

## EFFECTO DE TRES COBERTURAS PLÁSTICAS Y DOS SISTEMAS DE SIEMBRA EN LA FENOLOGÍA DE LA CEBOLLA DE BULBO (*Allium cepa*) EN LA SABANA DE BOGOTÁ\*

### Effect of three Polyethylene Mulchs and two plant systems on the phenology of the common onion (*Allium cepa* L.) at the Sabana de Bogotá

Sandra Yaneth Rondón<sup>1</sup> Nancy Torres Becerra<sup>1</sup> Héctor Laverde Peña<sup>2</sup> Hernán Pinzón<sup>3</sup>

#### RESUMEN

En el Centro de Investigaciones Agropecuarias Tibaitatá CORPOICA, se cultivó cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) híbrido Yellow Granex PRR, en siembra directa y trasplante, sobre tres coberturas plásticas (negra, gris y blanca), un testigo en suelo desnudo y un testigo absoluto, durante el segundo semestre de 1995 y los meses de Enero y Febrero de 1996.

Para ambos sistemas de siembra, con las coberturas y sin ellas, las plantas de cebolla presentaron las mismas fenofases, las cuales fueron: Emergencia, primera hoja verdadera, plántula, iniciación del llenado del bulbo, máximo desarrollo vegetativo y terminación del llenado del bulbo.

La duración de cada fenofase fue diferente entre tratamientos, pues las plantas bajo coberturas emergieron primero que en el testigo (suelo desnudo) y en el semillero. Para siembra directa, el inicio del llenado del bulbo ocurrió antes que en el trasplante; este

atraso se relacionó con el estrés causado por el cambio del semillero al lugar definitivo y la adaptación al mismo. En la terminación del llenado del bulbo, los coberturas plásticas negra y gris en siembra directa registraron mayores pesos secos del bulbo, en comparación con el acolchado blanco y el testigo (suelo desnudo).

**Palabras clave:** Cubiertas, mulch, polietileno, cebolla de bulbo, crecimiento, fenología.

#### SUMMARY

Three polyethylene mulches (black, white and gray) and two planting systems (direct seeded and transplant) were tested in common onion (*Allium cepa* L.) hybrid Yellow Granex PRR, with the objective of evaluating the duration of developmental stages.

The phenophases established were: Emergence, first true leaf, young plantlet, bulb filling initiation, maximal vegetative development and bulb filling termination. There were differences among planting systems in the duration of phenophases; the least duration occurred with the black and gray polyethylene mulches. The combination of these colored plastics and direct seeding shortened the vegetative cycle in 70 days and the yield per plant was higher than in the white plastic mulch and bare soil.

**Keywords:** phenology, films, plastic mulches, transplant, direct seeded.

\* Recibido: Diciembre de 1996

1 Ingenieras Agrónomas. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, D.C.

2 Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Profesor Asistente. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. A.A. 14490. Santafé de Bogotá, D.C.

3 Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Investigador CORPOICA. Las Palmas A.A. 24142, Santafé de Bogotá, D.C.

## INTRODUCCIÓN

La cobertura de suelo es una técnica empleada por los agricultores para proteger los cultivos y el suelo de la acción de agentes climáticos, los cuales resecan el suelo, reducen la calidad de los frutos, provocan variaciones térmicas extremas, y causan la lixiviación de los elementos nutritivos del suelo necesarios para el desarrollo de las plantas (Salveti, 1983).

Las coberturas plásticas proporcionan mayores ventajas que las conseguidas con materiales de origen mineral o vegetal utilizados antiguamente para cubrir los suelos (Robledo y Martín, 1981). Su colocación influye notoriamente sobre el microclima de la planta. El plástico es impermeable al agua y cuando se coloca, cubre cerca del 70% de la superficie y, por esto, la evaporación directa del suelo se limita al restante 30%. Las coberturas plásticas ejercen una gran influencia sobre la temperatura; el calentamiento del suelo depende de la permeabilidad a la radiación de onda larga restituída por el suelo y de las propiedades espectrales del plástico (absorción, reflexión y transmisión). Chang (1974) relata que las temperaturas extremas del suelo influyen en la germinación de las semillas, la actividad funcional de raíces, y la tasa y duración del crecimiento de las plantas.

