

PRODUCCIÓN DE *Echinacea purpurea* EN TRES LOCALIDADES DE COSTA RICA^{1/}

Jorge Loaiza, Roberto Valverde^{2/*}, Victor Cartín^{**}, Luis Gómez*

Palabras clave: *Echinacea purpurea*, manejo agronómico, Costa Rica.

Keywords: *Echinacea purpurea*, agricultural management, Costa Rica.

Recibido: 27/10/2005

Aceptado: 03/02/2006

RESUMEN

Se estudió la producción de la planta medicinal *Echinacea purpurea* en 3 localidades de Costa Rica: Los Santos, a 1650 msnm, temperatura máxima de 26,5°C y mínima de 15,5°C, precipitación promedio de 2635 mm año⁻¹, y suelos franco-arcillo-arenosos de alta fertilidad; Santa Bárbara, a 1250 msnm, temperatura máxima de 27,4°C y mínima de 16,9°C, precipitación promedio de 2924 mm año⁻¹, y suelos francos de fertilidad media; y, Ojo de Agua a 850 msnm, temperatura máxima de 29,1°C y mínima de 19,1°C, precipitación promedio de 2302 mm año⁻¹, y suelos franco-arenosos de fertilidad baja. La mayor cantidad de follaje y raíz se produjo en la zona de Los Santos, seguida por Santa Bárbara y Ojo de Agua, respectivamente. Aun cuando en la zona de Los Santos la densidad de siembra fue solo de 112500 plantas ha⁻¹ comparada con 243000 plantas ha⁻¹ en las otras 2 localidades; parece que las condiciones climáticas prevalentes a la altura de Los Santos, así como las prácticas culturales utilizadas, favorecieron

ABSTRACT

Echinacea (Echinacea purpurea) production in three Costa Rican locations. The medicinal plant purple coneflower (*Echinacea purpurea*) cropping systems were studied in 3 different zones in Costa Rica: Los Santos at 1650 masl, annual maximum temperature of 26.5°C and minimum of 15.5°C; 2635 mm of average annual rainfall, and a high fertility sandy-clay-loam soil; Santa Bárbara at 1250 masl, annual maximum temperature of 27.4°C and minimum of 16.9°C, average annual rainfall of 2924 mm, and a moderately fertile loam soil; Ojo de Agua at 850 masl, annual maximum temperature of 29.1°C and minimum of 19.1°C, 2302 mm average annual rainfall and low-fertility sandy loam soil. The highest foliage and root production was obtained at Los Santos, followed by Santa Bárbara and Ojo de Agua, respectively. Even though at Los Santos plant density was 112500 plants ha⁻¹, compared to 243000 plants ha⁻¹ at Santa Barbara and Ojo de Agua, it appears that climatic conditions prevailing at Los

1/ Parte de la tesis doctoral del primer autor. Programa de estudios de posgrado en Sistemas de Producción Agrícola Tropical Sostenible. Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

2/ Autor para correspondencia. Correo electrónico: robertov@cariari.ucr.ac.cr

* Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, San José, Universidad de Costa Rica.

** Laboratorio de Entomología, Escuela de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

no sólo la producción de materia seca sino también la acumulación de los metabolitos secundarios de interés. El ingreso económico neto obtenido en la zona de Los Santos fue 47 y 59% mayor que en Santa Bárbara y Ojo de Agua, respectivamente.

Santos altitude, as well as the cropping system used, favoured not only dry matter production but also secondary metabolites accumulation. Net economic income at Los Santos was 47 and 59% higher than at Santa Barbara and Ojo de Agua, respectively.

INTRODUCCIÓN

Echinacea sp., comúnmente conocida en Estados Unidos y Canadá como purple coneflower y en otros países donde también se comercializa como echinacea, es una planta nativa de Norte América, que ha sido usada por muchos años con propósitos medicinales. Diferentes partes de la planta son usadas en forma externa contra las picaduras de serpientes, insectos y quemaduras (Busing 1952, Hill *et al.* 1996), e internamente para controlar la tos, los resfríos, el dolor de garganta, las infecciones e inflamaciones (Hobbs 1989, 1994). También, diferentes laboratorios clínicos en Alemania han confirmado la actividad inmunoestimuladora, antiviral y antibacteriana de *Echinacea* sp. en humanos (Bauer y Foster 1991, Bodinet y Beuschner 1991, Bodinet *et al.* 1993).

