

EVALUACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS PARA EL CULTIVO HIDROPÓNICO DE «FRESA» *Fragaria x ananassa*

EVALUATION OF NUTRITIVE SOLUTIONS FOR THE HYDROPONIC CULTURE OF STRAWBERRY *Fragaria x ananassa*

Enoc Jara y Mery Suni

RESUMEN

Con la finalidad de determinar soluciones nutritivas óptimas para «fresa» *Fragaria x ananassa* Duchesne cv. Chandler bajo un sistema hidropónico en grava muy fina, se evaluaron dos soluciones nutritivas en la etapa vegetativa y tres en la etapa de fructificación de la planta, durante los meses Diciembre de 1996 a Agosto de 1997. Se realizó muestreos destructivos a los 60, 90, 160, 190 y 220 días después de iniciado el tratamiento para determinar el crecimiento de la planta, su absorción de nutrientes y el contenido de azúcares reductores en los frutos. No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en la etapa vegetativa pero sí en la etapa reproductiva al evaluar la altura de la planta, número de flores y frutos, porcentaje de azúcares reductores y peso de los frutos. En cuanto al porcentaje de N, P, K, Ca, Mg y Fe no se encontraron diferencias significativas. Combinaciones de 200:40:300 ppm de N:P:K en la etapa reproductiva favorecieron el mayor rendimiento en la planta.

Palabra clave: fresa, *Fragaria x ananassa*, cv Chandler, soluciones hidropónicas, hidroponía

ABSTRACT

To determine the optimum nutritive solutions for strawberry, *Fragaria x ananassa* Duchesne cv. Chandler under a system that uses fine gravel was evaluated two nutritive solutions formulas during vegetative period and three during the fructification period of the plant from December 1996 to August 1997. Destructive samplings were done at 60, 90, 160 and 220 days after treatment to evaluate the growth of the plant, absorption of nutrients and the reducing sugar content in the fruit. No significant differences were found between treatments in the vegetative period but there were in the reproductive's for the plant's height, flower and fruit number and percent of reducing sugar of the fruit and its weight. Neither there were significant differences in N, P, K, Ca, Mg and Fe percentages. Combinations of 200:40:300 ppm of N:P:K in the reproductive period give the best plant yield.

Key Words: strawberry, *Fragaria x ananassa*, cv Chandler, hydroponic solutions, hydropony.

INTRODUCCIÓN

En condiciones de cultivo en el campo, la fresa, *Fragaria* spp, presenta varios problemas de enfermedades y plagas, particularmente durante la etapa de fructificación debido principalmente a la mala condición del agua, por lo que la calidad sanitaria y comercial del fruto es

baja. Esto significa fuertes pérdidas económicas y el consiguiente riesgo en la salud del consumidor.

Por otro lado, se conoce que los elementos minerales en el suelo, constituyen un factor importante del ambiente que determina la susceptibilidad o resistencia de la planta a las enfermedades (Huber, 1997). Además, se conoce que la nutrición mineral afecta la calidad comercial de los frutos. Así por ejemplo la deficiencia del potasio en la «fresa» y en el «tomate», provoca la maduración irregular del fruto, con áreas que no llegan a colorearse

Laboratorio de Fisiología Vegetal. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Av. Venezuela cuadra 34 s/n. Apartado 11-0058 Lima 11. E-mail d190053@unmsm.edu.pe

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en Carabayllo al norte de Lima y se usaron plántulas de «fresa» libres de virus propagadas por cultivo *in vitro*; materiales y equipos de laboratorio, fertilizantes agrícolas, potenciómetro y conductímetro tipo lapicero. La cuantificación de azúcares reductores de los frutos se realizó mediante el método de Fehling. El análisis químico de la materia seca se realizó en el Laboratorio de Suelos y Agua del INIA, Huaral. Las plántulas de fresa fueron transplantadas, a camas de 2,00 m de largo y 0,50 m de ancho forradas con plástico de polietileno negro que contenían como sustrato la gravilla muy fina desinfectada, colocando 16 plantas por cama. Durante el periodo de cultivo de las plantas la temperatura fluctuó de 14,1 oC a 25,6 oC, la humedad relativa tuvo un promedio de 76 %.

En la etapa vegetativa de la planta se probaron dos fórmulas de soluciones nutritivas, mientras que en la etapa de floración y fructificación se evaluaron tres, cada una con una combinación de nitrógeno y potasio diferente resultando las combinaciones presentadas mas abajo.