Las investigaciones con diferentes tipos de cubiertas plásticas han encontrado mejoras en las condiciones de desarrollo de las plantas tales como cosecha precoz, rendimiento total y aumento en la producción comercial de tomate (Tsekleev y Boyadjieva, 1992), calabacín y pimentón (Orzolek y Murphy, 1992), pimentón (Hatt *et al.*, 1994) y lechuga (Forero y Ramos, 1996).

Desde el punto de vista del valor de la cosecha, la cebolla es quizá la segunda hortaliza en importancia que se cultiva en Colombia. El cultivo generalmente, se siembra a partir de transplantados obtenidos de semilla sexual o directamente de bulbillos y la siembra directa de semilla sexual es poco usual.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto del uso de coberturas plásticas y dos sistemas de siembra sobre la duración de las fenofases en plantas de cebolla.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de campo se realizó en el Centro de Investigaciones Agropecuarias Tibaitatá de CORPOICA, situado en el municipio de Mosquera (Cundinamarca), durante el segundo semestre de 1995 y los meses de Enero y Febrero de 1996. Tibaitatá se encuentra a una altitud de 2550 msnm, con temperatura media anual de 14°C, precipitación pluvial media anual de 700 mm, brillo solar medio de 5,9 horas diarias y humedad relativa promedia del 80%. La zona, según la clasificación de Holdridge, pertenece a la Formación Ecológica Bosque seco-Montano Bajo (Bs-MB). La taxonomía del suelo corresponde a un Andic Eutropept (IGAC, 1978).

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas con tres repeticiones; las parcelas principales fueron los sistemas de siembra (siembra directa y transplante) y las subparcelas, plástico coextruido blanco/negro, plástico coextruido gris/negro, plástico negro, un testigo (suelo desnudo) y un testigo absoluto. Los plásticos empleados medían 1,20 m de ancho y 43 micras de calibre.

El plástico se colocó en el suelo, sujetándolo con alambre y se le hicieron perforaciones de 8 cm de diámetro. La siembra en el semillero y en los tratamientos de siembra directa se llevó a cabo el 23 de Junio de 1995; en los tratamientos de siembra directa se colocaron tres semillas por sitio; para el transplante se realizó un semillero de 1,20 m.2, utilizando semilla sexual del híbrido Yellow Granex PRR (99% de pureza, proveniente de la casa *Petoseed*), colocándolas en hileras distanciadas cada 15 cm. El transplante se hizo a los 85 días después de la siembra (dds) y la distancia definitiva en cada tratamiento fue 15 cm entre plantas y 30 cm entre surcos.

Se realizaron muestreos cada semana, tomando al azar una planta del surco central de cada unidad experimental y cuando el 50%

de ellas presentaban características similares de desarrollo; para siembra directa se hicieron 18 muestreos y para transplante 28. Se tuvo en cuenta la clasificación taxonómica del suelo y, en el transcurso del ensayo se realizaron dos análisis químicos en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía sede Bogotá. Los datos climáticos semanales de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), pluviosidad (mm) y radiación solar ( $\text{cal}/\text{cm}^2$ ), se obtuvieron de registros de la estación del Instituto de Estudios Ambientales (IDEAM), ubicada dentro del Centro de Investigaciones de Tibaitatá.

Cada tratamiento fue fotografiado, y se describieron cambios cualitativos de la planta para luego revisar y plantear fases de desarrollo de acuerdo con lo reportado por Jones y Mann (1963). Al relacionar las fases con los datos climáticos y teniendo en cuenta las condiciones del suelo, se establecieron las fenofases.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El desarrollo vital de las plantas de cebolla (*Allium cepa* L), sometidas a los tratamientos de tipo de siembra y clase de cobertura, presentó variación en la iniciación y la duración de las distintas fenofases y algunos tratamientos presentaron intervalos de tiempo diferentes (Cuadros 1 y 2).

