

**EFFECTO DE LA APLICACION DE BIOESTIMULANTES
SOBRE EL CRECIMIENTO Y PRODUCCION DE
TUBERCULOS DE PAPA CRIOLLA Solanum phureja Juz. et
Buk) EN BOTANA MUNICIPIO DE PASTO**

CAROLINE ORTIZ GUERRERO*

AYDA BENAVIDES CACERES*

TULIO CESAR LAGOS B.**

BENJAMIN SAÑUDO S.**

RESUMEN

El presente estudio se realizó entre abril y agosto de 1993 en la granja de Botana (municipio de Pasto), ubicada a 2820 msnm, con una temperatura promedio de 11 °C y 837 mm de precipitación, con el objeto de determinar el efecto de la aplicación de los bioestimulantes Cytozyme y Humiforte sobre el crecimiento, la producción y la calidad de papa criolla

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con ocho tratamientos y cuatro réplicas. Los tratamientos fueron : Testigo, Cytozyme semilla, Cytozyme semilla y Cytozyme foliar, Cytozyme foliar, Cytozyme semilla y Humiforte foliar, Cytozyme foliar y Humiforte foliar, Humiforte foliar y Cytozyme semilla-Cytozyme foliar + Humiforte foliar.

* Ingenieros Agrónomos

** Profesor Asistente y Asociado, respectivamente. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.

Los bioestimulantes aplicados a la semilla y en forma foliar incrementaron el índice de área foliar, la tasa de asimilación neta, la tasa de crecimiento del cultivo y la tasa de crecimiento relativo.

El índice de cosecha y la producción de papa fueron afectados por la aplicación de los bioestimulantes.

El mayor beneficio neto se obtuvo con la aplicación de Cytozyme semilla y foliar más Humiforte foliar con una rentabilidad del 164%.

INTRODUCCION

En la actualidad, el uso de bioestimulantes con base en hormonas vegetales y nutrientes es una práctica complementaria que favorece la nutrición de las plantas y por lo tanto se puede incrementar el rendimiento y la producción.

En nuestro medio, los bioestimulantes se han ensayado con éxito en diferentes cultivos como maíz, cereales, frijol y ajo, pero no se ha investigado su efecto en papa criolla **Solanum phureja** Juz. et Buk.

El presente trabajo se realizó teniendo en cuenta los siguientes objetivos:

- Determinar el efecto de los bioestimulantes Cytozyme y Humiforte N-6 sobre algunos aspectos relacionados con el crecimiento y la producción de papa criolla "Yema de huevo" **Solanum phureja** Juz. et. Buk.

- Evaluar económicamente el uso de bioestimulantes en el cultivo de papa criolla variedad yema de huevo.

REVISION DE LITERATURA

Cárdenas y Hawkes citados por Cano (1982), afirman que Vavilov y un grupo de botánicos rusos emprendieron las primeras expediciones a América entre 1925 y 1932 con el fin de obtener germoplasma de papa. Los tipos de papa que colectaron en Ilabaya, Bolivia, fueron descritos como **Solanum phureja** por Juzepczuk y Bukasov en 1929.

Cano (1982) clasificó la papa criolla de la siguiente forma:

Phylum : Angiosperna

Clase : Dicotiledonea

Orden : Tubiflora

Familia : Solanacea

Género : **Solanum**

Especie : **Solanum phureja**

Solanum phureja presenta una amplia adaptación, cultivándose entre los 1500 y 3000 msnm y en zonas con ausencia de heladas y lluvias bien distribuidas. La temperatura óptima para la fotosíntesis está entre los 10 y los 20°C, sin embargo la temperatura óptima varía según las especies y las variedades (Cano, 1982).

Según Knot citado por Cano (1982), el empleo de fertilizantes compuestos en el cultivo de la papa, aumenta el contenido de nitrógeno, proteínas, aminoácidos, azúcares y disminuye su

contenido de almidón en pequeñas proporciones; su finalidad práctica es el aumento del número de tubérculos por planta y además hace que el tamaño sea más uniforme.

