

ESTUDIO FENOLOGICO DE TRES TIPOS DE CEBOLLA DE BULBO *Allium cepa L.*

720
Sildana Jaramillo T.¹ - Juan Jaramillo V.²
Alejandro Jaramillo A.³

COMPENDIO

En condiciones de campo, se estudió el crecimiento, desarrollo y fenología de las variedades Houston, Red Creole y White Creole empleando el diseño de bloques al azar y la metodología de muestreos sucesivos secuenciales. White Creole presentó mayor producción de materia seca total y peso seco del bulbo, como consecuencia de su mayor tasa de crecimiento y de asimilación neta durante la mayor parte del ciclo. Houston mostró tendencia a presentar mayores valores de índice de cosecha con base en peso fresco. Ocurrieron cuatro fenofases básicas: (siembra-emergencia; emergencia-inicio de bulbificación; inicio de bulbificación-doblamiento de follaje; doblamiento del follaje a cosecha), las cuales se agruparon en dos: siembra-inicio de bulbificación, se inicio de bulbificación a cosecha. Las plantas formaron menor número de hojas, iniciaron su bulbificación y terminaron su ciclo en menor tiempo que las cultivadas en zona templada. De acuerdo con la producción de bulbos frescos y materia seca del bulbo, los materiales que presentaron el mejor comportamiento fueron Houston y White Creole respectivamente.

Palabras clave: Desarrollo, Fenología, TAN, Materia seca, IC, Fenofases, Inicio de bulbificación.

ABSTRACT

PHENOLOGICAL STUDY ON THREE TYPES OF ONION *Allium cepa L.*

The Growth, development and phenology of onion plants (*Allium cepa L.*) from Houston, Red Creole and White Creole varieties, were studied during a life cycle in Palmira (Valle del Cauca, Colombia) under field conditions, using a random blocks design and the sequential successive sample methodology. White Creole showed greater production of total dry matter and bulb dry weight, due to a greater culture grow rate (CGR) and greater net assimilation rate (NAR) for most of the cycle. Houston showed a tendency for greater values of harvest index based on fresh weight. The analysis led to determine four basic phenophases: Seeding-Emergency, Emergency - bulb initiation, bulb initiation - foliage bending, foliage bending to harvest. It was also possible to fuse these phases into two larger phenophases: Seeding - bulb initiation and bulb initiation to harvest. Plants developed fewer number of leaves, started to form bulbs earlier and had a shorter cycle those grown in temperate environments. According to the fresh bulb production and the bulb dry matter, the best performance showed by Houston and White Creole varieties, respectively.

Key words: Development, Phenology, NAR, Dry matter, CI, Bulb initiation.

INTRODUCCION

La cebolla de bulbo (*Allium cepa L.*), es después del tomate, la segunda hortaliza cultivada en Colombia, las condiciones ambientales que presentan varias regiones, han permitido incrementar a través del tiempo las áreas de cultivo mediante siembras

sucesivas. Su producción se efectúa principalmente en la provincia de Ocaña, la meseta Cundiboyacense y el Valle del Cauca (Bruzón, 1993).

El desarrollo, tamaño, color, sabor y calidad del bulbo, lo afectan la composición genética de la semilla (potencial genético) y el medio ambiente en que se

¹ Estudiante M. Sc. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. A.A. 237 Palmira. ² Ing. Agr. Ph.D., Corpórica Tibaitatá. A.A. 240142 Bogotá D.C. ³ Ing. Agr. M.Sc. Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. A.A. 237 Palmira

desarrolla el cultivo; el primero de estos factores es directamente afectado por la estabilidad del segundo (Call, 1988).

La cebolla se clasifica como planta de día largo en cuanto a la formación de bulbos y cada variedad tiene su propio requerimiento de horas luz para iniciar el proceso (Call, 1988); sin embargo, factores internos, tales como la edad o el tamaño de la planta, también tienen fuerte influencia en la rapidez de la respuesta a los estímulos externos (Jones y Mann, 1963).

En regiones ubicadas en la línea del Ecuador los días duran cerca de 12 horas, mientras que en las intertropicales, está dentro de un rango de 11 a 13 horas. Proctor y Currah (1991) indican que el fotoperíodo parece tener menos importancia en las regiones tropicales del mundo. Sin embargo, Shecheva y Col (1973), consideran que el fotoperíodo es con la temperatura el factor que más incide en la producción de bulbos de cebolla y que la reacción hacia la longitud del día es una cualidad del cultivar que se relaciona con la latitud en la cual se ha adaptado. (Huerres, 1978).

Varios autores coinciden en señalar que el inicio de la bulbificación ocurre como producto de la interacción entre la longitud del día y la temperatura (Heath, 1943; Manuel y Velazco, 1962; Butt, 1968; Proctor y Currah, 1990; Huerres 1978). Por su parte, Rezende Fontes (1980) y Wright y Sobein (1986) indican que el proceso de bulbificación está determinado por la interacción del fotoperíodo, la edad de la planta y el nivel de temperatura favorable para la inducción de bulbos.

