

**Pengaruh Jadwal Irigasi Terhadap Pemakaian Air Konsumtif dan Produksi Nilam  
(*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth)**

***The Effect of Irrigation Schedule on Consumptive Water Use and Yield of Patchouli  
(*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth)***

**Eko Sulistyono<sup>1\*</sup> dan Sandi Yanuar<sup>2</sup>**

**Diterima 11 April 2007/Disetujui 21 November 2007**

**ABSTRACT**

*The objective of this research was to study the effect of irrigation schedule on consumptive water use and yield of patchouli. The irrigation schedule treatment was combination between irrigation level and growth phase. Irrigation levels included irrigation until field capacity were applied every day (100% Available Water/AW<sub>1</sub>), 3 days (100% AW<sub>3</sub>), 6 days (100% AW<sub>6</sub>), 9 days (100% AW<sub>9</sub>), irrigation until 75% of available water every day (75% AW<sub>1</sub>), 50% of available water every day (50% AW<sub>1</sub>) and 25% of available water every day (25% AW<sub>1</sub>). The growth phase was described into whole growth phase, 2 weeks before harvest and 4 weeks before harvest. Results showed that consumptive water-use ranged from 129.18 cm/4 months to 47.58 cm/4 months that was equivalent to 63379 l water in pot with 25 cm diameter (100% AW<sub>3</sub> applied at 4 weeks before harvest) to 23344 l water in pot with 25 cm diameter (25% AW<sub>1</sub> applied during whole growth phase), respectively. High water use efficiency was yielded by irrigation level of 50% AW<sub>1</sub> or 100% AW<sub>6</sub>. High productivity was reached by irrigation level of 50% AW<sub>1</sub> or 100% AW<sub>3</sub>.*

*Key words: Irrigation schedule, water use efficiency, available water, *Pogostemon cablin**

**PENDAHULUAN**

Tingkat irigasi pada tanaman nilam mempengaruhi kualitas minyak nilam. Kandungan minyak nilam bervariasi antara 0.61 sampai 0.73%. Kandungan minyak tertinggi dihasilkan oleh tingkat irigasi 0.8 kali nisbah air irigasi: evapotranspirasi potensial (IW:CPE ratio), tanpa mulsa dan tanaman dipupuk dengan 100 kg N ha<sup>-1</sup>. Kualitas minyak esensial yang baik dengan 50.66–54.31% patchouli alcohol, 9.86–10.26% -bulnesene dan 4.27% -patchoulene diterima oleh pasar (Singh *et al.*, 2002).

Kandungan minyak dalam tanam nilam telah banyak dipelajari. Sebanyak 41 senyawa telah diidentifikasi dalam bagian batang. Senyawa utama adalah -guaiene (20.62%) dan -bulnesene (16.18%) (Tsai *et al.*, 2007). Biosynthesis minyak nilam secara detail sudah dipelajari. Enzim terpen synthase berperan utama dalam sintesa berbagai senyawa dalam minyak nilam (Deguerry *et al.*, 2006).

Jadwal irigasi dapat ditentukan berdasarkan hasil pengukuran kelembaban tanah yaitu irigasi diberikan ketika daerah perakaran telah kehilangan 50% air tersedia. Jumlah air yang diberikan pada irigasi penuh dihitung untuk mengisi kembali daerah perakaran

sampai 100% air tersedia (Oweis *et al.*, 2000). Jadwal irigasi juga dapat ditentukan berdasarkan potensial air tanah. Irigasi pada tanaman pear dimulai jika potensial air tanah pada kedalaman 60 cm mencapai - 40 kPa. Kebutuhan air didasarkan pada evaporasi Panci Klas A. Secara umum dikatakan bahwa produksi tanaman menurun jika potensial air tanah menurun (Naor, 2001).

Jadwal irigasi untuk tanaman tahunan sangat dipengaruhi oleh fase per-tumbuhan tanaman. Jadwal irigasi pada awal fase pertumbuhan kapas ditentukan berdasarkan potensial air daun. Potensial air daun diukur pada siang hari pukul 13.00 - 15.00. Selain oleh fase pertumbuhan, pemberian irigasi didasarkan pada kadar air tanah dan hujan. Irigasi diberikan pada saat 50% air tersedia (Steger *et al.*, 1998).