Mondragón (1982) indica que el bioestimulante es un compuesto orgánico que contribuye a mejorar el desarrollo del cultivo; igualmente, Hurtado (1982) anota que estos compuestos, ayudan a la absorción, transporte y almacenamiento de nutrientes para los procesos de crecimiento y desarrollo de las plantas.

Básicamente un bioestimulante es un activador de las enzimas responsables del metabolismo, necesario para un buen funcionamiento vegetal (Buitrago, 1986).

Jaramillo (1981) afirma, que la función principal del bioestimulante es estimular los procesos normales y vitales de la planta, contribuyendo a su mejor desarrollo y a soportar condiciones de estrés para producir finalmente mayor rendimiento y calidad. Los bioestimulantes no sustituyen a los fertilizantes pero hacen que las plantas aprovechen mejor la nutrición de que disponen.

Existen bioestimulantes como el Cytozyme, que es de origen biológico no químico, compuesta de enzimas, hormonas (citocininas, auxinas y giberelinas), completamente balanceadas (Mondragón, 1982).

Cytozyme puede aplicarse a la semilla o a las hojas. Para tratamiento a la semilla Cytozyme está constituido por hormonas (citocininas, auxinas, giberilinas), así como también de una mezcla de micronutrientes coloidalmente suspendidos (Zn, Mn, Cu, Fe) en estado de oxidación y sujetos a un rápido intercambio enzimático

con el tejido de la planta. Por esta razón, este producto es un regulador de crecimiento y de características bioestimulantes (Basf, s.f.).

El cytozyme foliar es un producto que se ha desarrollado técnicamente para optimizar el metabolismo de las plantas haciéndolas más resistentes a situaciones adversas dándoles sustento nutricional durante el período de transición de la época vegetativa a la reproductiva, logrando que las plantas aumenten su rendimiento (Mondragón citado por Cuastumal y Pabón, 1990).

Cytozyme foliar posee un balance correcto de complejos enzimáticos, reguladores de crecimiento de características que optimizan el metabolismo de las plantas generando buenas producciones (BASF, s.f.).

Humiforte N-6 es otro biocomplejo de síntesis, que estimula las funciones vitales como la formación de proteínas y la nutrición mineral, ya que se encuentran tanto los macros y los micronutrientes dentro de una molécula de aminoácido (Biotécnica Andina S.A., s.f.).

Al aplicar humiforte N-6 se pretende proporcionar al cultivo la nutrición organomineral más completa y equilibrada durante todo su ciclo vegetativo, con el máximo rendimiento y costo mínimo de fertilizantes.

Se han aplicado bioestimulantes en cultivos como el arroz en donde se observaron aumentos en el rendimiento entre el 18 y 23% sobre el testigo (De La Cruz, 1978).

Otto (1982) aplicó los bioestimulantes en algodón, alcanzando una producción de 3298 kg/ha con un incremento de 1,2 t/ha sobre el testigo sin aplicación.

Cuastumal y Pabón (1990), en Nariño evaluaron el efecto de los bioestimulantes anteriormente mencionados en cebada, encontrando que las aplicaciones ejercían un efecto sobre el número de granos y producción por hectárea, con la aplicación de cytozyme a la semilla y el macollamiento.

MATERIALES Y METODOS

Localización

Este trabajo se llevó a cabo entre los meses de abril y agosto de 1993, en la granja de Botana (Universidad de Nariño) municipio de Pasto, ubicada a una altura de 2820 msnm, con una temperatura promedio anual de 11 °C, y una precipitación pluvial anual de 837 mm (1)

Semilla

Se utilizó semilla de papa criolla (**Solanum phureja**) variedad "Yema de huevo", seleccionando tubérculos sanos con un pesos de 20 a 30 g.

Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro replicaciones.