Brewster et al (1986), encontraron que el rendimiento era altamente dependiente del Índice de Área Foliar (IAF) del cultivo durante el período de la bulbificación.

En Colombia, desde 1970 el Instituto Colombiano Agropecuario ICA, hoy Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA, ha realizado estudios en las diferentes zonas climática, evaluando la adaptación, calidad, rendimiento y aceptación en el mercado de la cebolla. Sin embargo, no se tiene conocimiento de sus procesos básicos de crecimiento y desarrollo, así como el efecto que sobre estos ejercen las condiciones ambientales y la interacción entre ambos, en las condiciones donde se cultiva; por eso, el objetivo de este trabajo fue evaluar el desarrollo y la fenología de la cebolla de bulbo en condiciones del Valle del Cauca.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Se utilizaron tres materiales comerciales de cebolla de Bulbo:

White Creole, cebolla de bulbos blancos;

Red Creole, cebolla roja;

Houston, variedad de bulbos de piel amarilla, pulpa blanca.

El ensayo se efectuó en Palmira, en condiciones de campo, en un suelo de textura Franco Arcillo Limosa de mediana fertilidad. Bajo un diseño de Bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El área efectiva de cada bloque fue de 30 m², conformados por tres parcelas de 10 m² cada una. Las parcelas constaron de 95 surcos, distanciados 10.5 cm, en los cuales se dejaron 12 plantas por metro lineal, para obtener un área por planta de 87.15 cm².

Los muestreos se iniciaron a los 20 días después de la emergencia (DDE), con una frecuencia de dos veces por semana, para lo cual se tomaron al azar 5 plantas por parcela ubicadas en la primera mitad de ella, el resto se utilizó para evaluar el rendimiento en la cosecha. En cada muestreo, las plantas se pesaron inmediatamente, posteriormente se midió su longitud y se procedió a determinar el número de hojas y túnicas de los bulbos, la longitud y diámetro del bulbo y el falso tallo. Se determinó el peso seco de la parte aérea y de los bulbos.

Para obtener el área foliar se utilizó la relación:

$$AF = \text{Largo} \times \text{Ancho} \times 0.72$$

donde, la constante de esta relación se determinó en 700 hojas de plantas de diferentes edades, utilizando un planímetro digital.

El rendimiento se determinó a los 118, 128 y 131 días después de la siembra para White Creole, Houston y Red Creole, respectivamente.

El Peso fresco promedio del bulbo se calculó utilizando una muestra de 25 plantas por parcela.

El número de días a inicio de bulbificación se determinó cuando la relación bulbar (RB: Diámetro del bulbo en su parte más ancha dividida por el diámetro del cuello), fuese mayor que 2, (Clark y Heath, 1962).

Con los datos primarios se realizó el análisis estadístico y pruebas de contraste de medias cuando fue necesario, utilizando el paquete estadístico SAS, y con los datos acumulados de materia seca total y área foliar, se determinaron curvas logísticas de crecimiento y regresiones curvilíneas con respecto al tiempo, para establecer las curvas de mejor ajuste al comportamiento observado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Crecimiento y desarrollo

La materia seca total alcanzó su valor máximo hacia el final del ciclo, registrando valores de 11.16, 8.84 y 9.67 g/planta respectivamente para Houston, Red Creole y White Creole, a los 106, 113 y 100 DDE (*Figura 1*); diferencias que fueron estadísticamente significativas entre materiales y se debieron principalmente al comportamiento de las tasas de producción de materia seca y crecimiento relativo (TCR) de cada material, influidas por la extensión de su ciclo vegetativo afectado por las condiciones ambientales de la zona (*Cuadro 1*), y su constitución genética.

En todos los materiales el área foliar (AF) presentó similar comportamiento (*Figura 2*). Se presentaron incrementos hasta la época de inicio del llenado del bulbo (56 - 70 DDE), descendiendo posteriormente. Durante todo el ciclo los mayores valores fueron para Houston y los menores para White Creole. Houston presentó el mayor valor de AF a los 70 DDE (10.64 dm²/planta), seguido por Red creole a los 63 DDE (6.23) y White creole a los 53 DDE (5.19 dm²/planta). Comportamiento similar se observó al momento de la cosecha, donde presentaron 4.03, 2.71 y 1.30 dm²/planta respectivamente. Las diferencias fueron altamente significativas, lo que indica mayor capacidad de producción y mantenimiento de follaje para el material Houston (*Cuadro 2*).

El descenso del área foliar observado a partir del inicio de la bulbificación se debió a que la tasa de senescencia foliar superó a la tasa de crecimiento de

área foliar durante ese período. Esto concuerda con lo reportado por Huerres (1978), quien indica que a partir del inicio del llenado del bulbo, la mayor parte de los asimilados se translocan para el desarrollo del bulbo, cesando la formación de nuevas hojas y ocurriendo la vejez fisiológica de la planta.