Los principales metabolitos secundarios identificados en diferentes partes de la planta de echinacea incluyen alcaloides (Hobbs 1994), alcalamidas (Schultess *et al.* 1991), polisacáridos (Bonadeo *et al.* 1971, Bauer y Wagner 1991), poliacetilenos (Schulte *et al.* 1967, Bauer *et al.* 1988), flavonoides (Christ y Muller 1960, Bauer y Wagner 1991), derivados fenólicos: ácido cafeico, ácido cichórico, ácido clorogénico (Hobbs 1989, Bauer y Foster 1991), aceites esenciales (Delabays y Slacanin 1995), y el glicósido echinécico (Stoll *et al.* 1950).

En Costa Rica durante los últimos 10 años se ha incentivando la siembra de *E. purpurea* y *E. angustifolia*. Las plantaciones fueron establecidas en pequeñas áreas productivas no mayores a 1 ha, y en diferentes zonas del Valle Central; ubicadas a altitudes ≥ 1500 msnm., como la zona

de Los Santos, San José de la Montaña y San Pedro de Poás. Posteriormente, debido a los altos precios pagados por los productos de esta planta, unos 100 productores realizaron siembras en otras regiones del país, a altitudes < 1500 msnm; particularmente en Ojo de Agua, la Guácima, Hojancha, Ciudad Colon, Paquera, San Ramón, Puriscal, Las Juntas de Abangares y La Tigra de San Carlos, entre otras. En ambos casos las plantaciones de echinacea se establecieron sin información previa sobre el desarrollo y crecimiento de la planta en dichas zonas o una guía de producción para su cultivo (densidades, épocas de siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades, etc.)

Para los productores costarricenses los principales estímulos para la producción de echinacea han sido, la gran demanda que existe por el follaje y la raíz, en Estados Unidos, Canadá y Europa, los altos precios que se paga por el producto y el corto tiempo en que esta planta completa su ciclo fisiológico, que en condiciones tropicales es de 12 meses, comparado con 36 meses en climas templados. Sin embargo, se ha observado que al igual que otras plantas introducidas, el cultivo de echinacea presenta ciertos problemas. Dentro de las limitaciones en la producción de echinacea en Costa Rica, se encuentran el bajo porcentaje de germinación de la semilla, y la pérdida de plántulas en estadios de desarrollo tempranos, debido al ataque de hongos fitopatógenos; inconvenientes que también se presentan en las latitudes de donde es nativa. Un problema muy particular de algunas de las plantaciones establecidas en Costa Rica, es la baja calidad de las partes de la planta que se comercializa,

calidad referida a la acumulación de los principales metabolitos secundarios de interés, y que podría estar relacionada con la adaptación del cultivo a los climas prevalecientes en las diferentes altitudes donde han sido establecidas las plantaciones o a deficientes prácticas de manejo del cultivo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar las prácticas de manejo agronómico, el rendimiento y la calidad del producto obtenido de *Echinacea purpurea* en 3 diferentes localidades de producción en Costa Rica. Esta información servirá como base para orientar la investigación con el propósito de mejorar la productividad del cultivo en Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante 1998-1999. Se escogió 3 fincas localizadas en las siguientes zonas:

Los Santos. El área productiva se encuentra en el distrito de San Pablo, cantón de León Cortés, provincia de San José, a 1650 msnm, a 09° 40' latitud Norte y 84° 08' longitud Oeste; con una temperatura máxima de 26,5°C, una mínima de 15,5°C; y una precipitación promedio de 2635 mm año⁻¹ (Instituto Meteorológico Nacional 2002).

Santa Bárbara. El área productiva se encuentra en el distrito de San Pedro, cantón de Santa Bárbara, provincia de Heredia, ubicada a 1250 msnm; a 10° 02' latitud Norte y 84° 10' longitud Oeste; con una temperatura máxima de 27,4°C, una mínima de 16,9°C; y una precipitación promedio de 2924 mm año⁻¹ (Instituto Meteorológico Nacional 2002).