La unidad experimental utilizada fue de 5 m x 5,4 m y los tratamientos con sus dosis fueron los siguientes :

- T1 Testigo sin aplicación de bioestimulantes
- T2 Cytozyme aplicado a semilla 1,25 cc/kg de semilla
- T3 Cytozyme semilla 1,25 cc/kg y Cytozyme foliar 1 L/ha aplicado en el aporque
- T4 Cytozyme foliar 1 L/ha en el aporque
- T5 Cytozyme semilla 1,25 cc/kg y Humiforte N-6 foliar 1L/ha en el aporque
- T6 Cytozyme foliar 1 L/ha y Humiforte foliar 1 L/ha en el aporque
- T7 Humiforte N-6 foliar 1 L/ha en el aporque
- T8 Cytozyme semilla 1,25 cc/kg, Cytozyme foliar 1 L/ha y Humiforte N-6 1 L/ha en el aporque

Labores culturales

De acuerdo al análisis de suelo, se aplicaron 1350 kg/ha del fertilizante 10-30-10 en el momento de la siembra. El control de

1 Estación Meteorológica de Botana.

malezas se realizó a los 30 días después de la siembra e inmediatamente se ejecutó el aporque. Las plagas y enfermedades se manejaron de acuerdo al nivel de daño observado.

Evaluaciones

Para evaluar el crecimiento de las plantas por efecto de los tratamientos se procedió de la siguiente forma: diez días después de la emergencia de las plántulas y consecutivamente cada diez días hasta completar 112 días se tomaron al azar dos plantas de la parcela útil y se realizaron las siguientes mediciones:

Utilizando la metodología propuesta por Jocelyne (1972) se determinó la tasa de asimilación neta (TAN), la tasa de Crecimiento del cultivo (TCC), la tasa de crecimiento relativo (TCR) u el índice de cosecha.

En la cosecha se estableció la producción y el rendimiento en kg/ha.

Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente por medio del análisis de varianza y la prueba de significancia de Tukey.

El análisis económico se realizó mediante el método del presupuesto parcial (Perrín y otros, citados por Lopera y Lopera, 1980).

RESULTADOS Y DISCUSION

La tasa de asimilación neta (TAN) fue asimilar en los tratamientos, observándose la mayor diferencia a los 80 días después de la emergencia en donde el tratamiento ocho (Cytozyme semilla,

Cytozyme foliar y Humiforte N-6 foliar) obtuvo un valor de 0,27 g/dm²/semana. El testigo presentó el menor valor con 0,11 g/dm²/semana (Figura 1).

Todos los tratamientos que incluyeron Cytozyme y/o Humiforte N-6 incrementaron la TAN después del aporque, cuando se realizaron las aplicaciones foliares de los bioestimulantes, los cuales posiblemente influyeron sobre la eficiencia fotosintética.

En cuanto a los valores del índice de Area foliar (IAF) (Figura 2), se observó que estos aumentaron después de los 50 días, debido a que el área foliar también creció. Los máximos valores se alcanzaron a los 90 días después de la siembra, destacándose el tratamiento ocho (Cytozyme semilla, Cytozyme foliar y Humiforte N-6 foliar) con un valor de 6,23. El testigo presentó el valor más bajo con 5,64.

Lo anterior no significa que el valor máximo de IAF obtenido sea el óptimo debido a que un exceso en el follaje no es favorable para el rendimiento por que el autosombreo puede inhabilitar a muchas hojas para el proceso fotosintético.

La tasa de crecimiento del cultivo (TCC) se presentó en forma muy similar en su trayectoria a las curvas mostradas por la TAN y la tasa de crecimiento relativo (TCR). Los mayores valores se presentaron a los 80 días después de la siembra; el máximo valor correspondió al tratamiento ocho (0,83 g/dm²/semana) y el mínimo al testigo (0,44 g/dm²/semana) (Figura 3).

Con respecto a lo anterior Martínez y Caicedo (1989), en un ensayo en maíz, con la aplicación de Cytozyme semilla, Cytozyme foliar y

Agrostemín, encontraron que el comportamiento de la TCC fue similar al de la TAN con dos picos máximos a los 35 y 90 días y un mínimo entre los 60 y 75 días.