La tasa de crecimiento del área foliar (TCA) descendió durante el ciclo del cultivo. La TCA presentó valores negativos en las etapas finales del ciclo, como consecuencia de la senescencia, muerte y abscisión de las hojas (*Figura 3*).

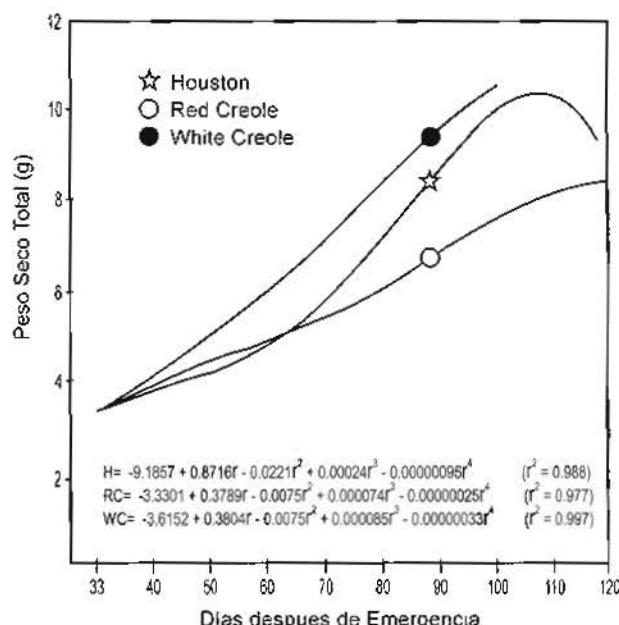


Figura 1. Peso de la materia seca

Cuadro 1. Información climática registrada durante el desarrollo del ensayo

MES	TEMPERATURA PROM. (°C) *	HUMEDAD REL. PROM. (%)	BRILLO SOLAR HOR-LUZ/DÍA	PRECIPITACIÓN PROM. (mm)	EVAPORACIÓN PROM. (mm)
Julio	24.65	71.14	6.06	0	5.11
Agosto	22.72	72.25	6.13	0.68	5.85
Septiembre	23.09	79.46	4.66	3.78	5.14
Octubre	21.44	81.50	3.99	1.03	4.13
Noviembre	22.43	81.80	4.96	4.03	3.93
Diciembre	23.59	77.87	5.57	3.90	4.32
PROMEDIO**	22.99	77.33	5.22	2.24	4.75

Fuente: Estación Meteorológica CORPOICA Palmira.

* Todos los datos que se presentan para los cinco factores climáticos, representan medias mensuales obtenidas a partir de datos diarios.

** Todos los datos que se presentan para los cinco factores climáticos, son medias obtenidas a partir de los datos mensuales.

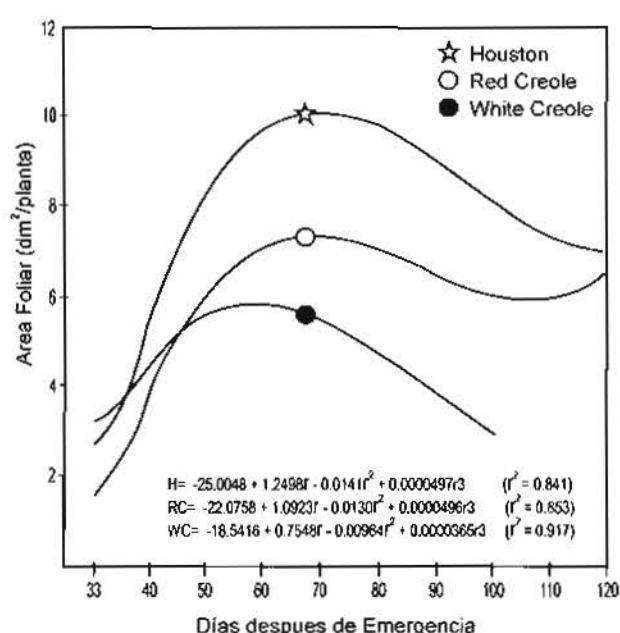


Figura 2. Área foliar de las variedades en estudio

El mayor valor para la TCA lo presentó Houston con (0.479), seguido por Red Creole y White Creole (0.391 y 0.237 $\text{dm}^2 \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$, respectivamente).

En general, la Tasa de Asimilación Neta (TAN) mostró mayores valores en las etapas iniciales del ciclo del cultivo. Sin embargo, se observó incremento de la TAN para todas las variedades a partir de los 60 DDE hasta alrededor de los 85, 95 y 100 DDE para Houston, White Creole y Red Creole respectivamente. Este comportamiento se puede explicar por el posible aumento de autosombreamiento, senescencia foliar y tejido no asimilatoria a medida que avanza el ciclo. Así como por la disminución de la capacidad fotosintética con el avance de la edad de las hojas (Figura 4).