El experimento tuvo 12 camas (6 bloques de 2 tratamientos cada uno en la etapa vegetativa y 4 bloques de 3 tratamientos en la etapa reproductiva) (DBCA), seis repeticiones por tratamiento en la etapa vegetativa y cuatro repeticiones por tratamiento en la etapa reproductiva (ver Tabla 1).

En cuanto al Calcio, Magnesio, Hierro y Boro, estos se brindaron en las siguientes concentraciones 180, 50, 2,0 y 0,5 ppm respectivamente durante la etapa vegetativa; y de 200, 70, 2,5 y 0,5 ppm respectivamente durante la etapa reproductiva. A fin de brindar los tratamientos señalados se utilizaron los fertilizantes que se presentan en la Tabla 2. El riego con las soluciones.(cuatro litros por cama para verano y tres en invierno) se realizó durante el verano por tres días consecutivos y el cuarto con agua. En invierno por cuatro días consecutivos y el

quinto con agua.

Las evaluaciones fueron mensuales muestreando en cada fecha 6 plantas por tratamiento en la etapa vegetativa y 4 en la etapa reproductiva. Se evaluaron los siguientes parámetros: número de hojas, altura de la planta, número de ramas (llamada también coronas secundarias) y de raíces secundarias, área foliar (método gravimétrico, Séstak, Catsky and Jarvis, 1971), peso fresco y peso seco de las hojas y de las raíces, número de flores, número y peso de los frutos, porcentaje de azúcares reductores y pH de los frutos. Los análisis estadísticos (ANOVA, DMRT) se realizaron utilizando el programa MSTAT-C de la Universidad de Michigan (1989).

RESULTADOS

Evaluación del crecimiento y desarrollo

Los resultados obtenidos, que se presentan en las Tablas 3 y 4, muestran que al término del cultivo de la planta hubo diferencias significativas para la mayoría de los parámetros evaluados (por ejemplo en la altura de la planta, peso de la lámina de la hoja, de los frutos, área foliar), siendo en todos los casos el tratamiento 3 el que dió los mayores valores. En las fechas anteriores se encontró diferencias significativas solamente para algunos parámetros (por ejemplo: número de hojas). Cabe señalar que la floración se observó a fines de Mayo y la fructificación en Junio (cuarto muestreo), fecha en la que se inició su evaluación.

Porcentaje de azúcares reductores y pH de las los frutos

Estos parámetros fueron analizados en el quinto muestreo, ver Tabla 5, los valores encontrados fueron estadísticamente significativos para el porcentaje de azúcares reductores, 3,58%, 24,4%, 21,82% para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente; mientras que para pH de los frutos, el análisis fue no significativo.

Tabla 3. Evaluación de crecimiento y desarrollo de "fresa" *Fragaria x ananassa* cv. Chandler. Los valores son el promedio de 6 plantas (primer, segundo y tercer muestreo) o de 4 plantas (cuarto y quinto muestreo).

Tratamiento	Altura de la planta	No. de hojas	No. De coronas sec.	Peso fresco de lámina de la hoja	Peso seco de lámina	Area foliar/pl	Peso fresco del peciolo de la hoja	Peso seco del peciolo	No. De raíces sec./pl	Peso fresco de raíces sec.	Peso seco de raíces sec.	Peso fresco total	Peso seco total
PRIMER MUESTREO													
T1		11	0	10,82	4,83	549,9	10,41	1,9	38	7,66	1,72	28,89	8,46
T2		14	0	9,91	4,08	578,15	9,05	1,73	35	5,69	1,26	24,65	7,07
ANOVA		*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	ns
SEGUNDO MUESTREO													
T1	11,6	16	0	13,84	4,39	649,05	14,64	2,68	35	9,44	1,56	37,92	8,63
T2	13,25	14	1	13,48	4,74	538,22	15,34	2,92	43	8,84	1,6	37,74	9,26
ANOVA	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
TERCER MUESTREO													
T1		19	3	11,7	3,68	649,36	8,72	1,61	72	23,77	3,09	43,89	8,38
T2		18	2	13,93	3,87	484,77	9,83	2,77	58	22,57	3,09	46,33	9,73
T3		16	2	15,1	4,03	605,5	12,37	1,9	55	29,14	3,34	56,63	9,27
ANOVA		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CUARTO MUESTREO													
T1		20	3	15	3,61	741,59	9,19	1,57	41	16,31	2,54	40,51	7,69
T2		21	3	30,6	5,59	649,81	14,26	2,47	77	24,36	3,77	69,16	11,83
T3		23	3	24,26	4,8	692,3	15,39	2,74	77	26,1	4,03	65,71	11,57
ANOVA		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	*	ns	ns
QUINTO MUESTREO													
T1	16,26 b	24 b	3 a	18,57 c	5,23 c	961,35 c	12,7 c	2,16 a	77 b	21,62 b	4,03 b	52,72 c	11,43 c
T2	17,73 a	29 ab	4 a	29,74 b	7,87 h	1178,79 b	21,88 b	3,73 a	105, a	29,84 ab	5,36 ab	81,46 b	16,97 b
T3	17,97 a	38 a	5 a	40,03 a	10,08 a	1607,3 a	30,21 a	4,91 a	114, a	37,28 a	6,8 a	107,53 a	21,78 a
ANOVA	**	ns	ns	*	**	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	*