Ojo de Agua. El área productiva se encuentra en el distrito de Ojo de Agua, cantón de Ojo de Agua, Provincia de Heredia, ubicada a 850 msnm; a 10° 00' latitud Norte y 84° 12' longitud Oeste; con una temperatura máxima de 29,1°C, una mínima de 19,1°C; y una precipitación promedio de 2302 mm año⁻¹ (Instituto Meteorológico Nacional 2002).

La evaluación de las prácticas de manejo agronómico, bajo las cuales se establecieron los diferentes sistemas de producción, se realizó mediante visitas mensuales, donde inicialmente se recopiló información sobre la época de siembra, semilla, preparación del terreno, distancia de siembra y tipo de suelo; posteriormente, la fertilización, el control de insectos, enfermedades y malezas; y finalmente, se estudió la época de corta del follaje y cosecha de la raíz (Cuadro 1).

Se identificó la calidad de los materiales cosechados mediante el análisis de los principales constituyentes químicos presentes en muestras producidas en las 3 fincas (Loaiza *et al.* 2004).

RESULTADOS

Manejo agronómico de *Echinacea purpurea* en 3 localidades de Costa Rica

El cuadro 1 resume las prácticas agrícolas realizadas al cultivo de echinacea en las 3 localidades evaluadas. En general, la principal diferencia entre estas 3 unidades de producción es el sistema de cultivo utilizado en la zona de Los Santos, donde las prácticas culturales no involucran la utilización de productos químicos sintéticos. Más específicamente, en la misma zona, la preparación del almácigo ocurre con un mes de antelación a las otras 2 zonas, las eras son más anchas y altas, la distancia de siembra es mayor, lo mismo que el número de aporcadas.

Al analizar las características del suelo de las 3 localidades (Cuadro 2), se observa que la textura de los suelos es diferente, lo mismo que la fertilidad; también el pH fue mucho mayor en la zona de Los Santos que en las otras 2 localidades. Respecto a los elementos, se encontró que en general, el contenido de los mismos es mayor en la zona de Los Santos.

Cuadro 1. Prácticas de manejo agronómico de *Echinacea purpurea* en 3 localidades de Costa Rica.

Prácticas	Los Santos	Santa Bárbara	Ojo de Agua
1- Siembra del almácigo	Febrero	Marzo	Marzo
2- Preparación del terreno para el almácigo	Manual: eras de 1,5 m de ancho, 0,4 m de alto y 0,4 m entre calles	Manual: eras de 1,2 m de ancho, 0,3 m de alto y 0,4 m entre calles	Mecanizado: eras de 1,2 m de ancho, 0,2 m de alto y 0,5 m entre calles
3- Semilla	Sexual 3 kg ha ⁻¹ de semilla	Sexual 3 kg ha ⁻¹ de semilla	Sexual 3 kg ha ⁻¹ de semilla
4- Trasplante	Mayo inicio de lluvias	Mayo inicio de lluvias	Mayo inicio de lluvias
5- Distancia de siembra	Eras de 1 m, 20 cm entre plantas y 1 m entre calles. 112500 plantas ha ⁻¹	Eras de 1,5 m, 15 cm entre plantas y, 0,5 m entre calles. 243000 plantas ha ⁻¹	Eras de 1,5 m, 15 cm entre plantas y, 0,5 m entre calles. 243000 plantas ha ⁻¹
6- Fertilización	1 ^a : 10 t ha ⁻¹ de gallinaza en marzo. 2 ^a : 2,4 t ha ⁻¹ de lombricompost ^{1/} a los 6 meses del trasplante. 3 ^a : 20 aplicaciones de biofertilizante foliar	1 ^a : 240 kg ha ⁻¹ de 15-15-15 a la siembra. 2 ^a : 480 kg ha ⁻¹ de 12-24-12 a los 3 meses del trasplante. 3 ^a : 480 kg ha ⁻¹ de nutrán a los 6 meses del trasplante.	1 ^a : 290 kg ha ⁻¹ de 15-15-15 a la siembra. 2 ^a : 720 kg ha ⁻¹ de 12-24-12 a los 3 meses del trasplante. 3 ^a : 720 kg ha ⁻¹ de nutrán a los 6 meses del trasplante.
7- Deshierbas manuales	4 por ciclo	4 por ciclo	6 por ciclo
8- Aporca	2 (a los 3 y 6 meses)	1 (a los 3 meses)	Ninguna
9- Aplicación de plaguicidas ^{1/}	6 aplic. contra insectos con extractos hidroalcohólicos de ajo, clavo de olor, pimienta negra ^{2/} . 4 aplicaciones de fungicida: cal micronizada, cobre y azufre ^{3/} .	4 aplicaciones con insecticida: acefato, deltametrina. 6 aplicaciones de fungicidas (benomil, mancozeb)	1 aplicación de nematicida carbofuran 6 aplicaciones de insecticida: acefato, deltametrina. 10 aplicaciones de fungicidas: benomil, mancozeb, oxiclورو de cobre.
10- Cortas de follaje	Setiembre	Setiembre	Setiembre
11- Cosecha de raíz	Marzo	Marzo	Febrero