Las plantas de cebolla, en su ontogenia, presentaron las siguientes fenofases:

**Emergencia:** ocurre cuando la raíz primaria crece hacia abajo y el cotiledón se elonga (Jones y Mann, 1963). En siembra directa utilizando coberturas ocurrió a los 11 dds, mientras que en siembra directa sin el uso de coberturas y en el semillero ocurrió a los 18 dds. Esta diferencia se explica porque al cubrir el suelo con plásticos la temperatura edáfica aumenta (Robledo y Martín, 1981), y de acuerdo con la ley de Arrhenius (Caneda, 1978), los incrementos en temperatura aceleran las reacciones metabólicas.

**Primera hoja verdadera:** Esta hoja crece dentro del cotiledón y emerge a través de él; simultáneamente se presenta el crecimiento de las raíces adventicias en la base del ta-

llo (Figura 1-A). En siembra directa y con plástico negro, su aparición fue a los 33 dds, y le siguieron los tratamientos de cobertura gris y blanca; en los tratamientos sin cobertura, la primera hoja verdadera apareció a los 47 dds. En esta fenofase del desarrollo se sigue expresando el efecto benéfico de la temperatura edáfica, que repercute en el transporte de agua y nutrientes y crecimiento del sistema radical.

**Plántula:** Esta fenofase se caracteriza por la formación de nuevas hojas y raíces adventicias y la diferenciación del pseudotallo. El desarrollo más rápido de esta fenofase ocurrió con los tratamientos de siembra directa, y dentro de ellos, con la cubierta negra, seguida por la gris y la blanca. El testigo (suelo desnudo) y el semillero (destinado a los tratamientos del transplante) presentaron la mayor duración de esta fenofase (Cuadros 1 y 2).

El empleo de coberturas puede incrementar la temperatura del suelo (Tseklev y Boyadjieva, 1992). Estos hechos tienen incidencia en el crecimiento, cambios en la producción de materia seca y aumento en el tamaño de raíces y hojas (Figura 1-B).

Una de las ventajas de los plásticos es reducir o inhibir el crecimiento de las plantas totalmente cubiertas (malezas); ésto fue evidente las parcelas del testigo absoluto (sin cobertura y sin deshierba), donde las plantas de cebolla desaparecieron durante esta fenofase. El uso de coberturas plásticas en agricultura tiene efectos no sólo en el ambiente edáfico, sino, también el crecimiento de plantas acompañantes (Forero y Ramos, 1996).

El transplante se realizó a los 85 dds, en la fenofase de plántula. Las plántulas provenientes del semillero eran de menor tamaño que las de que se desarrollaron en siembra directa, debido a que en el semillero estuvieron expuestas a competencia por luz, agua y nutrientes (Figura 1-C).

En la fenofase de plántula, los tratamientos de siembra directa recibieron poca radiación acumulada (entre 15 y 19  $\text{kcal}/\text{cm}^2$ ) y baja