Respecto a la TCR el máximo valor se obtuvo con el tratamiento cuatro (Cytozyme foliar) con 0,12 g/g materia seca/semana y el mínimo con el testigo con 0,11 g/g materia seca/semana.

A partir de los 80 días después de la siembra, se presentó una disminución en los valores de la TCR debido a que con el aumento del IAF, creció la cantidad de hojas autosombreadas y senescentes con la consecuente disminución en la eficiencia para formar nuevo material vegetal.

De acuerdo al análisis de varianza en el índice de cosecha (Tabla 1), se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos. Esto significa que la relación entre la producción de tubérculos con la producción total de la planta se vio afectada con la aplicación de los bioestimulantes; plantas con mayores pesos se asociaron con una mayor producción de tubérculos, por lo tanto el mayor rendimiento solamente puede lograrse mediante un desarrollo armónico de la planta.

La prueba de comparación de medias (Tabla 2) del índice de cosecha indica que los mayores valores corresponden al tratamiento ocho, tratamiento cuatro y al tratamiento cinco (Cytozyme semilla y Humiforte N-6 foliar) con 0,636; 0,611 y 0,606 respectivamente; además, todos los tratamientos que incluyeron la aplicación de bioestimulantes ya sea a la semilla o al follaje presentaron diferencias altamente significativas con respecto al testigo que obtuvo un índice de cosecha de 0,405.

Los anteriormente expuesto, explica que el desbalance biológico y económico que se refleja en el testigo, puede corregirse en buena parte con el uso de productos que le aporten a la planta nutrientes y reguladores de crecimiento, para mejorar el desarrollo de ésta.

En el análisis de varianza de la Tabla 3 para la producción de tubérculos, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos.

La prueba de Tukey (Tabla 4), estableció que los mejores tratamientos corresponden a aquellos donde se utilizó bioestimulantes con rendimientos que oscilan entre los 21.197 y los 24.100 kg/ha y que presentan diferencias altamente significativas con el testigo que tiene un rendimiento de 17.780 kg/ha.

Los mejores tratamientos fueron el ocho (Cytozyme semilla, Cytozyme foliar y Humiforte N-6 foliar), el cuatro (Cytozyme foliar) y el cinco (CYtozyme semilla y humiforte N-6 foliar) con rendimientos de 24.100, 23.025 y 22.738 kg/ha respectivamente, igualmente presentaron diferencias altamente significativas con los demás tratamientos.

Lo anterior significa que la aplicación de los bioestimulantes tanto al follaje como a la semilla influyeron no solamente sobre los parámetros fisiológicos, sino también sobre el rendimiento.

Según el análisis económico y con base en el análisis marginal se pueden destacar que los mayores beneficios netos se obtienen con los tratamientos ocho, cuatro y siete (Humiforte N-6 foliar) que presentan incrementos marginales en beneficio neto de 149.000, 151.700 y 701.240 pesos por hectárea.

CONCLUSIONES

Las producciones más altas (Cytozyme semilla y foliar + Humiforte foliar, y Cytozyme foliar) estuvieron asociadas con los mayores valores de IAF, TCC, TCR y TAN.

El mayor índice de cosecha correspondió al tratamiento ocho (Cytozyme semilla, Cytozyme foliar y Humiforte N-6 foliar) en donde el 64% del peso total de la planta correspondió al peso seco de tubérculos en comparación con el testigo donde fue sólo del 41%.

Los mayores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos Cytozyme semilla y foliar más Humiforte foliar, Cytozyme foliar, y Cytozyme semilla más Humiforte foliar con rendimientos de 24.100, 23.025 y 22.700 kg/ha respectivamente.

El tratamiento ocho (Cytozyme semilla y foliar + Humiforte foliar) se obtuvo el mayor beneficio parcial (3.879.126 pesos por hectárea) y con una rentabilidad de 166,43%.