El incremento de la TAN a partir de los 60 DDE coincidió con el inicio de la bulbificación, lo que para la planta implica la necesidad de asimilados para el engrosamiento del bulbo, requiriendo aumento en la producción de estos, y por consiguiente mayor tasa fotosintética. Al respecto Monteith, (1972), señala que la demanda de asimilados para el desarrollo de nuevos órganos, ocasiona aumento en la fotosíntesis.

Cuadro 2. Resultados de las variables estudiadas para tres variedades de Cebolla de Bulbo cultivadas en condiciones del Valle del Cauca.

VARIABLES	VARIEDADES			INDICADORES ESTADISTICOS		
	HOUSTON	RED CREOLE	WHITE CREOLE	CV	S	F
Materia fresca total (g)	91,74 a ⁴	47,65 b	34,01 c	5,01	2,90	**
Materia seca total (g)	8,79 ba	7,84 b	9,67 a	8,39	0,74	*
Área foliar (dm^2/pl)	4,10 a	2,71 b	1,30 c	26,77	0,71	**
Número de hojas/pl	7,45 a	6,87 ba	6,55 b	15,76	1,08	*
Materia seca del follaje (g)	2,19 a	2,19 a	2,13 a	9,19	0,19	ns
Longitud total planta (cm)	47,00 a	32,20 b	30,00 c	15,48	5,63	*
Longitud falso tallo (cm)	4,40 a	3,30 b	3,30 c	10,14	0,35	*
Longitud del bulbo (cm)	5,32 a	4,00 b	3,51 c	6,92	0,29	*
Diámetro del bulbo (mm)	56,50 a	45,00 b	39,80 c	11,03	5,18	**
Diámetro del cuello (mm)	12,10 a	10,20 b	10,60 b	11,47	1,26	**
Diámetro falso tallo (mm)	9,10 a	5,00 b	4,90 b	15,30	0,97	*
Número de escamas	13,50 a	12,80 a	11,50 b	9,11	1,10	*
Materia seca bulbo (g)	6,82 a	5,81 b	7,55 a	10,78	0,72	*
Peso promedio bulbo (g)	88,78 a	43,28 b	31,88 c	6,85	4,01	**
Rendimiento (t/ha)	25,90 a	15,27 b	7,74 c	21,13	3,60	**
I.C. en materia Seca	75,86 b	74,10 b	78,07 a	1,42	1,08	*
I.C. en materia fresca	96,78 a	90,82 c	93,73 b	0,85	0,80	**

⁴ Valores en filas con igual letra no difieren estadísticamente al 5% de probabilidad según la prueba de f.