Tujuan utama pengaturan jadwal irigasi ialah untuk penghematan air dan mendapatkan produksi maksimum. Porter *et al.* (1999) melaporkan bahwa produksi kentang dengan metode tadah hujan tidak berbeda dengan irigasi secara terjadwal. Ini diduga disebabkan oleh input air sudah cukup dari curah hujan yaitu 268 mm/musim. Irigasi rendah menghasilkan produksi lebih tinggi dari pada tadah hujan dan sama dengan irigasi sedang. Ini berarti irigasi rendah merupakan jadwal irigasi yang baik karena dapat

<sup>1</sup> Staf Pengajar Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680  
Telp : 081310342431 Fax (0251) 629353. E-mail : [pengelolaanair@yahoo.com](mailto:pengelolaanair@yahoo.com) (\* Penulis untuk korespondensi)

<sup>2</sup> Alumni Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta IPB

menghemat air. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh jadwal irigasi terhadap kebutuhan air konsumtif dan produksi bahan kering untuk minyak nilam, menentukan kelembaban tanah minimum untuk tanaman nilam. Nilai kelembaban minimum diperlukan untuk menentukan kapan harus dilakukan irigasi dan untuk menghitung frekuensi irigasi.

### BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di rumah kaca Kebun Percobaan Cikabayan, Institut Pertanian Bogor mulai April sampai Oktober 2004. Stek pucuk nilam yang digunakan diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO) Bogor. Penanaman dilakukan pada polibag berlubang dengan media tanah latosol Darmaga, Bogor sebanyak 12 kg/polibag dicampur 300 gram kasting.

Percobaan faktorial disusun dalam rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah tingkat irigasi terdiri tujuh level yaitu irigasi 1 hari sekali sampai 100% air tersedia (100% AT<sub>1</sub>), irigasi 3 hari sekali sampai 100% air tersedia (100% AT<sub>3</sub>), irigasi 6 hari sekali sampai 100% air tersedia (100% AT<sub>6</sub>), irigasi 9 hari sekali sampai 100% air tersedia (100% AT<sub>9</sub>), irigasi 1 hari sekali sampai 75% air tersedia (75% AT<sub>1</sub>), irigasi 1 hari sekali sampai 50% air tersedia (50% AT<sub>1</sub>), irigasi 1 hari sekali sampai 25% air tersedia (25% AT<sub>1</sub>). Irigasi sampai berbagai persen air tersedia dilakukan dengan cara mengukur kelembaban tanah dengan "impedance meter" sebelum irigasi. Kalibrasi dilakukan terhadap impedance meter untuk merubah satuan kelembaban tanah menjadi persen berat kering. Volume irigasi dihitung berdasarkan selisih antara kelembaban tanah sesuai perlakuan dengan kelembaban tanah sebelum irigasi. Faktor kedua adalah waktu pemberian irigasi terdiri tiga level yaitu saat tanam sampai panen daun, 2 minggu sebelum panen sampai panen daun dan 4 minggu sebelum panen sampai panen daun.

Peubah yang diamati adalah pemakaian air konsumtif, tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering daun, dan efisiensi pemakaian air. Pemakaian air konsumtif atau evapotranspirasi diukur berdasarkan neraca air yaitu  $I = ET + M$ , dimana I, ET dan M masing-masing adalah irigasi, evapotranspirasi dan

perubahan kelembaban tanah. Kelembaban tanah dipertahankan tetap sesuai perlakuan, sehingga  $M = 0$  dan  $I = ET$ . Besarnya ET atau I dihitung berdasarkan pengukuran kelembaban tanah sebelum irigasi dengan Impedance Meter. Penghitungan kebutuhan irigasi dilakukan dengan program RIWR (Real Irrigation Water Requirement). Efisiensi pemakaian air dinyatakan sebagai nisbah antara bobot kering daun dalam gram dengan evapotranspirasi dalam kg air.

Stek nilam sepanjang 5 cm ditanam miring 45° dalam polibag ukuran 12 kg. Pemupukan pertama dilakukan pada umur 4 minggu setelah tanam (MST) menggunakan urea, SP-36 dan KCl masing-masing 1 g/polibag. Pemupukan kedua dilakukan pada umur 12 MST dengan dosis urea 1 g/polibag. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan pestisida 2 minggu sekali. Pemberian air 100%, 75%, 50% dan 25% air tersedia dilakukan berdasarkan pengukuran kelembaban tanah sebelum irigasi dengan impedance meter. Panen dilakukan pada umur 4 bulan setelah tanam.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Pemakaian Air Konsumtif*