BIBLIOGRAFIA

- BASF QUIMICA DE COLOMBIA S.A. Cytozyme. Bogotá, Colombia folleto comercial, s.f. 2 p.
- BASF QUIMICA DE COLOMBIA S.A. Porqué sembrar semillas con Cytozyme semilla. Bogotá, Colombia, Folleto de Divulgación, s.f. 4 p.
- BIOTECNICA ANDINA S.A. Catálogo de productos. Bogotá, Colombia, Folleto Comercial, s.f. 16 p.
- BUITRAGO, L. et al. Análisis cuantitativo de la aplicación de 4 bioestimulantes en el cultivo del rábano (*Rhaphanus sativus* L.). Acta agronómica (Colombia) 36(2): 185.195. 1986.
- CANO, F.A. Estudio preliminar sobre adaptación y respuesta agroeconómica de la papa criolla *Solanum phureja* a la aplicación de fertilizantes en la granja de Tinguavita, Paipa, Boyacá, Tesis Ing. Agr. Paipa, Boyacá, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- CUASTUMAL, O. y PABON, L. Efecto del bioestimulante Cytozyme en el desarrollo y producción de cebada variedad 124, en la vereda Igua, Municipio de Túquerres. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1990.

- DE LA CRUZ, H.C. Results on the low land rice variety conducted during the wet season, 1978. Research Sumaries of the Anual Conference of the Cytozyme Lab, USA, 1978. 66p.
- HURTADO, O. Experiencias con el bioestimulante Cytozyme en arroz de riego, zona del Huila. Carta Agraria dirigida a Basf Química, 1982. 42 p.
- JARAMILLO, H. El uso de los bioestimulantes transforma el mundo de la agricultura moderna. Bogotá, Barpe, 1981. 6 p.
- JOCELYNE, A. Análisis de crecimiento y eficiencia fotosintética del frijol variedad Turrialba 4, cultivado en solución nutritiva. In Seminario de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal. Villavicencio, s.e. 1972. 98 p.
- LOPERA, J. y LOPERA, H. Manual de análisis socioeconómico de resultados de ajuste de tecnología. Medellín, Servigráficas, 1980. 99 p.
- MARTINEZ, L. y CAICEDO, J. Efectos de los bioestimulantes en el desarrollo y producción de maíz variedad ICA 303. Tesis Ing. Agr. Pasto, Colombia, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, 1989. 77p.
- MONDRAGON, W. Los bioestimulantes en la agricultura. Colombia, Coagro, 1982. 40 p.
- OTTO, J. Experiencias con el bioestimulante Cytozyme en algodón: zona del Espinal. Bogotá, Basf, 1982. 15 p.

TABLA 1. Análisis de varianza para el índice de cosecha en papa criolla como respuesta a la aplicación de Cytozyme, Cytozyme foliar y Humiforte N-6.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft	%
Bloques	3	0,0045	0,0015			2,49
Tratamientos	7	0,0149	0,0210	32,81 **		
Error	21	0,0135	0,00064			
Total	31	0,167				

** Diferencias altamente significativas
CV = 18,07%

TABLA 2. Análisis de varianza para el índice de cosecha en papa criolla como respuesta a la aplicación de Cytozime, Cytozime foliar y Humiforte N-6.

Test	T8		T4		T5		T3		T6		T7		T2	
	CS-CF-HN6	0,636	CF	CS-HN6	0,606	CS-CF	CS-CF	CF-HN6	0,573	HN6	0,551	CS	0,524	
CS	0,405	0,230**	0,206**	0,201**	0,192**	0,168**	0,146**	0,119**						
HN6	0,524	0,162**	0,087**	0,182**	0,073**	0,049NS	0,027NS							
CF-HN6	0,551	0,085**	0,060**	0,055NS	0,046NS	0,022NS								
CS-CF	0,573	0,063*	0,038NS	0,033NS	0,024NS									
CS-HN6	0,597	0,039NS	0,014NS	0,090NS										
CF	0,606	0,030NS	0,011NS											
CF	0,611	0,025NS												

** Diferencia altamente significativa

* Diferencias significativas

NS Diferencias no significativas

Comparador Tukey 5% = 0,060

1% = 0,073

CS = Cytozime semilla

CF = Cytozime foliar

hn6 = Humiforte N-6

TABLA 3. Análisis de varianza para la producción total de tubérculos de papa criolla como respuesta a la aplicación de Cytozime, Cytozime foliar y Humiforte N-6.