* Significativo al 5% de probabilidad según la prueba de f

** Altamente significativo al 1% de probabilidad según la prueba de f.

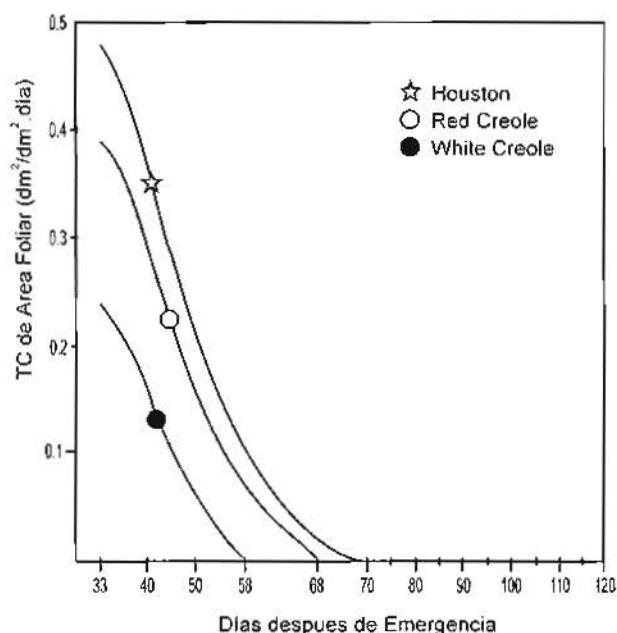


Figura 3. Tasa de crecimiento del área foliar de las variedades en estudio

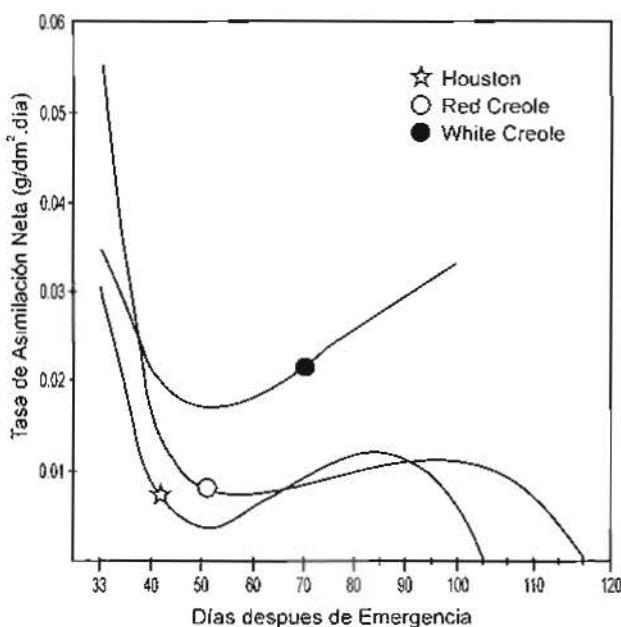


Figura 4. Tasa de asimilación neta de las variedades en estudio

La TAN para todos los materiales osciló entre 0.0568 y 0.0005 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$, presentándose los mayores valores en las etapas iniciales del ciclo, en orden decreciente para Red Creole (0.0568), White Creole (0.0354) y Houston (0.0315 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$).

La variedad White Creole presentó los más altos valores de TAN durante la mayor parte del ciclo del cultivo, lo que explica en gran parte la alta TCC, la mayor acumulación de materia seca total y peso seco del bulbo en este material.

Los valores máximos de la Tasa de Crecimiento del Cultivo (TCC) se obtuvieron en la etapa de llenado del bulbo, después de los 56 DDE para todas las variedades, los cuales fueron de 0.129 , 0.128 y 0.0753 $\text{g} \cdot \text{dm}^{-2} \cdot \text{día}^{-1}$ respectivamente para White Creole, Houston y Red Creole, obtenidos a los 82, 83 y 90 DDE (Figura 5). Esto indica que White Creole mostró durante todo el ciclo del cultivo mayor capacidad diaria de producción de materia seca. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Jaramillo y Palacios (1991) quienes indican que esta variedad ha sido mejorada para acumular materia seca.

Los valores de la Tasa de Crecimiento Relativo (TCR) para todos los materiales oscilaron entre 0.0333 y 0.0003 $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$, pero los mayores valores se observaron en las etapas iniciales del ciclo del cultivo descendiendo posteriormente. Este comportamiento se puede deber a que en las etapas iniciales del ciclo,

todos los órganos están en plena actividad, predominando los tejidos asimilatorios.

Los mayores valores fueron de 0.0333 , 0.0258 y 0.0250 $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ para White Creole, Red Creole, Red Creole y Houston, respectivamente (Figura 6).

La Relación de Área Foliar (RAF) en todos los materiales presentó incrementos durante las etapas iniciales del ciclo de cultivo; los valores máximos se alcanzaron entre los 50 y 60 DDE (Figura 7).

El cultivar Houston presentó los mayores valores (2.053), seguido por Red Creole y White Creole con 1.439 y 1.136 $\text{dm}^{-2} \cdot \text{gm}^{-1}$ respectivamente, comportamiento que coincidió con el de AF.

El Índice de Área Foliar (IAF) presentó un comportamiento similar al observado para el área foliar (Figura 8). El máximo valor de IAF en todos los materiales alcanzó simultáneamente al tiempo que alcanzaron su máximo número de hojas, área foliar e iniciaron el llenado del bulbo (56 a 70 DDE).

La variedad Houston presentó el mayor valor de IAF con 11.6 a los 70 DDE, seguido por Red Creole y White Creole con 8.43 y 6.75 a los 69 y 60 DDE respectivamente. Houston presentó durante todo el ciclo del cultivo mayor IAF que Red Creole y White Creole respectivamente, al igual que para el área foliar, pero White Creole presentó mayor TAN que Houston y Red Creole. Esto indica que alto IAF o AF no necesariamente implican mayor TAN.