Cuadro 1. Fenología para los tratamientos del sistema Siembra directa

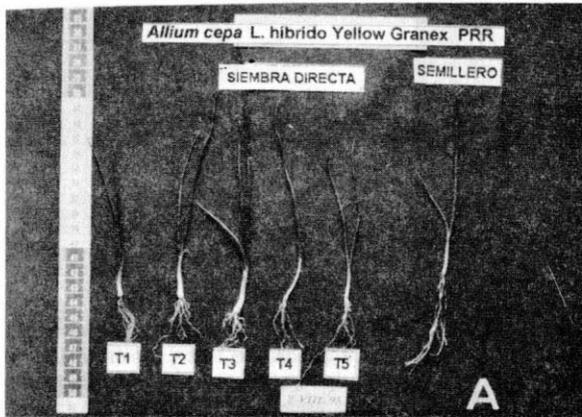
Fenofase	Tratamiento	DDS	Radiación (cal/cm <sup>2</sup> ) Parcial	Pluvisidad (m. m.) Parcial	GCA (°C) Parcial	Temperatura media (°C)	Peso Seco (g.)			
							Hoja (g.)	Bulbo (g.)	Total (g.)	
Emergencia	T1	11	3222,8	17	141	12,8	Dato No evaluados			
	T2	11	3222,8	17	141	12,8				
	T3	11	3222,8	17	141	12,8				
	T4	18	5984,9	23,3	232,4	12,9				
Primera hoja verdadera	T1	40	12579,1	96,3	512	12,8	0,02			
	T2	40	12579,1	96,3	512	12,8	0,03			
	T3	33	10479,6	65,7	425,9	12,9	0,04			
	T4	47	15026,9	98,7	598,4	12,7	0,02			
Plántula	T1	61	19626,2	136,1	772,2	16,6	0,09			
	T2	54	17013,9	107,7	685,3	12,7	0,14			
	T3	47	15026,9	98,7	598,4	12,7	0,20			
	T4	61	19226,2	136,1	777,2	12,6	0,06			
Iniciación al llenado del bulbo	T1	82	26740,1	191,6	1042,1	12,7	0,36	65,5	0,19	34,5
	T2	75	24427,1	142,5	950,9	12,7	0,45	56,3	0,35	43,8
	T3	75	24427,1	142,5	950,9	12,7	0,97	70,3	0,41	29,7
	T4	82	26740,1	191,6	1042,1	12,7	0,52	62,7	0,31	37,3
Máximo desarrollo vegetativo	T1	131	44457,1	285,1	1675,6	12,8	6,12	35,7	11,0	64,2
	T2	124	42229,4	248,7	1585,3	12,8	5,66	39,6	8,62	60,4
	T3	117	39856,7	233,7	1498,6	12,8	5,66	35,5	10,20	64,5
	T4	131	44457,1	285,7	1675,6	12,8	3,50	33,8	6,87	66,2
Terminación llenado del bulbo	T1	153	51010,4	482,7	2043,1	13,4	4,81	29,9	11,30	70,14
	T2	145	48772,1	344,1	1855,9	12,8	3,89	20,7	14,91	79,31
	T3	145	48772,1	344,1	1855,9	12,8	4,05	19,8	16,45	80,24
	T4	152	51010,4	482,7	2043,1	13,4	2,80	17,5	8,50	75,20

DDS: Días después de la siembra GCA: Grados de Calor Acumulado

Cuadro 2. Fenología para los tratamientos del sistema Trasplante

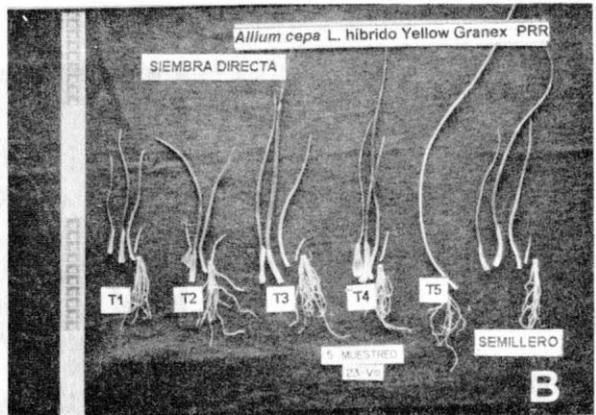
Fenofase	DDS	Radiación (cal/cm <sup>2</sup> ) Parcial	Pluviosidad (m. m.) Parcial	GCA (°C) Parcial	Temperatura media (°C)	Peso Seco (g.)				
						Hoja (g.)	Hoja (%)	Bulbo (g.)	Bulbo (%)	Total (g.)
<b>Emergencia</b>	18	5984,8	23,3	232,4	12,9	Dato No evaluados ( parte aérea )				
<b>Primera hoja verdadera</b>	47	15026,6	98,7	598,4	12,7	0,0131				
<b>Plántula</b>	82	26740,0	191,6	1042,1	12,7	0,08				
<b>Iniciación al llenado del bulbo</b>	T6 T7 T8 T9	32344,1 32344,1 36659,4 36659,4	206,6 206,6 211,5 211,5	1223,4 1223,4 1278,1 1278,1	12,7 12,7 12,8 12,8	0,27 0,18 0,20 0,18	57,4 48,6 64,5 64,3	0,20 0,19 0,11 0,10	42,6 51,4 35,5 35,7	0,5 0,4 0,3 0,3
<b>Máximo desarrollo vegetativo</b>	T6 T7 T8 T9	55687,3 56330,7 55687,3 59508,7	356,7 357,6 356,7 406,7	2093,0 2119,5 2093,0 2245,9	12,9 12,9 12,9 12,8	4,00 3,48 4,01 2,76	45,3 36,2 42,1 44,8	4,83 6,14 5,51 3,44	54,7 63,8 57,9 55,5	8,8 9,6 9,5 6,2
<b>Terminación llenado del bulbo</b>	T6 T7 T8 T9	73873,1 73873,1 73873,1 73873,1	442,3 442,3 442,3 442,3	2728,0 2728,0 2728,0 2728,0	12,7 12,7 12,7 12,7	3,58 2,22 3,31 2,96	24,9 14,9 20,7 23,5	10,8 12,7 12,7 9,66	75,1 85,1 79,3 76,5	14,4 14,9 16,0 12,6