ns = no significativa; * = significativa; ** = altamente significativa; z = separación de medias en columnas por la prueba del rango múltiple de Duncan.

Análisis químico de las plantas

En cada fecha de evaluación no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al contenido en porcentaje de los elementos químicos evaluados en las hojas (N, P, K, Ca, Mg y Fe; ver Tabla 6).

Pero se observa que conforme pasan los meses el porcentaje en todos los tratamientos tienden a disminuir en su concentración. Esto se debería a que en la etapa de fructificación los nutrientes son translocados hacia los frutos (Jara, 1999).

Tabla 4. Valores promedios de los parámetros evaluados durante la cosecha y la separación de los promedios por la prueba de rango múltiple de Duncan.

Variables	Tratamientos			ANOVA
	T1	T2	T3	
No de flores	16,6 c	29,6 b	39,7 a	**
No de frutos	11,8 c	21,3 b	24,6 a	**
Peso fresco de infrutescencias	200,3 c	322,2 b	410,6 a	**
Altura de la planta (cm)	16,23 b	17,73 a	127,97 a	**

** = altamente significativa

Tabla 5. Valores de la caracterización de los frutos y la separación de los promedios por la prueba de Duncan.

Variables	Tratamientos			ANOVA
	T1	T2	T3	
% de azúcares reductores	24,4 a	21,82 b	18,28 c	*
pH de los frutos	3,3 b	3,46 a	3,52 a	ns

* = significativa; ns = no significativa

DISCUSIÓN

Las plantas recibieron en la etapa vegetativa mayores niveles de nitrógeno que en la etapa reproductiva ya que se reconoce la conveniencia de lograr un buen desarrollo de las plantas durante esta etapa, (Franciosi, 1974; Waltman, citado por Yañez, 1981).

En el quinto muestreo las diferencias significativas entre los tratamientos para peso fresco y seco total de la planta puede tener relación con la presencia de flores y el desarrollo de los frutos los que estarían incrementando la tasa de fotosíntesis y, por lo tanto, la mayor acumulación de la materia seca, lo cual se ve corroborada con la mayor área foliar encontrada. En cuanto al área foliar se encontró diferencias significativas entre los tratamientos; el tratamiento 3 alcanzó el mayor valor 1603,7 cm² por planta. El número de los frutos por planta obtenidas en el tratamiento 3 fue de 25, con tamaño uniforme. Este valor es menor al obtenido en el campo por Otarola (1993), 37 frutos/planta en el cultivar «Tufts», pero de peso inferior a los obtenidos por nosotros. El peso total de los frutos que se obtuvo en el tratamiento 3 (411 g/planta); fue el mayor valor lo que muestra que la planta respondió positivamente a la fertilización.

Los valores obtenidos en el quinto muestreo para el contenido de N, P, K, Ca y Mg en las hojas se hallan dentro del rango que señalan otros autores. Por ejemplo, Castillo (1993) trabajando en fresa cultivar «Chandler» bajo con-

diciones de campo, obtuvo nitrógeno foliar dentro del rango de 3,49% y 2,18% (estados de plena floración inicios de fructificación y el momento de máxima producción del cultivo respectivamente), para el potasio foliar dentro del rango de 2,5% y 2,2%. Castillo también observó una disminución ligera pero constante del contenido de estos elementos hacia el final del cultivo lo que también se encontró en el presente experimento.