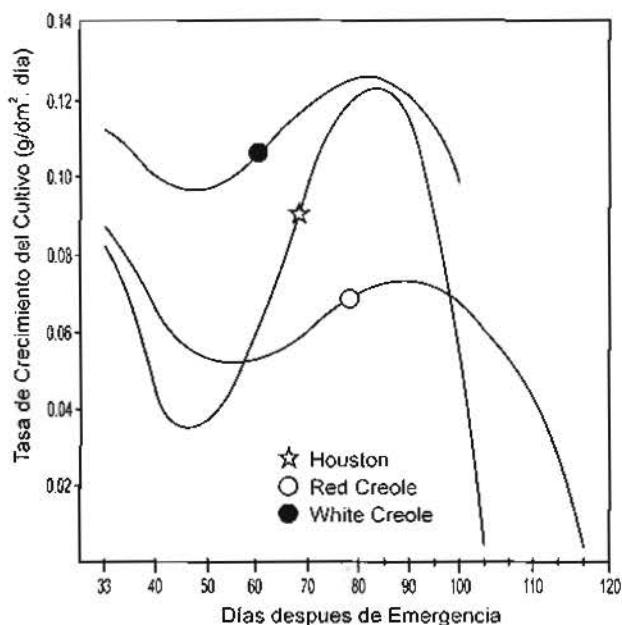


Figura 5. Tasa de crecimiento del cultivo de las variedades en estudio

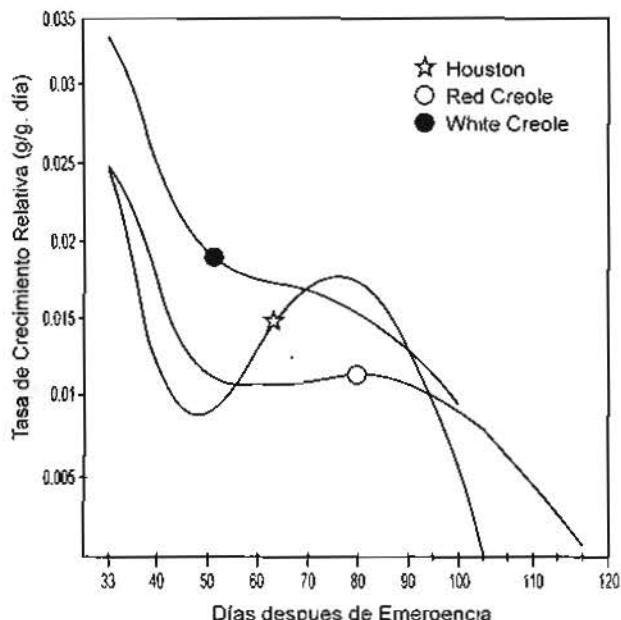


Figura 6. Tasa de crecimiento relativo de las variedades en estudio

riamente implica mayor eficiencia en el aprovechamiento de la radiación y producción de asimilados, coincidiendo con lo reportado por Kvet et al (1971).

El incremento en número de hojas fue gradual a partir de la emergencia, hasta llegar a su número máximo, a los 70 DDE para la variedad Houston y a los 60 DDE

para Red Creole y White Creole. Esto coincidió con la época en que todos los materiales alcanzaron su máximo valor de área foliar e iniciaron el proceso de llenado del bulbo, ocurriendo luego el proceso de senescencia y abscisión de las hojas. Lo anterior coincide con lo reportado por Huerres (1978) para esta especie.

Se observaron diferencias estadísticas significativas respecto al número de hojas durante todo el ciclo de cultivo y al momento de la cosecha (Cuadro 2). El cultivar Houston formó el mayor número de hojas por planta (10.4) seguido por Red creole (9.2) y finalmente White creole (9.1). Similar comportamiento se presentó al momento de la cosecha, donde presentaron 7.4, 6.80 y 6.5 hojas/planta.

El Peso de la Materia Seca del Follaje (Wf), en todos los materiales presentó incremento gradual hasta alcanzar su máximo valor en la época en que se inició el llenado del bulbo (56 a 70 DDE), descendiendo posteriormente.

Los valores máximos para la materia seca del follaje fueron de 4.29, 3.87 y 2.95 g/planta para Houston, Red Creole y White Creole respectivamente a los 76, 66 y 63 DDE. Sin embargo, las diferencias no fueron estadísticamente significativas (Cuadro 2).

El descenso del peso seco del follaje observado para todos los materiales a partir del inicio del llenado del bulbo, coincide con lo encontrado para esta especie por Proctor y Currah (1991).

Las plantas de todas las variedades crecieron en altura hasta el período comprendido entre los 53 y 66 DDE, época en la cual se obtuvieron los valores máximos de longitud de planta.

El cultivar Houston presentó la mayor longitud de planta a los 66 DDE con 66.6 cm; posteriormente Red Creole con 49.70 cm a los 63 DDE y White Creole con 42.1 cm a los 53 DDE, diferencias que fueron estadísticamente significativas (Cuadro 2).

La época en que ocurrieron los valores máximos de longitud de planta coincidieron con la época de inicio de la bulbificación, concordando con lo reportado por Huerres (1978).

El falso tallo presentó en todas las variedades incremento gradual y continuo de su longitud hasta alcanzar sus valores máximos en la época comprendida entre los 53 y 66 DDE, coincidiendo con la época de inicio de la bulbificación y mayor longitud de la planta.

El mayor valor para la longitud del falso tallo lo presentó la variedad Houston a los 66 DDE con 5.6 cm, seguido por Red creole con 4.7 cm a los 63 DDE