DDS: Días después de la siembra GCA: Grados de Calor Acumulado



**FIGURA 1 A.** Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.

**FIGURA 1 B.** Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.



**FIGURA 1 C.** Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.

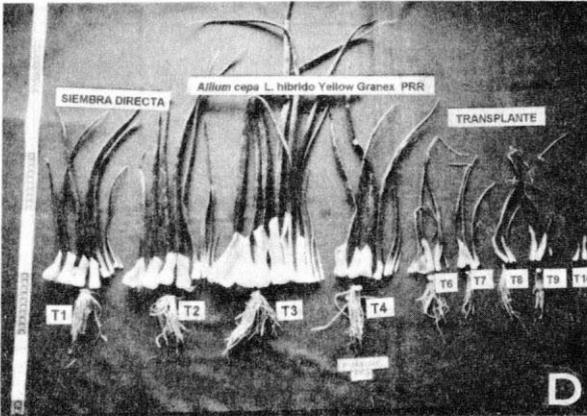


FIGURA 1 D. Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.

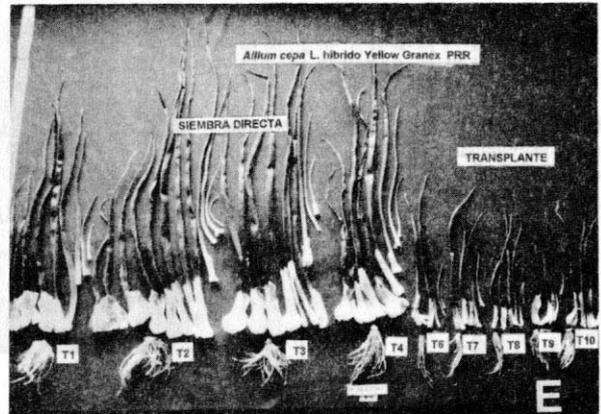


FIGURA 1 E. Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.

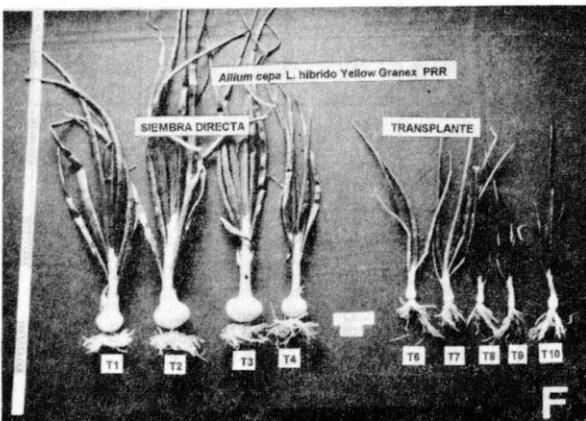
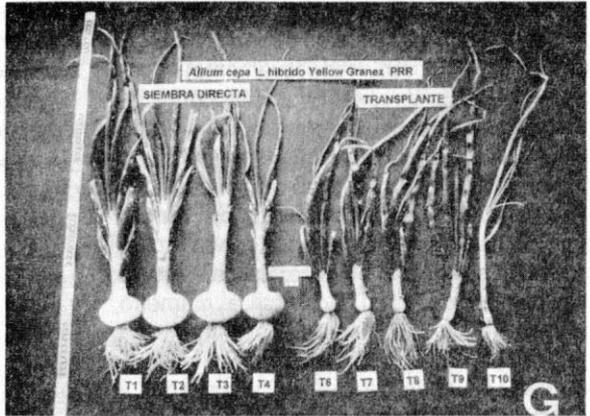
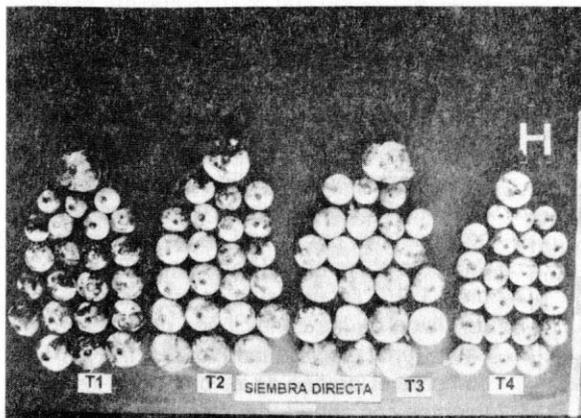