Jadwal irigasi mempengaruhi pemakaian air konsumtif. Jadwal irigasi 100% AT<sub>1</sub> dan 100% AT<sub>3</sub> pada semua periode tumbuh memberikan pemakaian air konsumtif nyata lebih besar dari pada jadwal irigasi 25% AT<sub>1</sub>, 100% AT<sub>6</sub>, dan 100% AT<sub>9</sub> (Tabel 1). Ini menunjukkan bahwa kuantitas irigasi yang tinggi (100% Air Tersedia, AT) menyebabkan evapotranspirasi yang besar, sebaliknya kuantitas irigasi rendah yaitu 25 % dari air tersedia maksimum (25% AT<sub>1</sub>) atau frekuensi irigasi enam hari (100% AT<sub>6</sub>) dan 9 hari (100% AT<sub>9</sub>) menyebabkan penurunan evapotranspirasi. Pada tingkat ketersediaan air tanah sebesar 25 % atau frekuensi irigasi 6 hari sekali menyebabkan tanaman nilam mengalami defisit air. Zaongo *et al.* (1997) melaporkan bahwa evaporasi sebesar 20 % lebih tinggi dan transpirasi 4% lebih tinggi dengan irigasi dari pada tanpa input pada lahan kering, oleh karena itu air lebih banyak hilang karena evaporasi dari pada transpirasi. Oweis *et al.* (2000) juga melaporkan bahwa peningkatan evapotranspirasi akibat irigasi penuh dibanding tadah hujan mencapai lebih dari 50%.

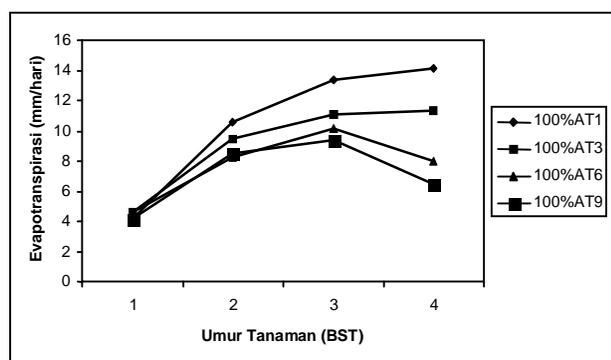
Tabel 1. Pengaruh jadwal irigasi (interaksi tingkat irigasi dengan periode tumbuh) terhadap pemakaian air konsumtif tanaman nilam

Tingkat Irigasi	Periode Tumbuh		
	Tanam s/d Panen	2 MSP s/d Panen	4 MSP s/d Panen
	cm/musim tanam		
100% AT <sub>1</sub>	122.29 ab	114.07 bc	113.21 bc
100% AT <sub>3</sub>	96.03 def	118.43 b	129.18 a
100% AT <sub>6</sub>	64.26 i	100.34 de	90.87 efg
100% AT <sub>9</sub>	52.19 j	96.82 def	87.74 fgh
75 % AT <sub>1</sub>	79.57 h	104.59 de	92.39 efg
50 % AT <sub>1</sub>	52.35 j	90.26 fg	83.36 gh
25 % AT <sub>1</sub>	47.58 j	91.31 efg	80.50 h

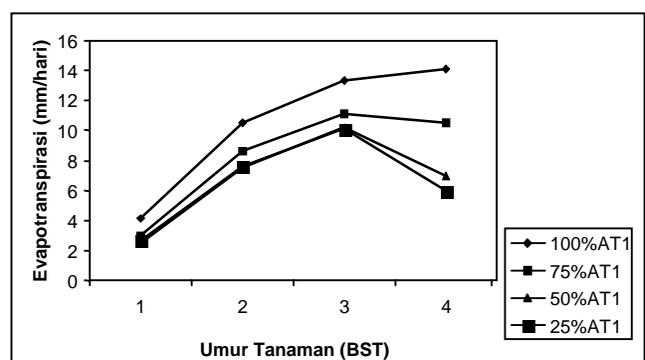
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey (0.05) dengan nilai pembeda nyata terkecil 9.54 cm.  
MSP = Minggu sebelum panen

Gambar 1 (a) menunjukkan bahwa jadwal irigasi 100% AT<sub>1</sub> secara konsisten menyebabkan evapotranspirasi harian lebih besar dari pada jadwal irigasi 100% AT<sub>6</sub> dan 100% AT<sub>9</sub>. Irigasi 6 hari sekali atau 9 hari sekali sampai kapasitas lapang (100% AT<sub>6</sub>

atau 100% AT<sub>9</sub>) menyebabkan defisit air sejak awal pertumbuhan sampai panen. Hasil yang sama juga ditunjukkan oleh Gambar (1b) bahwa irigasi 100% AT<sub>1</sub> memberikan evapotranspirasi lebih besar dari pada irigasi 75% AT<sub>1</sub>, 50% AT<sub>1</sub> dan 25% AT<sub>1</sub>.