F.V	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Ft
Bloques	3	1.715.540	571.846,6	2,64	
Tratamientos	7	133.031.150	19.004.450,0	11,40 **	
Error	21	34.751.930	1.654.853,0		
Total	31	169.498.620			

** Diferencias altamente significativas

CV = 18,07%

TABLA 4. Producción total de papa criolla en kh/ha como respuesta a la aplicación de Cytozyme semilla, Cytozyme foliar y Humiforte N-6 (Prueba de Tukey).

	T8	T4	T5	T6	T7	T2
	CS-CF-HN6	CF	CS-HN6	CF-HN6	HN6	CS
Test	17.779	5.246**	4.959**	4.355**	4.166**	3.418**
CS	21.197	1.828**	1.541**	937NS	748NS	445NS
CS-CF	21.642	2.458**	1.383**	1.096NS	492NS	303NS
HN6	21.945	2.155**	1.080NS	739NS	189NS	
CF-HN6	22.134	1.966**	891NS	604NS		
CS-HN6	22.738	1.362NS	287NS			
CF	23.025	1.075NS				

** Diferencia altamente significativa
 * Diferencias significativas
 NS Diferencias no significativas
 Comparador Tukey 5% = 1,527
 1% = 1,866

CS = Cytozyme semilla
 CF = Cytozyme foliar
 hn6 = Humiforte N-6

Figura 1. Variación de la tasa de asimilación neta con la edad del cultivo.