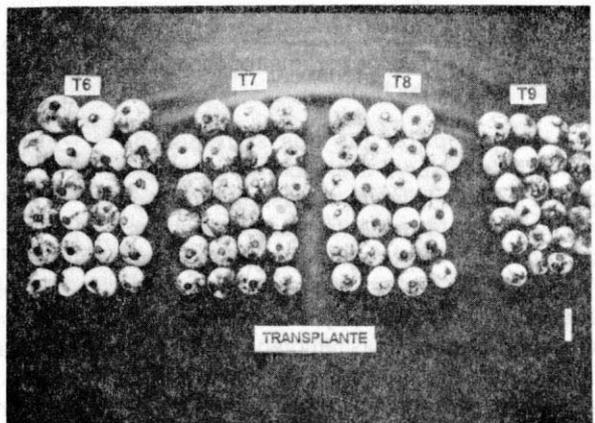
FIGURA 1 F. Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.



**FIGURA 1 G.** Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.



**FIGURA 1 H.** Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.



**FIGURA 1 I.** Descripción de la fenología de la cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.), híbrido "Yellow Granex", para cada uno de los tratamientos.

pluviosidad (98,7 y 136,1 mm) en comparación con los tratamientos de transplante (26.7 kcal/cm<sup>2</sup> y 191,6 mm, respectivamente) (Cuadros 1 y 2). Es de resaltar que las condiciones ofrecidas por los coberturas influyen en el inicio y la duración de cada fenofase.

#### **Iniciación de la formación del bulbo:**

En las plantas de cebolla, algunas hojas modifican sus vainas envolventes para recibir fotosintetizados, y así aumenta el diámetro del pseudotallo. En esta fenofase comienza la translocación intensa del carbono asimilado, el cual se utiliza para almacenamiento y crecimiento del bulbo, pues éste empieza a ser el principal sitio de recepción y utilización de los compuestos asimilados.

La diferenciación del bulbo en siembra directa se presentó a los 75 dds para las cobertura negra y gris con 950,9 °C de calor acumulado, y a los 82 dds para la cubierta blanca y el testigo (suelo desnudo) con 1042 °C de calor acumulado. En esta fenofase, las condiciones climáticas fueron similares para todos los tratamientos, lo cual indica que los cambios edáficos afectan el ciclo de vida de las plantas, ya que las coberturas tienen la capacidad de elevar y acumular temperatura. En los tratamientos con transplante (Figuras 1-D y E) la diferenciación del bulbo se presentó entre los 96 y 100 dds, con 1223,4 y 1278,1 °C de calor acumulado (Cuadros 1 y 2).

**Máximo desarrollo vegetativo:** Esta fenofase comprende desde la iniciación hasta la terminación del llenado del bulbo; durante esta fase fenológica, las plantas logran la mayor expresión de los parámetros área foliar y peso seco de las hojas.

Al comparar los dos sistemas de siembra se observó diferencia en el tamaño de las láminas foliares; el plástico negro con siembra directa presentó plantas de mayor tamaño, que el plástico con transplante (Figuras 1-F y G). Esta diferencia es atribuible a que el crecimiento y el desarrollo se afectaron desde etapas tempranas y la mayor competencia entre plantas de semillero impidió que éstas logran recuperarse del estrés del

transplante, a pesar de los cambios favorables en el manejo agronómico (distancia de siembra y control de malezas).