CONCLUSIONES

- 1.- * = significativo; La fresa no responde de manera diferencial durante la etapa vegetativa a los niveles de concentración de nitrógeno aplicados (200 y 250 ppm) y del potasio (250:300 ppm) en la solución nutritiva.
- 2.- En la etapa de floración y fructificación a niveles altos de N y K se obtiene el mayor peso de los frutos y número de las mismas. Siendo el tratamiento 3 (200:300 ppm de N:K) el que da los mejores resultados de rendimiento en la planta. Cabe señalar que esta respuesta también se asocia a las condiciones climáticas del experimento (principalmente las bajas temperaturas).
- 3.- El porcentaje de azúcares reductores disminuyó con el incremento de la concentración de nitrógeno y potasio pero esto no es un factor que necesariamente determine su calidad comercial.

Tabla 6. Concentración (en %) de N, P, K, Ca, Mg y Fe en hojas de "fresa" *Fragaria x ananassa* Duchesne cv. Chandler. Los valores son el promedio de cuatro plantas

	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Fe (ppm)
	1er. muestreo					
Tratamiento 1	3,45	0,87	2,59	1,79	0,58	366,00
Tratamiento 2	3,56	0,70	2,32	1,70	0,63	396,00
ANOVA	ns	ns	ns	**	ns	ns
	2do. muestreo					
Tratamiento 1	3,65	0,61	2,28	1,94	0,73	410,00
Tratamiento 2	3,87	0,64	2,22	1,81	0,73	408,00
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	3er. muestreo					
Tratamiento 1	3,16	0,83	2,70	1,97	0,46	551,00
Tratamiento 2	3,98	0,82	2,84	2,14	0,48	605,00
Tratamiento 3	3,51	0,69	2,57	1,62	0,44	597,00
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	4to. muestreo					
Tratamiento 1	3,22	0,87	2,49	1,80	0,51	524,50
Tratamiento 2	3,13	0,81	2,57	1,86	0,6	466,00
Tratamiento 3	3,74	0,84	2,90	1,86	0,63	540,50
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	5to. muestreo					
Tratamiento 1	2,85	0,91	2,10	1,78	0,67	423,00
Tratamiento 2	2,85	0,79	2,13	2,19	0,68	385,50
Tratamiento 3	2,90	0,99	2,24	2,32	0,64	453,50
ANOVA	ns	ns	ns	ns	ns	ns

** = altamente significativa; * = significativa; ns = no significativa

4.- El porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y hierro evaluados en las hojas y raíces durante el ciclo de cultivo de la fresa no varió en los tratamientos aplicados.

LITERATURA CITADA

- Castillo, C. 1993. Curvas de Absorción de Nutrientes en cultivos de Fresa (*Fragaria ananassa*) Duch cv. »Chandler». Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, UNALM, Lima.
- Hochmuth, G.; M.C. Vavrina y E. Hanlon. 1991. Plant

tissue analysis and interpretation for vegetable crops in Florida. Fla. Coop. Ext. Serv. Special. Series SS-VEC-42.

- Huber, D. 1997. Manejo de la nutrición para el combate de patógenos de las plantas pp 12-13. En: Informaciones Agronómicas, INPOFOS, No 32, Quito.
- Jara, E. 1999. Evaluación de soluciones hidropónicas para la producción de «fresa» *Fragaria x Ananassa* cv. Chandler Duchesne. Tesis para optar el título profesional de Biólogo, UNMSM, 69 pp, Lima.
- Moreno, U. 1995. Hidroponía: Potencialidad y Perspectivas en el Perú pp 5-11 En 2do Curso-Taller de Hidroponía, UNALM, Lima.
- Otarola, L. 1993. Efecto de fertilización de N-P-K y de la

- aplicación foliar suplementaria en el rendimiento del cultivo de la fresa (*Fragaria ananassa*) Duch cv. "Tufts" bajo R.L.A.F exudación. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, UNALM, Lima.
- Resh, H. 1997. Cultivo en Columnas de hortalizas y fresas. pp 49-57. En: Hidroponía Comercial, UNALM, Lima.
- Sestak, Z; J. Catsky y P. Jarvis. 1971 Plant Photosynthetic Production. Manual of Methods, Netherlands.
- Waltman, C. 1951. Nitrogen and Phosphorus relationship In: strawberries. Kentucky Agric Coll. Exp. Sta. Bull. 562, 11 pp.
- Yañez, J. 1981. Efecto de la fertilización mineral mediante un factorial 3N, 3P y 3K en el rendimiento y la calidad de la fresa (*Fragaria ananassa*) Duch cv. "Aiko" en la zona de Lima. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo, UNALM, Lima.