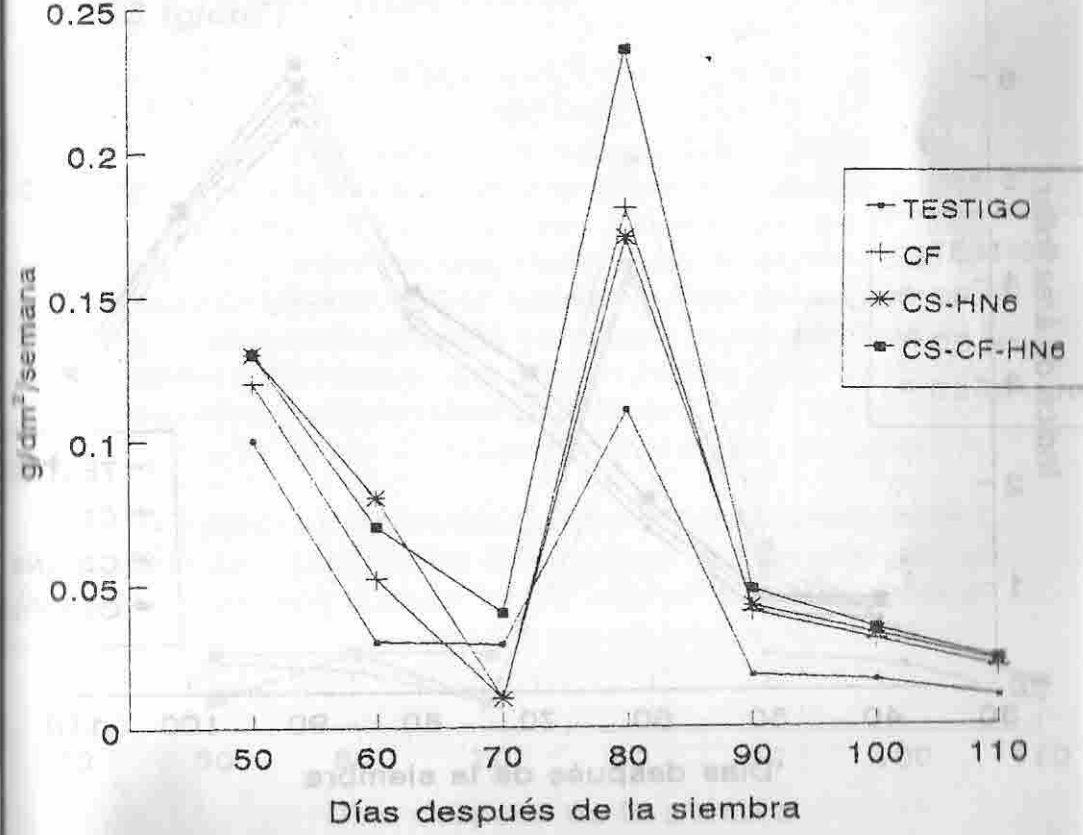


Figura 2. Variación del índice del área foliar con la edad del cultivo.

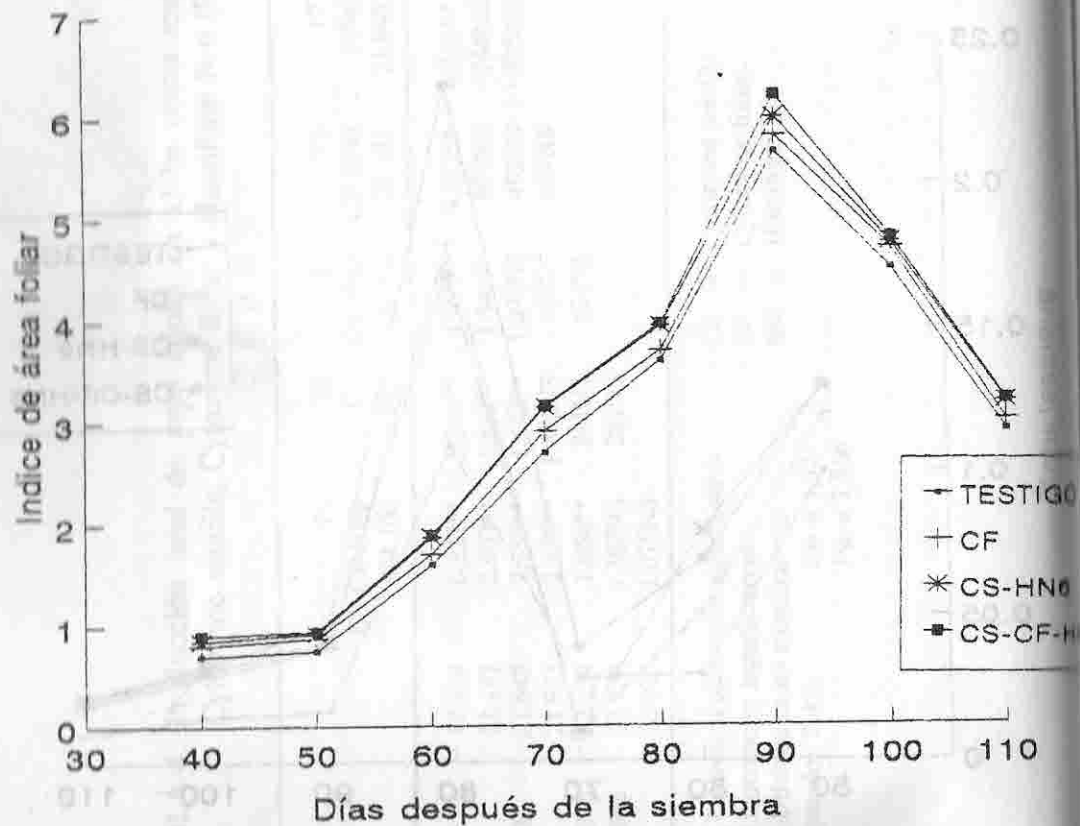


Figura 3. Comportamiento de la tasa de crecimiento del cultivo con respecto a su edad.