^{1/} Ver Ramírez 1991.^{2/} Se mezcló 115 ml de cada extracto alcohólico en un volumen total de 16 litros de agua.^{3/} Se mezcló 320 g de cal micronizada con 120 g de azufre o cobre en un volumen total de 16 litros de agua.

Con la cosecha del follaje y la raíz se pudo evaluar tanto el efecto de las condiciones climáticas como de las prácticas de manejo sobre la producción. El cuadro 3 presenta los datos de producción en las 3 localidades así como los costos involucrados. Se puede observar que la cantidad de follaje producido en la zona de Los Santos fue 200

kg mayor que la de Santa Bárbara y 400 kg mayor que la de Ojo de Agua. Sin embargo, al analizar la cantidad de raíz seca es factible observar que la diferencia fue más pronunciada entre la zona de Los Santos y las otras 2 localidades, donde Los Santos produjo 1000 kg más que Santa Bárbara y 1200 kg más que Ojo de Agua.

Cuadro 2. Análisis de los suelos de las 3 fincas productoras de *Echinacea purpurea*.

Característica	Los Santos	Santa Bárbara	Ojo de Agua
Textura	69,7% arena 7,3% limo 23% arcilla	42,9% arena 31,1% limo 26% arcilla	66,1% arena 15,9% limo 18% arcilla
Tipo textural	Franco-arcillo-arenoso	Franco	Franco-arenoso
Fertilidad	Alta	Media	Baja
pH (1:2 CaCl ₂ 0,01M)	7,53	4,72	4,72
NO ₃ -N (mg l ⁻¹)	25,53	35,16	26,53
NH ₄ -N (mg l ⁻¹)	2,58	1,58	1,02
SO ₄ -S (mg l ⁻¹)	45	23	11
P (mg l ⁻¹)	7,30	3,50	11,08
K (cmol (+) l ⁻¹)	10,43	1,33	0,23
Ca (cmol (+) l ⁻¹)	37,87	3,78	1,61
Mg (cmol (+) l ⁻¹)	7,64	0,42	0,24
Fe (mg l ⁻¹)	79,27	88,22	78,40
Mn (mg l ⁻¹)	225,23	7,26	4,00
B (mg l ⁻¹)	7,89	1,01	0,99
Cu (mg l ⁻¹)	11,26	5,59	10,06
Zn (mg l ⁻¹)	53,53	0,46	3,20
Al (cmol (+) l ⁻¹)	0,06	0,12	0,12

Evidentemente, los ingresos por la venta de ambos productos: follaje y raíz, fueron proporcionales a las cantidades producidas; el cuadro 3 muestra que en la zona de Los Santos se obtuvo un 45% y un 61% más de ingresos que Santa Bárbara y Ojo de Agua, respectivamente.