(a)



(b)

Gambar 1. Evapotranspirasi harian selama periode tumbuh pada berbagai frekuensi irigasi (a) dan tingkat ketersediaan air (b).

Tingkat irigasi mempengaruhi gerakan air dalam sistem tanah-tanaman dan atmosfer. Penurunan kelembaban tanah menyebabkan penurunan gerakan air dari sistem tanah ke tanaman dan atmosfer. Fenomena tersebut disebut fungsi reduksi (van Genuchten, 1987; Homae, 1999) yaitu semakin besar penurunan kelembaban tanah menyebabkan penurunan evapotranspirasi semakin besar. Selama interval irigasi, evapotranspirasi mengurangi potensial osmotik dan matrik dari larutan dalam tanah, akibatnya akan menurunkan absorpsi air oleh akar. Kedua faktor tersebut berubah dengan waktu dan tingkat cekaman tergantung dari ketahanan tanaman (Shalhevet, 1994).

*Pertumbuhan Tanaman*

Tinggi tanaman yang dihasilkan oleh tingkat irigasi 100% AT<sub>1</sub> selama periode tumbuh tanam-panen lebih tinggi dari pada tingkat irigasi 100% AT<sub>9</sub>, 75% AT<sub>1</sub>, 50% AT<sub>1</sub> dan 25% AT<sub>1</sub> (Tabel 2). Semakin rendah tingkat irigasi menyebabkan tinggi tanaman yang semakin rendah. Penurunan tingkat irigasi yang diberikan selama periode 2 MSP – panen tidak menyebabkan penurunan tinggi tanaman. Penurunan tingkat irigasi selama periode 4 MSP – panen yang menyebabkan penurunan tinggi tanaman adalah irigasi 6 hari sekali (100% AT<sub>6</sub>) dan 9 hari sekali (100% AT<sub>9</sub>). Ini menunjukkan bahwa defisit air yang terjadi setelah 2 minggu sebelum panen tidak mempengaruhi tinggi tanaman.

Tabel 2. Pengaruh jadwal irigasi (interaksi tingkat irigasi dengan periode tumbuh) terhadap tinggi tanaman nilam pada 4 bulan setelah tanam

Tingkat Irigasi	Periode Tumbuh		
	Tanam s/d Panen	2 MSP s/d Panen	4 MSP s/d Panen
		.....cm.....	
100% AT <sub>1</sub>	89.5 a	89.6 a	89.7 a
100% AT <sub>3</sub>	71.7 abc	76.6 abc	73.7 abc
100% AT <sub>6</sub>	81.0 ab	75.7 abc	64.7 bcd
100% AT <sub>9</sub>	58.3 de	70.0 abc	64.0 bcd
75 % AT <sub>1</sub>	65.3 bcd	73.0 abc	82.7 ab
50 % AT <sub>1</sub>	59.3 cd	78.0 abc	81.7 ab
25 % AT <sub>1</sub>	48.3 d	72.7 abc	73.0 abc

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey (0.05) dengan nilai pembeda nyata terkecil 20.9 cm.  
MSP = Minggu sebelum panen

Jumlah daun pada 4 BST yang dihasilkan oleh tingkat irigasi 100% AT<sub>1</sub> lebih banyak dari pada tingkat irigasi 100% AT<sub>9</sub>, 50% AT<sub>1</sub> dan 25% AT<sub>1</sub> (Tabel 3). Irigasi minimum yaitu 50% air tersedia dan 25% air

tersedia menyebabkan penurunan jumlah daun. Ini sesuai dengan hasil penelitian Steger *et al.* (1998) yaitu pengaruh jadwal irigasi untuk tanaman tahunan sangat dipengaruhi oleh umur tanaman.