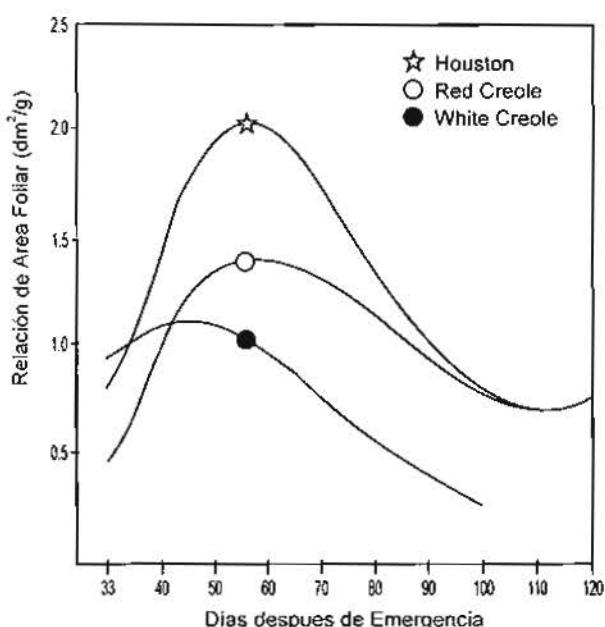


Figura 7. Relación del área foliar de las variedades en estudio

y finalmente White Creole con 4.2 cm a los 53 DDE. Las diferencias observadas entre materiales fueron estadísticamente significativas (*Cuadro 2*).

La longitud del bulbo en los tres materiales presentó un incremento gradual y continuo, hasta alcanzar su valor máximo en la época de cosecha. Los mayores valores de longitud del bulbo durante el período de desarrollo de este, los presentó la variedad Houston. Al finalizar el ciclo de cultivo, los valores fueron de 5.3 cm para Houston, para Red Creole 4.0 cm y para White Creole 3.5 cm, los cuales presentaron diferencias estadísticas significativas (*Cuadro 2*).

El diámetro del bulbo (DB) presentó crecimiento gradual y continuo durante el ciclo del cultivo.

Para todas las variedades el valor máximo de DB se obtuvo al finalizar el ciclo de cultivo, presentando el mayor valor Houston con 56.57 mm, seguido por Red Creole con 45.06 y White Creole con 39.88 mm; diferencias altamente significativas (*Cuadro 2*).

El diámetro del cuello (DC) presentó un incremento continuo durante la mayor parte del ciclo de cultivo. El mayor valor lo presentó Houston con 12.57 mm a los 113 DDE, seguida por Red Creole con 10.90 mm a los 106 DDE y White Creole con 10.65 mm a los 100 DDE, diferencias que fueron altamente significativas, (*Cuadro 2*).

El diámetro del falso tallo (DFT) presentó un incremento gradual hasta alcanzar sus mayores valores

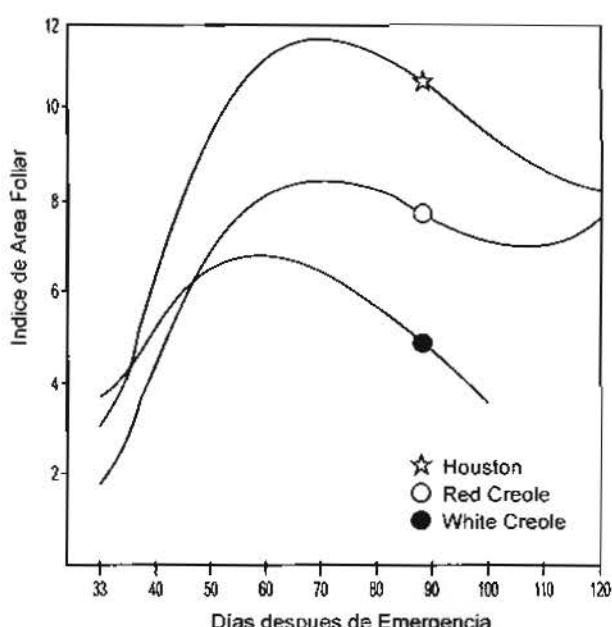


Figura 8. Índice del área foliar de las variedades en estudio

en la época de inicio del llenado del bulbo (56 a 70 DDE). El mayor valor lo presentó Houston con 13.51 mm, seguido por Red Creole y White Creole con 8.31 mm y 8.18 mm, respectivamente. A la época de cosecha, el comportamiento fue similar al anteriormente descrito, con valores de 9.12, 5.07 y 4.92 mm respectivamente. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas (*Cuadro 2*).

La disminución en el diámetro del falso tallo entre la época de inicio del llenado del bulbo y la época de cosecha confirma el debilitamiento del falso tallo durante ese período, lo que estuvo asociado con la no formación de nuevas hojas y la senescencia y muerte de parte de las existentes, que sumado al peso de las mismas determinaron el doblamiento del follaje en las tres variedades a nivel del falso tallo y no del cuello como normalmente ocurre (Proctor y Currah, 1991).

Se presentó incremento continuo del número de escamas durante la mayor parte del ciclo de cultivo. Cuatro a siete días antes de la cosecha se alcanzaron los máximos valores; 12.8 escamas por bulbo para White Creole y 13.9 escamas por bulbo para Houston y Red Creole. Se observaron valores de 13.50 escamas por bulbo para Houston, seguido por Red Creole con 12.8 y White Creole con 11.50, diferencias que fueron estadísticamente significativas, (*Cuadro 2*).

