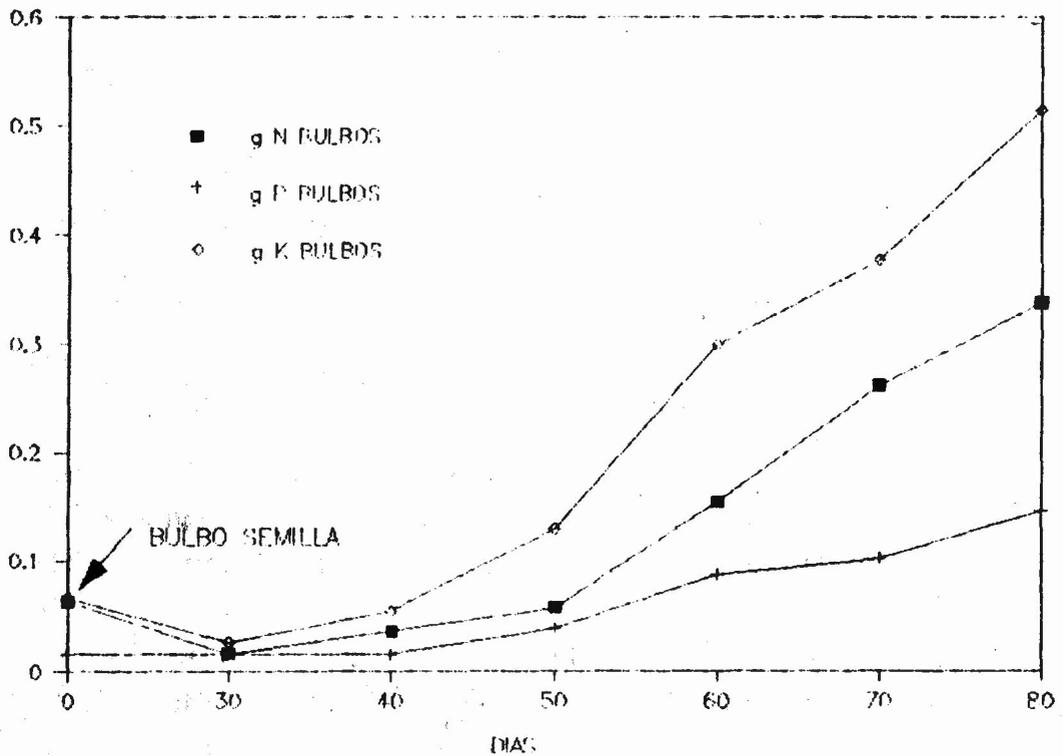


FIG 2. VARIACION EN EL CONTENIDO DE N, P ($P_2 O_5$) Y K ($K_2 O$) EN BULBOS/PLANTA DE CEBOLLA OCANERA

Cuadro 3

Acumulación promedio de N, P, K en gramos por planta en hojas, bulbos y plantas de cebolla Ocañera.

Epocas de crecimiento (días)	Hojas			Bulbos			Total		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
0	-	-	-	0.06275	0.01577	0.06618*	-	-	-
30	0.074083	0.00911	0.09189	0.01604	0.01544	0.02630	0.09012	0.01455	0.11819
40	0.134227	0.02137	0.16313	0.03638	0.01519	0.05391	0.17061	0.03657	0.21703
50	0.129848	0.02093	0.19253	0.0574	0.03830	0.12929	0.21559	0.05923	0.32182
60	0.048215	0.00935	0.08174	0.15417	0.08680	0.29892	0.20238	0.09160	0.38066
70	0.032488	0.00656	0.04453	0.26104	0.10244	0.37617	0.29352	0.10900	0.42070
80	-	-	-	0.33668	0.14630	0.51388	0.33660	0.14630	0.51380

* Contenido bulbo semilla

3.2.2. Fósforo

La variación porcentual del fósforo en las hojas a lo largo del período vegetativo (80 días) fue muy poca (0.1 o/o) y el análisis de varianza no mostró efecto significativo de las épocas de crecimiento sobre las necesidades de este elemento por las hojas y bulbos, lo cual indicó que la absorción y translocación de fósforo se presentó en todas las épocas en la misma forma.

La acumulación expresada como contenido en hojas y bulbos fue mucho mayor en éstos que en las hojas y con mayor variación entre las épocas de crecimiento. Las mayores captaciones de este elemento se presentaron en la primera, segunda y sexta época de crecimiento (30, 40 y 80 días).

El contenido de fósforo en los bulbos fue siempre mayor que en las hojas, a diferencia de los otros dos nutrimentos, donde las hojas durante la mayor parte del ensayo exhibieron mayores contenidos de nitrógeno y potasio (Cuadros 2 y 3).

El mayor contenido de fósforo encontrado en la planta (hojas más bulbos) correspondió a la primera época de crecimiento (30 días).

Para el presente ensayo el contenido de fósforo en la cebolla varió de 0.8 a 1.35 o/o.

La mayor acumulación de fósforo por las hojas se presentó en la segunda época de crecimiento (40 días) y decreció con la edad de éstas, mientras en los bulbos aumentó con la edad de la planta.

El patrón de acumulación de fósforo en el bulbo y en la planta (hojas más bulbos) siguió una curva sigmoide, pero no tan pronunciada como en el caso del potasio y el nitrógeno (Fig. 2).

El período en el cual los bulbos acumularon más cantidad de fósforo (0.04 - 85 g/planta) ocurrió entre los 50 y 60 días después de la siembra, correspondiente este mismo período al de mayor descenso en la acumulación de fósforo por las hojas, mostrando de esta forma cómo este elemento pasa de un órgano a otro por dilución y transporte a medida que el bulbo se desarrolla (5). Es importante además señalar que para este lapso un buen número de hojas se encontraban secas.