Al evaluar los egresos, se nota que los gastos incurridos en la plantación de la zona de Los Santos son solo un 4,5% y un 6,5% mayor que los gastos de Santa Bárbara y Ojo de Agua, respectivamente (Cuadro 3). Una vez realizado el balance económico, también en el cuadro 3, el

ingreso neto de la zona de Los Santos fue 89,6% y 142,2% mayor que el ingreso obtenido en Santa Bárbara y Ojo de Agua, respectivamente.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos por los agricultores, en las 3 diferentes localidades, muestran que la producción de *Echinacea purpurea* es posible en Costa Rica. La producción de raíz seca, 1,8-3 t ha⁻¹ en un año de cultivo (Cuadro 3), es similar a la obtenida en otros países como Alemania,

Cuadro 3. Costos de producción e ingresos por cosecha (en colones) de *Echinacea purpurea* por hectárea, en 3 localidades de Costa Rica.

Características	Los Santos	Santa Bárbara	Ojo de Agua
Ingresos			
Cantidad de follaje (verde) (kg)	2600	2400	2200
Ingreso por venta de follaje ($\text{c}555 \text{ kg}^{-1}$)	1443000	1332000	1221 000
Cantidad de raíz (seca) (kg)	3000	2000	1800
Ingreso por venta de raíz ($\text{c}4900 \text{ kg}^{-1}$)	14700000	9800 000	8820000
Total	16143000	11132000	10041000
Egresos			
Semilla (3 kg)	150000	150000	150000
Almácigo (invernadero)	500000	500000	500000
Alquiler terreno	350000	500000	500000
Preparación terreno	750000	500000	500000
Insumos (fertilizantes, plaguicidas)	500000	750000	750000
Mano de obra	2000000	1500000	1500000
Secado	1000000	1000000	1000000
Acarreo	500000	250000	350000
Total	5750000	5400000	5500000
Ingreso Neto	10393000	5482000	4291000

Nueva Zelanda y Estados Unidos (Douglas y Parmenter 2001), donde esta planta se cultiva comercialmente.

El rendimiento varió entre las localidades estudiadas. Resultados similares se han observado en pruebas regionales realizadas en otros países (Parmenter y Littlejohn 1997, Douglas y Parmenter 2001). En la zona de los Santos la producción de follaje y raíz fue mayor que en Santa Bárbara y Ojo de Agua (Cuadro 3). Las causas de la diferencia en rendimiento entre localidades no son claras. Las zonas presentaron diferencias en altitud, temperatura, fertilidad y pH del suelo, así como en la densidad de siembra. Todos estos factores pueden influir sobre el rendimiento de la

echinacea y en algunos casos existe evidencia de que efectivamente lo hacen.

La fertilidad del suelo, aunque diferente entre localidades, no parece explicar las diferencias observadas. En general, echinacea crece bien en suelos relativamente pobres, aún sin la aplicación de fertilizante, aunque no han sido establecidos claramente sus requerimientos nutricionales (Berti *et al.* 2002). Sin embargo, en las 3 zonas estudiadas se empleó un programa de fertilización tendiente a nutrir adecuadamente las plantas. En Ojo de Agua, la zona de baja fertilidad, la cantidad de fertilizante aplicada fue el doble en relación a la zona de Santa Bárbara, aún así el rendimiento fue menor. El pH del suelo, por

otra parte, parece un factor determinante en el desempeño del cultivo. Las zonas de menor producción, Santa Bárbara y Ojo de Agua, presentaron un pH de 4,7, mientras que en la zona de los Santos, con el mejor rendimiento, el pH fue de 7,5. En su habitat natural la echinacea crece en suelos con un rango de pH de 6-8. *E. purpurea* crece y produce bien en suelos con un pH de 5,5-6,0, aunque el pH para su óptimo crecimiento es de 7-7,5 (Douglas y Parmenter 2001). Cuando el pH es menor de 5,5 se requiere encalado (Douglas y Parmenter 2001). Esta práctica no se realizó ni en Santa Bárbara ni en Ojo de Agua, por lo que parece posible un aumento en el rendimiento del cultivo en estas zonas. Un pH ácido también afecta negativamente la absorción de los nutrimentos e impide la respuesta al fertilizante aplicado. Esto explicaría la aparente falta de relación entre fertilización y rendimiento, a pesar de una baja fertilidad de los suelos en las zonas de menor rendimiento. Se recomienda evaluar el efecto del encalado sobre la producción de echinacea en las zonas de Santa Bárbara y Ojo de Agua.