La reducción en el número de escamas en los días anteriores a la época de cosecha indica que durante ese período las escamas exteriores entregaron sus

nutrientes a las escamas internas, convirtiéndose en escamas secas, coincidiendo con lo reportado por Proctor y Currah (1991).

La materia seca del bulbo (WB) en todos los materiales mostró crecimiento continuo durante su desarrollo, el cual aumentó su intensidad a partir de los 56 a 70 DDE, alcanzando su valor máximo hacia el final del ciclo de cultivo.

Los máximos valores registrados fueron de 7.55, 7.29 y 6.67 g/bulbo para White Creole, Houston y Red Creole respectivamente. Secuencia que se mantuvo en la época de cosecha donde se presentaron los valores de 7.55 para White Creole, 6.82 para Houston y 5.81 para Red Creole g/bulbo, diferencias que fueron significativas estadísticamente (*Cuadro 2*).

El aumento de intensidad en el incremento de la materia seca del bulbo a partir de los 56 a 70 DDE, coincidió con la época en que el follaje alcanzó su máximo valor de área foliar y peso seco, e inició su descenso.

La Relación Bulbar (RB) mostró incremento continuo hasta el final del ciclo, época en que alcanzó el mayor valor, siendo en su orden de 4.66, 4.38 y 3.77, para Houston Red Creole y White Creole respectivamente.

El inicio del proceso de bulbificación, considerado cuando la RB >2 (Clark y Heath, 1962), ocurrió en la fase en que el incremento de la RB presentó mayor intensidad 56 a 70 DDE. Para Houston ocurrió a los 70 DDE con RB de 2.23, mientras que para Red Creole a los 63 DDE con RB de 2.26 y para White Creole a los 56 DDE con RB de 2.19, sin presentarse diferencias estadísticas significativas para los valores de la RB a la época de inicio de Bulbificación.

El inicio más temprano del proceso de bulbificación en White Creole, se explica por ser esta la variedad que presentó el ciclo de cultivo más corto, lo que acelera el inicio del desarrollo de sus órganos. Corroborado por el hecho de que la duración del período de llenado del bulbo de todas las variedades estuvo entre 52 y 62 días.

La variedad Houston presentó el 51.6 % de plantas con follaje doblado a los 116 DDE, Red Creole el 54.6 % a los 120 DDE y White Creole el 51.4 % a los 103 DDE. Esto indica que los materiales pudieron cosecharse a partir de estas fechas, por presentar más del 50% de su población con el follaje doblado.

El peso fresco promedio por bulbo en la época de cosecha presentó diferencias altamente significativas entre variedades. El mayor valor fue presentado para Houston con 88.7 g/bulbo, seguido por Red Creole con

43.3 y White Creole con 31.9 g/bulbo, valores similares se encontraron en otros estudios en las mismas condiciones de trabajo (Jaramillo y Palacios, 1992b - 1993a).

Como consecuencia de las diferencias observadas en el peso fresco promedio por bulbo, al momento de la cosecha se presentaron diferencias significativas en rendimiento entre materiales. Houston presentó el mayor rendimiento con 25.90 t/ha, seguido por Red creole con 15.27 y finalmente White creole con 7.74, diferencias que fueron significativas estadísticamente (*Cuadro 2*). Estos resultados, concuerdan con lo reportado por Jaramillo y Palacios (1992) en estudios realizados en la misma región.

Ocurrieron diferencias altamente significativas con base en materia fresca y significativas con base en materia seca del Índice de Cosecha (IC) entre variedades (*Cuadro 2*). El mayor valor lo presentó Houston (96.8 %), seguido por White Creole (93.7 %) y Red Creole (90.8 %). Explicable porque Houston presentó los mayores valores de materia fresca total y peso fresco promedio por bulbo al momento de la cosecha.

El mayor valor de (IC) con base en materia seca fue para White Creole (78.1 %), seguido por Houston (75.9 %) y Red Creole (74.1 %). Esto indica que White Creole presentó mayor eficiencia de translocación de asimilados para el bulbo, explicable por ser el material que presentó el mayor valor de materia seca total y materia seca en el bulbo al momento de la cosecha.

Fenología

De acuerdo con la secuencia de fenómenos que comprendieron el crecimiento y desarrollo de la cebolla de bulbo (*Cuadro 3*), se puede decir que las variedades presentaron 4 fases fenológicas básicas:

Fenofase 1: Desde la siembra hasta la emergencia de la hoja cotiledonar.

Fenofase 2: Desde la emergencia de la hoja cotiledonar hasta el inicio del llenado del bulbo.

Fenofase 3: Desde el inicio del llenado del bulbo hasta el inicio del doblamiento del follaje.

Fenofase 4: Entre el doblamiento del follaje y la cosecha.

En el proceso fenológico básico se pueden observar dos tipos de comportamiento para el desarrollo de los diferentes órganos de la planta. Un comportamiento inicial de crecimiento continuo desde la emergencia hasta el inicio del llenado del bulbo, seguido por un descenso, que se presentó en el número de hojas,