Teniendo en cuenta los problemas de retención de fósforo en suelos tropicales y la tasa de acumulación obtenida en este ensayo, puede ser conveniente fertilizar con fósforo al momento de la siembra (5).

3.2.3. Potasio

A diferencia del nitrógeno y del fósforo, la tasa de absorción de potasio en los bulbos, se incrementó de los cero a los 30 días, indicando captación rápida por las raíces pues para este período el bulbo semilla se estaba desintegrando. Así mismo la absorción de este elemento fue mayor que para el caso del nitrógeno y del fósforo, lo cual concuerda con lo expresado en la literatura para la cebolla de bulbo (6).

El contenido de potasio en las hojas fue mayor que en los bulbos, hasta poco antes de la cuarta época de crecimiento (60 días), época en la cual se trasloca de las hojas a los bulbos buena parte del contenido de este nutriente, indicando la gran movilidad del potasio dentro de la planta (5).

La mayor acumulación de potasio por las hojas se presentó en la tercera época de crecimiento (50 días), mientras que la menor ocurrió en la quinta época de crecimiento (70 días), cuando ya la totalidad de los falsos tallos estaban doblados y las hojas secas, corroborando la tendencia observada a la translocación de los nutrientes en el período vegetativo del cultivo. La acumulación de este elemento en el bulbo demostró un comportamiento sigmoide (Fig. 2).

La acumulación de N, P y K en las hojas fue más alta que en los bulbos en la primera época de crecimiento (30 días) y decreció con la edad, lo que concuerda con Medina (4) quien afirma que la concentración de nutrientes inorgánicos en tejidos vegetales, en especial las hojas, varían también en forma sensible con la edad. En general, la concentración de N, P y K fue mayor en tejidos jóvenes en fase de crecimiento activo y se redujo por dilución y transporte a medida que los órganos crecieron (5).

3.3. Resultados generales

La producción calculada para el experimento fue de 21.5 t/ha, la cual extrajo del suelo

38.8, 38.6 y 71.3 kilogramos de N, P₂O₅ y K₂O, respectivamente, lo cual es inferior a lo indicado por Lorenz y Maynard (3) para la cebolla de bulbo; según éstos la extracción es de 50.0, 45.0, 132.5 kg/ha de los compuestos mencionados para una producción de 20.0 t/ha de bulbos.

Es obvio que además de diferencias varietales y climáticas, los cambios en nutrientes están dados por las cantidades en el suelo, especialmente en el caso del fósforo que para este ensayo fue alto.

De acuerdo con Quintero (6), se supone que una producción de 30 t/ha extrae del suelo 64, 64 y 118 kg/ha de estos mismos compuestos en la zona de Ocaña, o sea proporciones similares aunque superiores a las obtenidas en este ensayo; se anota que a pesar de la alta concentración de P₂O₅ en el suelo que indujo mayores porcentajes de fósforo en los tejidos, la absorción total no fue muy alta y fue comparable a la zona de Ocaña, donde los contenidos de fósforo en el suelo también son altos variando de 80 a 150 ppm. Estas cifras pueden indicar cierta selectividad en la capacidad de captación de nutrientes por parte de la cebolla Ocañera.

Hubo buena correlación entre las etapas de desarrollo (materia seca) y en el bulbo el movimiento y acumulación de los 3 nutrientes estudiados.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El peso fresco y el peso seco de las hojas de la cebolla Ocañera mantuvieron estrecha relación durante casi todo el período vegetativo y lograron su mayor incremento en la tercera época de crecimiento (50 días).
- 4.2. El peso fresco y el peso seco de los bulbos aumentó con la edad y el mayor incremento ocurrió entre la tercera y cuarta época de crecimiento (50 y 60 días). El bulbo consiguió el mayor porcentaje

de peso seco (90 o/o) (madurez fisiológica) a los 60 días; sin embargo, desde el punto de vista de peso fresco el máximo se obtuvo a los 80 días.

- 4.3. Las necesidades de nitrógeno y potasio fueron mayores en las primeras etapas de crecimiento; las de fósforo en todas las épocas. En cuanto al contenido de estos elementos en la planta, el potasio fue el más alto, luego el nitrógeno y por último el fósforo. Al extrapolar los resultados a nivel de hectárea la extracción para 21.5 t/ha fue de 38.8, 38.6 y 71.3 kg de N, P₂O₅ y K₂O respectivamente.
- 4.4. La mayor producción de bulbos comerciales se logró a los 80 días de cultivo, es decir, 20 días después de iniciarse el doblamiento del follaje, similar al desarrollo que se presenta en la zona de Ocaña.

5. BIBLIOGRAFIA

1. COCHRAN, W. G. and COX, G. H. *Experimental Design*. 2nd ed. New York, Wiley, 1957. 611 p.
2. GONCALVEZ DOS REIS, G., e . MULLER, M. W. *Análise de crescimento de plantas*. FCAP. Informe Didáctico I. Belem Brasil. 38 p. 1979.
3. LORENZ, O. A.; MAYNARD, D. N. *Knott's handbook for vegetable growers*. 2nd.ed. New York, Wiley, 1980. 390 p.
4. MEDINA, E. *Introducción a la ecofisiología vegetal*. Washington, OEA, 1977. 102 p. (Monografía n. 16).
5. MENGEL, L. and KIRBY, E. A. *Principles of plant nutrition*. Bern, International Potash Institute, 593 p.
6. QUINTERO, R. *La cebolla Ocañera*. En: INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. *Manual de hortalizas*. p. 418 - 36.