La temperatura y la densidad de siembra variaron entre zonas. La asociación de ambos factores influye sobre el rendimiento de *E. purpurea* (Parmenter y Littlejohn 1997). Temperaturas diurnas entre 21,1 y 23,9°C y nocturnas entre 10,0 y 15,5 °C son consideradas adecuadas para el crecimiento y la producción de *E. purpurea* en climas cálidos (Schoellhorn y Richardson 2006). Diferencias de 3 a 4°C en la temperatura máxima del aire y de 1,5 a 2°C en la temperatura diaria promedio incrementan el rendimiento de *E. purpurea* en condiciones subtropicales (Parmenter y Littlejohn 1997). La densidad de siembra, por su parte, es muy variable y va desde densidades tan bajas como 24000 plantas ha⁻¹ hasta 250000 plantas ha⁻¹. En Nueva Zelanda, el mayor rendimiento de peso fresco y seco de raíz se obtuvo en las mayores densidades de siembra, cercanas a 250000 plantas ha⁻¹ (Parmenter y Littlejohn 1997, Douglas y Parmenter 2001). En Italia, se alcanzó una mayor producción de follaje con una población

de 70000 plantas ha⁻¹; sin embargo, no hubo diferencias en la acumulación de metabolitos respecto a densidades alrededor de las 100000 plantas ha⁻¹ (Várban *et al.* 2000). Las evaluaciones regionales en Nueva Zelanda, mostraron que el efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento depende de la temperatura de la zona evaluada (Parmenter y Littlejohn 1997). En localidades frescas, un aumento en la densidad de siembra lleva a un incremento en el rendimiento hasta alcanzar un máximo y luego declina. Mientras que en localidades cálidas, se alcanza un rendimiento máximo a una densidad determinada, sin cambio en densidades mayores. Por tanto, parece posible maximizar el rendimiento de *E. purpurea* en las localidades costarricenses a través de la densidad de siembra, aspecto que debe ser evaluado. Una evidencia del efecto de la densidad de siembra sobre la producción de *E. purpurea* en las localidades, es la calidad de la raíz (acumulación de metabolitos secundarios) producida. Análisis químicos de la raíz y el rizoma de *E. purpurea* han mostrado que la concentración de alcaloides es 3 a 4 veces más alta en el rizoma que en la raíz (Perry *et al.* 1997). En bajas densidades de siembra, las cuales promueven una mayor proporción de rizoma, se esperaría un incremento en el contenido de alcaloides. Loaiza *et al.* (2004) analizaron el contenido de fenilpropánoides libres y de alcaloides en la cosecha de cada una de las zonas. Efectivamente, el nivel de estos compuestos fue mayor en la zona de los Santos, con una menor densidad de siembra, que en la zona de Santa Bárbara y Ojo de Agua, con un mayor densidad de siembra.

En conclusión, la producción de *E. purpurea* es posible en Costa Rica. Incrementos en el rendimiento y la calidad de la raíz y el follaje parecen posibles mediante el ajuste de algunas prácticas de manejo como el encalado y la densidad de siembra. Adicionalmente, existen nuevos cultivares mejorados en climas cálidos (Schoellhorn y Richardson 2006), cuya introducción y evaluación en las condiciones locales es necesaria.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONICIT) por el apoyo financiero otorgado para realizar parte de esta investigación. También al Instituto Meteorológico de Costa Rica por facilitarnos los datos de clima de las zonas en estudio.