Las condiciones ambientales durante esta fenofase para los tratamientos de siembra directa fueron de alta pluviosidad diaria (3,81 mm) y baja radiación (314,7 cal/cm<sup>2</sup>). Comparadas con las anteriores fenofases, estas condiciones favorecieron el desarrollo del hongo *Heterosporium ali*, el cual causó daños foliares (Figura 1-G). Los tratamientos de transplante presentaron bajos valores de pluviosidad diaria (1,14 mm). Debido a que el período más lluvioso se presentó cuando las plantas provenientes de siembra directa se encontraban en máximo desarrollo vegetativo y las del transplante apenas estaban iniciando la formación del bulbo, los mayores daños se presentaron en el follaje. Este hecho, combinado con el atraso desde el semillero y el estrés del transplante condujo a que las plantas provenientes de transplante presentaran valores más bajos de área foliar y peso seco de hojas que las plantas provenientes de siembra directa.

**Terminación del llenado del bulbo:** En esta fenofase las hojas de la planta entran en senescencia, por lo cual se disminuye drásticamente el ingreso al vertedero. En los Cuadros 1 y 2 se presenta la información más detallada de las condiciones climáticas para cada fenofase. En las Figuras 1-H y 1-I se compara el tamaño de los bulbos de los tratamientos con coberturas plásticas en siembra directa con los del testigo, y de las plantas provenientes de siembra directa con los de las plantas provenientes de transplante.

Para los sistemas de siembra directa y transplante, la utilización de coberturas no afectó las fenofases, y la diferencia entre estos sistemas fue la duración de cada fenofase; en forma acumulada, las plantas provenientes de siembra directa acortaron su ciclo vegetativo en 70 días respecto a las provenientes de transplante.

Con el uso de la cobertura plástica negra en siembra directa se obtuvo mayor ganancia de materia seca durante el ciclo del cultivo, y mayor diámetro y peso verde del bulbo en el último muestreo.

## BIBLIOGRAFIA

**DECOTEAU, D. R. y FRIEND, H. H.** 1991. Plant responses to wavelength, selective mulches and row covers: A discussion of light quality effects on plants. In: Proceedings. 23<sup>rd</sup> National Agricultural Plastics Congress. American Society for Plasticulture. James E. Brown (Editor). Mobile, Alabama. Pág. 46-51.

**FORERO, G. I. y RAMOS, J. F.** 1996. Evaluación de cubiertas plásticas en un cultivo de lechuga *Lactuca sativa* variedad Grandes Lagos bajo condiciones de la sabana de Bogotá. Trabajo de Grado, Universidad Nacional de Colombia Facultad de Agronomía. Santafé de Bogotá. 198 p.

**HATT, H. A., McMAHON, M., LINVILL, D. E. y DECOTEAU, D.R.** 1994. Influence of spectral qualities and resulting soil temperatures of mulch on bell pepper growth and production. In: Plasticulture (Francia): (101): 13-22.

**INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" (IGAC).** 1994. Estudio general y detallado de suelos de los municipios de Cota, Funza y Mosquera. Subdirección de Agrología. Bogotá. 1978.

**JONES, H. A. y MANN, L. K.** 1963. Onions and their allies. Interscience Publishers, Inc. Nueva York, E.U.A. 286 p.

**ORZOLEK, M. D. y MURPHY, J. H.** 1992. The effect of colored polyethylene mulch on the yield of squash and pepper. In: Proceedings. 24th National Agricultural Plastics Congress. American Society for Plasticulture. James E. Brown (Editor). Mobile, Alabama. Pág. 157-161.

**ROBLEDO, F. y MARTIN, L.** 1981. Aplicación de los plásticos a la agricultura. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España. Pág. 150-164.

**SALVETTI, G. M. O.** 1983. O polietileno na agropecuaria brasileira. 2ed. Porto Alegre. Agropecuaria 154p.

**TSEKLEEV, G. y BOYADJIEVA, N.** 1992. Influence of photo-selective mulch films on tomatoes in greenhouses. In: Plasticulture (Francia). 95(3):45-49.