Tabel 3. Pengaruh tingkat irigasi terhadap jumlah daun nilam

Tingkat irigasi	Jumlah daun pada berbagai umur tanaman			
	1 BST	2 BST	3 BST	4 BST
100% AT <sub>1</sub>	74.2 a	213.1 a	542.9 a	712.4 a
100% AT <sub>3</sub>	71.8 a	202.4 a	490.7 ab	672.7 ab
100% AT <sub>6</sub>	67.6 a	185.6 a	477.8 abc	667.3 ab
100% AT <sub>9</sub>	70.1 a	150.0 a	312.0 d	499.6 c
75 % AT <sub>1</sub>	79.4 a	176.7 a	451.1 bc	644.7 ab
50 % AT <sub>1</sub>	67.3 a	194.0 a	449.3 bc	621.6 b
25 % AT <sub>1</sub>	70.4 a	161.8 a	400.4 cd	485.8 c
Tukey (0.05)	12.8	71.1	89.4	82.0

Keterangan: Angka dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey (0.05).

*Produksi dan Efisiensi Pemakaian Air*

Tingkat irigasi 100% AT<sub>1</sub> menghasilkan produksi bobot kering daun lebih besar daripada tingkat irigasi 100% AT<sub>6</sub>, 100% AT<sub>9</sub> dan 25% AT<sub>1</sub>. Tidak terdapat perbedaan bobot kering daun antara tingkat irigasi 100% AT<sub>1</sub>, 100% AT<sub>3</sub>, 75% AT<sub>1</sub> dan 50% AT<sub>1</sub> (Tabel 4). Ini menunjukkan bahwa penurunan tingkat irigasi lebih rendah dari 100% AT<sub>3</sub> atau 25% AT<sub>1</sub>

menyebabkan penurunan produksi yang signifikan. Tingkat irigasi yang lebih rendah dari 100% AT<sub>1</sub> adalah irigasi sampai kapasitas lapang yang dilakukan dengan frekuensi irigasi lebih besar dari 3 hari. Tingkat irigasi lebih rendah dari 25% AT<sub>1</sub> adalah irigasi yang mempertahankan kelembaban tanah lebih rendah dari 25% air tersedia.

Tabel 4. Pengaruh tingkat irigasi terhadap bobot kering daun dan efisiensi pemakaian air tanaman nilam

Tingkat irigasi	Bobot kering daun (g/tanaman)	Efisiensi pemakaian air (g BK /kg air)
100% AT <sub>1</sub>	38.683 a	0.6502 ab
100% AT <sub>3</sub>	33.885 ab	0.5847 ab
100% AT <sub>6</sub>	25.803 bc	0.6258 ab
100% AT <sub>9</sub>	10.100 d	0.2756 c
75 % AT <sub>1</sub>	35.368 ab	0.7579 a
50 % AT <sub>1</sub>	28.023 abc	0.7418 ab
25 % AT <sub>1</sub>	18.949 cd	0.4894 bc
Tukey (0.05)	11.840	0.2600

Keterangan: Data dalam kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Tukey (0.05).

Efisiensi pemakaian air atau nisbah antara produksi dengan evapotranspirasi total yang disebabkan oleh tingkat irigasi 100% AT<sub>1</sub>, 100% AT<sub>3</sub> dan 100% AT<sub>6</sub> lebih besar dibandingkan dengan tingkat irigasi 100% AT<sub>9</sub> (Tabel 4). Tingkat irigasi yang menghasilkan produksi tinggi dengan efisiensi pemakaian air tinggi adalah 100% AT<sub>3</sub> atau 50% AT<sub>1</sub>. Tingkat irigasi 100% AT<sub>3</sub> adalah irigasi sampai kapasitas lapang yang dilakukan 3 hari sekali. Tingkat irigasi 50% AT<sub>1</sub> adalah irigasi yang mempertahankan kelembaban tanah sebesar 50% air tersedia. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Porter *et al.* (1999) bahwa irigasi rendah merupakan jadwal irigasi yang baik karena dapat menghemat air. Pendapat lain menyebutkan bahwa jumlah irigasi tetap pada interval bervariasi secara praktis dapat direkomendasikan (Cho dan Kuroda, 1987).

Frekuensi irigasi sekali setiap antar pemangkasan *Trifolium alexandrinum* L. menghasilkan efisiensi pemakaian air yang lebih tinggi dari frekuensi irigasi tiga kali (WUE 440.9 kg berat kering (BK) ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> dibandingkan dengan WUE 326.5 kg BK ha<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup> pemakaian air) (El Bably, 2002). Jadwal irigasi yang tepat berdasarkan defisit air tanaman dapat meningkatkan produksi (Li *et al.*, 2005).