LITERATURA CITADA

- BAUER R., WAGNER H. 1991. *Echinacea* species as potential immunostimulatory drugs. *Econ. Medicinal Plant Res.* 5:253-321.
- BAUER R., FOSTER S. 1991. Analysis of alkamides and caffeic derivatives from *Echinacea simulata* and *E. paradoxa* roots. *Planta Medica* 57:447-449.
- BAUER R., KHAN I.A., WAGNER H. 1988. TLC and HPLC analysis of *Echinacea pallida* and *E. angustifolia* roots. *Planta Medica* 54:426-430.
- BERTI M., WILKENS R., FISHER S., HEVIA F. 2002. Effect on harvest season, nitrogen, phosphorus and potassium on root yield, echinacoside and alkamides in *Echinacea angustifolia*. *Acta Horticulturae* 576:303-310.
- BONADEOI., BOTTAZI G., LAVAZZA M. 1971. Echinacin B: Active polysaccharide of the *Echinacea*. *Riv. Ital. Essenza. Profumi. Piante Ooff.* May 1971, 53:281-295.
- BODINET C., WILLIGMANN I., BEUSCHER N. 1993. Host-resistance increasing activity of root extracts from *Echinacea* species. *Planta Medica* 59:672-673.
- BODINET C., BEUSCHER N. 1991. Antiviral and immunological activity of glycoproteins from *Echinacea purpurea* Radix. *Planta Medica* 57: 33-34.
- BUSING K. 1952. Hyaluronidasehemmung durch echinacin. *Arzneim Forsh* 2:467-469.
- CHRIST B., MULLER K. H. 1960. Zur serienmabigen bestimmung dess gehaltes an flavonol-derivaten in drogen. *Arch. Pharm.* 293:1033-1042.
- DELABAYS N., SLACANIN I. 1995. Domestication and selection of new plant species of interest to the cosmetics industry. *Revue Suisse de Viticulture, d'Arboriculture et d'Horticulture* 27:143-147.
- DOUGLAS J., PARMENTER G. 2001. *Echinacea*- The purple coneflowers. *Crop and Food Research* 33:1-3.
- HILL N., STAM C., van HASELEN A.R. 1996. The efficacy of prikweg R. gel in the treatment of insect bites: A double-blind, placebo controlled clinical trial. *Pharmacy World Sci.* 18:35-41.
- HOBBS C.R. 1989. The *Echinacea* handbook. Capitola: Botanica Press. 78 p.
- HOBBS C.R. 1994. *Echinacea*. A literature review. *Herbalgram* 30:33-49.
- INSTITUTO METEOROLÓGICO NACIONAL. 2002. Reportes de las estaciones de San Marcos de Tarrazú y Juan Santamaría. San José, Costa Rica.
- LOAIZA J. VALVERDE R. RODRÍGUEZ G., MOLINA J. 2004. Análisis cuantitativos de los principales constituyentes químicos de raíces de *Echinacea purpurea* y *E. angustifolia* producidas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(2): 53-59.
- PARMENTER G.A., LITTLEJOHN R.P. 1997. Planting density effects on root yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L) Moench). *N.Z.J.Crop Hort. Sci.* 25:169-175.
- PERRY N.B., vanKLINK J.W., BURGESS E.J., PARMENTER G.A. 1997. Alkamide levels in *E. purpurea* (L) Moench: a rapid analytical method revealing differences among roots, rhizomes, leaves and flowers. *Planta Medica* 63:58-62.
- RAMÍREZ G. 1991. Manual de agricultura orgánica: Insecticidas y fungicidas biológicos, control biológico, abonos y caldos microbiológicos. Fórmulas y formas de preparación en su finca. IMCA, Colombia. p. 63.
- SCHOELLHORN R., RICHARDSON A.A. 2006. Warm climate production guidelines for *Echinacea*. <http://edis.ifas.ufl.edu/EP248>.
- SCHULTE K.E., RUECKER G.; PERLICK J. 1967. The presence of polyacetylene compounds in *Echinacea purpurea* and *E. angustifolia*. *Arzneim Forsch.* 17:825-829.
- SCHULTESS B.H., GIGER E.; BAUMANN W.T. 1991. *Echinacea*: anatomy, phytochemical pattern, and germination of the achene. *Planta Medica* 57:384-388.
- STOLL A., RENZ J., BRACK A. 1950. Antibacterial substances II. Isolation and constitution of echinacoside, a glycoside from the roots of *Echinacea angustifolia*. *Helv. Chim. Acta.* 33:1877-1893.
- VÂRBAN D., DUDA M.M., MUNTEAN S., VÂRBAN R., MUSTE S., TOFANA M., SESTRAS R. 2000. Research on the technology of cultivation of *Echinacea purpurea* L. Moench. *Lucrai Stiintifice-Agricultura* 32(2):759-764.