Jika tingkat irigasi menurun, maka transpirasi juga menurun dan produksi menurun. Tingkat irigasi 50%, 75%, 100% dan 125% dari evaporasi panci menyebabkan transpirasi total sebesar masing-masing 633, 740, 815 and 903 mm. Produksi timun maksimal sebesar 76.65 ton ha<sup>-1</sup> diperoleh dengan tingkat irigasi 100% evaporasi panci dengan efisiensi pemakaian air terbesar yaitu 9.40 kg m<sup>-3</sup> (Simsek *et al.*, 2005). Irigasi meningkatkan produksi karena dapat menjaga kelembaban tanah dan dapat memperpanjang periode vegetatif tanaman sehingga dapat memperbanyak asimilat yang diperlukan pada fase generatif (Pettigrew, 2004).

### KESIMPULAN

Jadwal irigasi yang memberikan produksi tinggi dengan efisiensi pemakaian air tinggi adalah irigasi sampai kapasitas lapang yang dilakukan 3 hari sekali atau air tersedia tersisa 45% dari air tersedia maksimum. Air yang dapat diabsorpsi oleh akar tanaman nilam sebesar 55% dari air tersedia maksimum. Produksi tinggi dengan efisiensi pemakaian air tinggi juga dapat dihasilkan dengan jadwal irigasi yang mempertahankan kelembaban tanah sebesar 50% air tersedia.

### DAFTAR PUSTAKA

- Cho, T., M. Kuroda. 1987. Soil moisture management and evaluation of water-saving irrigation on farms. *J. Irrig. Eng. and Rural Planning* 12: 26-40.
- Deguerry, F., L. Pastore, S. Wu, A. Clark, J. Chappell, M. Schalk. 2006. The diverse sesquiterpene profile of patchouli, *Pogostemon cablin*, is correlated with a limited number of sesquiterpene synthases. *Archives of Biochemistry and Biophysic* 454 (2):123 – 136.
- El-Bably, A.Z. 2002. Effect of irrigation and nutrition of copper and molybdenum on Egyptian clover (*Trifolium alexandrinum* L.). *Agron. J.* 94:1066-1070.
- Homaee, M. 1999. Root water uptake under non-uniform transient salinity and water stress. (Ph.D. thesis). Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
- Li Q.S., L.S. Willardson, W. Deng, X.J. Li, C.J. Liu. 2005. Crop water deficit estimation and irrigation scheduling in western Jilin province, Northeast China. *Agric. Water Manag.* 71 (1): 47 – 60.

- Naor, A. 2001. Irrigation and crop load influence fruit size and water relations in field-grown 'Spadona' pear. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126(2):252-255.
- Oweis, T., H. Zhang, M. Pala. 2000. Water use efficiency of rainfed and irrigated bread wheat in a Mediterranean environment. *Agron. J.* 92:231-238.
- Pettigrew W.T. 2004. Moisture deficit effects on cotton lint yield, yield components, and boll distribution. *Agron. J.* 96:377-383.
- Porter, G.A., G.B. Opena, W.B. Bradbury, J.C. McBurnie, J.A. Sisson. 1999. Soil management and supplemental irrigation effects on potato I: soil properties, tuber yield, and quality. *Agron. J.* 91:416-425.
- Shalhevet, J. 1994. Using water of marginal quality for crop production. *Agric. Water Manage.* 25:233-269.
- im ek M., T. Tonkaz, M. Kaçıra, N. Çömlekçio lu, Z. Do an. 2005. The effects of different irrigation regimes on cucumber (*Cucumis sativus* L.) yield and yield characteristics under open field conditions. *Agric. Water Manag.* 73 (3):173-191.
- Singh, M., S. Sharma, S. Ramesh. 2002. Herbage, oil yield and oil quality of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] influenced by irrigation, organic mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. *Industrial Crops and Products* 16 (2):101 – 107.
- Steger, A.J., J.C. Silvertooth, P.W. Brown. 1998. Upland cotton growth and yield response to timing the initial postplant irrigation. *Agron. J.* 90:455-461.
- Tsai, Y.C., H.C. Hsu, W.C. Yang, W.J. Tsai, C.C. Chen, T. Watanabe . 2007. -Bulnesene, a PAF inhibitor isolated from the essential oil of *Pogostemon cablin*. *Fitoterapia* 78(1):7 – 11.
- Van Genuchten, M.Th. 1987. A numerical model for water and solute movement in and below the root zone. Res. Report, U.S. Salinity Lab. Riverside, CA.
- Zaongo, C.G.L., C.W. Wendt, R.J. Lascano, A.S.R. Juo. 1997. Interactions of water, mulch and nitrogen on sorghum in Niger. *Plant and Soil* 197:119-126.